

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA**  
**PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN MECÁNICA**



**“ELABORACIÓN, IMPLEMENTACIÓN Y  
SUPERVISIÓN DE UN PLAN DE CONTROL DE  
CALIDAD DE ELEMENTOS Y EQUIPOS DE  
UNA PLANTA DE 1200 TON DE CAL FINA.  
MINERA LAS BAMBAS”**

**SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA  
OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO MECÁNICO  
JOSÉ LUIS MUÑANTE TORRES**

**Callao, Marzo, 2017**

**PERÚ**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA**

**I CURSO TALLER DE TITULACIÓN PROFESIONAL POR INFORME DE EXPERIENCIA LABORAL**

**ACTA DE EXPOSICIÓN DE INFORME FINAL DE EXPERIENCIA LABORAL**

Siendo, las 19:55 horas del día viernes 09 de junio del 2017 en el Auditorio "Ausberto Rojas Saldaña" de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía de la Universidad Nacional del Callao, se reunieron los miembros del Jurado Revisor y Evaluador de la Exposición de los Informes Finales de Experiencia Laboral del I Curso Taller de Titulación Profesional por Informe de Experiencia Laboral Designados por Resolución de Consejo de Facultad N° 084-2017-CF-FIME de fecha 23.05.17, conformado por los siguientes docentes:

**Presidente** : Dr. OSCAR TEODORO TACZA CASALLO  
**Secretario** : Ing. VICTORIANO SÁNCHEZ VALVERDE  
**Vocal** : Ing. EMILIANO LOAYZA HUAMÁN

Asimismo, contamos con la presencia de la Dra. Ana Mercedes León Zárate – Vicerrectora de Investigación de la Universidad Nacional del Callao (Supervisora General), Dr. José Hugo Tezén Campos – Decano de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía (Supervisor de la Facultad), y el Lic. Rogelio Efrén Cerna Reyes - Miembro de la Comisión de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía (Representante de la Comisión de Grados y Títulos);

De acuerdo a lo señalado en el Capítulo X, numeral 10.1 de la "Directiva para la Titulación Profesional Modalidad por Informe de Experiencia Laboral con Curso Taller de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía de la Universidad Nacional del Callao", aprobada por Resolución de Consejo de Facultad N° 025-2017-CF-FIME de fecha 19.01.17;

Se procede con el acto de exposición de Informe Final de Experiencia Laboral del I Curso Taller de Titulación Profesional por Informe de Experiencia Laboral, título: "**ELABORACIÓN, IMPLEMENTACIÓN Y SUPERVISIÓN DE PLAN DE CONTROL DE CALIDAD DE ELEMENTOS Y EQUIPOS DE UNA PLANTA DE 1 200 TON. DE CAL FINA. MINERA LAS BAMBAS**", presentado por el Bachiller **MUÑANTE TORRES JOSE LUIS**, contando con el asesoramiento del **Mg. MARTÍN TORIBIO SIHUAY FERNÁNDEZ**.

Luego de la exposición correspondiente y de absolver las preguntas formuladas por los miembros del Jurado de Exposición, se procede a la deliberación en privado respecto a la evaluación;

Este jurado acordó calificar al Sr. Bachiller **MUÑANTE TORRES JOSE LUIS**, para optar el **Título Profesional de Ingeniero Mecánico** por la modalidad de Curso Taller de Titulación Profesional por Informe de Experiencia Laboral, según la puntuación cuantitativa y cualitativa que a continuación se detalla:

CALIFICACIÓN CUANTITATIVA	CALIFICACIÓN CUALITATIVA
<b>13(TRECE)</b>	<b>BUENO</b>

Con lo que se da por concluido el acto, siendo las 20:20 horas del día viernes 09 de junio del 2017.

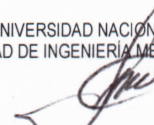
En señal de conformidad con lo actuado, firman la presente acta.

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA



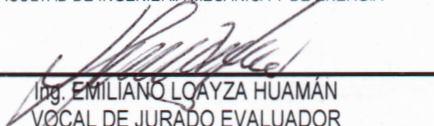
Dr. OSCAR TEODORO TACZA CASALLO  
PRESIDENTE DE JURADO EVALUADOR

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA



Ing. VICTORIANO SÁNCHEZ VALVERDE  
SECRETARIO DE JURADO EVALUADOR

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA



Ing. EMILIANO LOAYZA HUAMÁN  
VOCAL DE JURADO EVALUADOR

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

PÁG.

INTRODUCCION: .....	2
I. OBJETIVOS: .....	5
1.1 Objetivo General. ....	5
1.2 Objetivos Específicos.....	5
II. ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA.....	6
2.1 TECPROMIN PERU S.A.....	6
III. ACTIVIDADES DESARROLLADAS POR LA EMPRESA.....	9
IV. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROYECTO DE INGENIERÍA.....	11
4.1 Descripción del tema:.....	11
4.2. Antecedentes .....	12
4.3. Planteamiento del problema .....	14
4.4. Justificación.....	14
4.4.1. Metodológica .....	14
4.5 Marco teórico .....	15
4.5.1 Historia y cambio de la calidad .....	15
4.5.2. Definición de calidad .....	18
4.6 Fases del proyecto:.....	37
4.6.1. Recopilación de información.....	37
4.6.2. Descripción de los procesos de la fabricacion: .....	40
V. EVALUACION TECNICO ECONOMICO .....	70
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	74
6.1. Conclusiones.....	74
6.2. Recomendaciones. ....	75
VII. REFERENCIALES.....	76
VIII. ANEXOS Y PLANOS.....	77

## **INTRODUCCIÓN:**

En el mercado actual un factor que afecta al desarrollo de una empresa en forma directa es la *calidad*, este requisito se está volviendo día a día en algo indispensable para poder competir a nivel nacional e internacional, el mercado exige que se ofrezcan servicios y/o productos cada vez con más calidad, esto motiva a que las empresas inviertan en la implementación del control y/o gestión de la calidad.

La elaboración, implementación de un plan del control de la calidad en cada fase de la fabricación en forma de eventos de calidad tales como las inspecciones, calificaciones, emisión de informes con el fin de optimizar así los recursos y efectuar una mejora proceso a proceso y poder brindar productos y servicios de alta calidad que satisfagan la demanda de sus clientes, mejorando la imagen de la empresa como organización.

El presente informe por experiencia laboral describe las fases establecidas para realizar la implementación de un plan control calidad de la fabricación de los elementos componentes de la planta de cal y sus equipos accesorios para MINERA LAS BAMBAS.

La empresa TECPROMIN PERÚ S.A. está en el sector de desarrollo de tecnología para el sector Minero, esta forma parte del Grupo TECPROMIN con presencia en Argentina, México, Perú y sede central en Santiago De Chile.

En 2011 TECPROMIN PERÚ realiza un cambio de directorio y detecta una necesidad de contar con un plan de control de calidad y un personal a cargo de la elaboración de este documento y a su vez del control de las fabricaciones encargadas a los talleres y de los equipos importados , ya que la empresa

contaban con personal contratado , que no realizaba un control adecuado del desarrollo de las fabricaciones esto encarecía el proceso ya que no se contaba con el personal disponible en forma permanente ocasionando retrasos en las liberaciones y despachos para los clientes finales.

La labor de la planificación del plan del control de calidad inicia con coordinaciones con el área de ingeniería quienes emitirán planos y listados de materiales estos son indispensables para poder establecer códigos y normas que serán aplicados como referencias durante la fabricación y supervisión los cuales serán alcanzados a las diferentes maestranzas donde se desarrollara la fabricación de los componentes de la planta de cal.

El segundo factor importante es la coordinación con el área de Planeamiento es básica ya que ellos proporcionan el cronograma con el cual se elabora el PLAN DE INSPECCIÓN Y ENSAYOS (PIE) este documento terminado es enviado a gerencia TECPROMIN para su aprobación, una vez aprobado es alcanzado a las maestranzas en la reunión de inicio para establecer las inspecciones a realizar.

Las inspecciones de control de calidad son realizadas según indica el PIE de forma programada e inopinada y verificaran cada uno de los elementos en forma física asimismo la documentación emitida por los fabricantes.

El control de calidad se realiza en campo y en oficina ,, en campo verificando los inicios de cada proceso señalado en el PIE ( hitos de inicio ) durante el trabajo de fabricación y en oficina revisando toda la documentación de acuerdo a lo estipulado por el PIE que es emitida por los fabricantes , esta es visada y enviada al cliente final.

Los resultados para Tecpromin se notaron en la mejora de la calidad del producto, reducción de los tiempos de espera en las liberaciones así como la reducción de las No conformidades emitidas por el cliente, en la fase de montaje de la estructura no se realizaron observaciones relevantes que impidan el avance de los trabajos.

# **I. OBJETIVOS:**

## **1.1 Objetivo General.**

Elaborar, Implementar y supervisar un plan de control de calidad para la fabricación de elementos y para el control de equipos de una planta de cal fina de 1200 toneladas, con el fin de mejorar la productividad de la empresa TecProMinPeru S.A.

## **1.2 Objetivos Específicos.**

- Elaborar y ejecutar el plan de inspección y ensayo
- Elaboración de instructivos y registros del plan de control de calidad
- Evitar reproceso en la fabricación
- Disminuir las no conformidades en el proceso de fabricación de elementos y equipos.
- Ejecutar la técnica del muestreo por aceptación que nos permitirá un adecuado control de los procesos.

## **II. ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA.**

### **2.1 TECPROMIN PERÚ S.A.**

La firma chilena Tecnología en Procesamiento de Minerales (TecProMin) opera como representante local de proveedores extranjeros de equipamiento para el procesamiento de minerales y reactivos químicos. Tecpromin ofrece además su experiencia en el desarrollo de proyectos mineros, donde ha realizado actividades en Chile, Argentina, Perú, México, Panamá y Bolivia. Sus servicios van desde la ingeniería básica hasta la puesta en marcha y funcionamiento de equipos, operando cuatro líneas de negocio: sistemas de muestreo, sistemas de agitación, tambores lavadores y plantas de lechada de cal. La empresa se fundó en 1984 y tiene su sede en Santiago, con oficinas en Buenos Aires y Lima.

TecProMinPeru S.A. es fundada el 17 de Julio de 2007 como representate especializada de marcas de prestigio mundial tales como:

- FLSmidth (experto en recuperación de metales preciosos).
- Roymec Technologies (separación de solidos).
- Mixtec (equipos de agitación).
- Waterex (equipos de separación solido-líquidos).
- Centec (equipos de molienda).
- Clear Edge (Medios filtrantes).

La empresa cuenta en su organización con una Gerencia general, Gerencia comercial, esta se sub divide en área de ventas, Gerencia de contabilidad, Gerencia técnica, Logística y departamento de control de calidad.

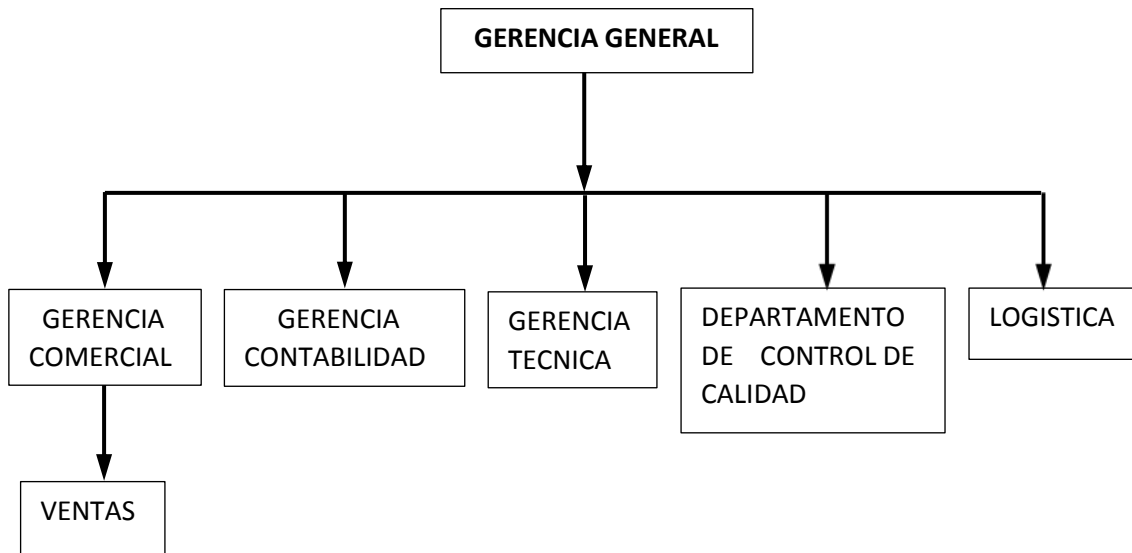


En esta empresa desempeñe el cargo de jefe y supervisor de control de calidad cuyas funciones eran las siguientes:

- Realizar el plan de control de calidad del proyecto.
- Realizar el plan de inspección y ensayo aplicable para el proyecto, estableciendo los códigos o normas aplicables a la fabricación de los elementos.
- Realizar la reunión de inicio donde se fijaban las fechas y la periodicidad de las inspecciones.
- Realizar las inspecciones en taller, verificando los materiales.
- Verificar la fabricación del producto.
- Verificar los inicios de procesos.
- Verificar el codificado de los elementos según planos emitidos por ingeniería.
- Verificar la documentación previa a las liberaciones.
- Verificar el embalado y el atestiguamiento de despachos.
- Realizar informes después de cada inspección de campo.
- Emitir las no conformidades y realizar seguimiento del cierre de estas.
- Recepcionar, inspeccionar, liberar y despachar equipos importados.
- Verificación de la documentación emitida por los fabricantes, visado y envió de las mismas al cliente final.
- Verificación y sustentación de reclamos en obra por algún elemento rechazado

Figura N° 1

ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA TECPROMIN PERÚ S.A.



Fuente: Elaboración propia

### **III. ACTIVIDADES DESARROLLADAS POR LA EMPRESA.**

Tecpromin Perú realiza las siguientes actividades multidisciplinarias relacionadas con el procesamiento de minerales, Ingeniería para proyectos.

El grupo Tecpromin cuenta con un departamento de ingeniería con sede en Santiago de Chile que sirve como soporte a todas las sedes de la empresa en las siguientes disciplinas:

- Procesos.
- Mecánica.
- Eléctrica.
- Estructural.
- Instrumentación
- Obras civiles.

Además de esto se brindan servicios de asesorías, logística, puesta en marcha y plan de mantenimientos.

En base a estas disciplinas TecProMinPeru desarrolla las siguientes líneas de trabajo:

- Sistemas de Muestreo.
- Plantas de cal.
- Plantas de reactivos.
- Sistemas de agitación.
- Plantas de Recuperación au/ag.
- Concentradores gravimétricos.
- Tambores lavadores.

Durante el periodo en que labore en la empresa Tecpromin Perú se desarrollaron 15 proyectos para diferentes clientes del sector minero peruano, en numero 6 proyectos los más destacados por orden de importancia.

- Ampliación Y Modernización De Planta de beneficio San Andrés (Minera Aurífera Retamas – Pataz). 2010-2011.
- Fabricación De Piping De Servicio Planta Minera Pucamarca (Minera Minsur) 2010 -2011.
- Fabricación Planta De Lechada con capacidad para 1200 toneladas (Xtrata Las Bambas S.A.) 2011-2012.
- Fabricación Planta De Lechada De Cal Óxidos Volcán con capacidad para 600 toneladas (Minera Volcán S.A.) 2012.
- Fabricación De dos plantas de Lechada De Cal con capacidad para 100 toneladas cada una (Minera Barrick S.A. unidad Pierina) 2012 -2013.
- Fabricación Planta De Floculantes (Minera Inmaculada) 2012-2013.

## **IV. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROYECTO DE INGENIERÍA**

### **4.1 Descripción del tema:**

El poder lograr que la empresa Tecpromin Perú cuente con un plan de control de calidad que le permita brindar un servicio de acuerdo a las exigencias del mercado actual y sobre todo la de sus clientes, Implica que la organización debe de definir un diseño de control de calidad en oficina y en campo los cuales cumplirán requisitos o estándares nacionales e internacionales basados en normas y códigos del sector metalmecánico, registrando la información en cada actividad que se realice y evidenciando así el cumplimiento de los requisitos entre cliente y proveedor.

Se encontró una falta de metodología para los trabajos que se realizaban.

No existía un responsable de la empresa para la sección de control de calidad esto lo realizaba el Gerente general mediante contratación de personal contratado por horas.

No existía la comunicación de las inspecciones del control de calidad con las distintas áreas de la empresa ya que solo era comunicación entre inspector externo – gerencia General.

No existían recomendaciones directas del personal de calidad a los miembros de la organización.

No existían formatos de seguimientos propios.

No existía un plan de inspección y ensayos en campo, ya que se guiaban por el plan del fabricante siendo este muy general.

No existía la planificación mediante procesos para la mejora continua.

Existían gran porcentaje de hallazgos por parte del inspector contratado ya que las inspecciones no eran continuas esto ocasionaba reproceso y reprogramación del cronograma produciendo retrasos en las entregas.

El producto no era fiable ya que las muestras inspeccionadas eran limitadas.

No existía atestiguamiento de despacho a obra.

Existía gran cantidad de reportes de no conformidad, devolución de elementos ya despachados lo que elevaba los costos operativos del proyecto.

#### **4.2. Antecedentes**

Rodríguez (2016) en la tesis “Diseño de un sistema de gestión en base a la norma ISO 9001:2008 para una organización que realiza la distribución de gas natural por red de ductos en el Perú”. El objetivo general de la tesis fue Diseñar un sistema de Gestión de Calidad en base a la norma ISO 9001:2008 para una organización que realiza el diseño, fabricación, instalación, operación y distribución de gas natural por red de ductos en el Perú.

El Autor llego a las siguientes conclusiones en el aspecto de control de calidad:

Es común que estas organizaciones realicen la contratación de otras empresas o consorcios para que desarrollen la ingeniería y la construcción de la infraestructura, al ser considerado critico debido a que puede afectar a la calidad del servicio, se hace necesario que se defina el tipo y grado de control para asegurar los requisitos establecidos.

Elaborar un programa de auditorías internas para verificar la eficacia del Sistema de Gestión de Calidad.

Este antecedente ayudo a la presente tesis porque nos permitió enfocarnos en la necesidad de contar con un plan de control de calidad y

realizar el seguimiento en los talleres encargados de la fabricación de los elementos de la planta de cal.

Vásquez (2015) en la tesis titulada “Modelo de enfoque basado en procesos para la mejora continua de la eficacia de una empresa metalmeccánica”. El objetivo general de este trabajo Conseguir la mejora continua de la eficacia de una empresa metalmeccánica, haciendo uso del modelo de enfoque basado en procesos, el autor llego a las siguientes conclusiones

El Modelo del Enfoque Basado en Procesos, demuestra la capacidad de la organización para suministrar un producto o servicio conforme, a los requisitos especificados, con el objeto de satisfacer las necesidades y expectativas del cliente.

Este antecedente ayudo a la presente tesis porque nos permitió diseñar un plan de calidad enfocado a la mejora del producto en cada etapa, para llegar al fin que es la satisfacción del cliente

.

Yuly Viviana Gonzales Carvajal (2008) en su trabajo de tesis Documentación del sistema de Gestión de calidad en la empresa de mecanizado para el proceso de Bules según ISO 9001:2008 tiene como objetivo general lo siguiente:

Documentar el sistema de gestión de calidad en HS MECANIZADOS para el proceso de bujes, con base en la norma ISO 9001:2008, el presente trabajo llega a las siguientes conclusiones

Todos los miembros de HS MECANIZADOS deben tener conocimiento de la política de calidad, también deben conocer y entender las necesidades tanto del cliente externo como interno, teniendo un flujo de comunicación constante respecto a la satisfacción que estos presenten respecto al producto y/o servicio.

La alta gerencia en conjunto con los directamente responsables de la documentación se deben encargar de mantenerla actualizada. Para de esta manera asegurar el mantenimiento del sistema de gestión de calidad dentro de HS MECANIZADOS.

Como actualmente la empresa no cuenta con un área de calidad, se les recomienda que se contrate a una persona que tenga todos los conocimientos acerca de la norma ISO 9001:2008 y sea quien se encargue de todo lo referente al sistema de gestión de calidad, con lo cual se garantiza que se siga haciendo el levantamiento de la información en el transcurso del tiempo y se pueda llegar así a la certificación.

Se toma como antecedente este trabajo ya que nos permite observar la importancia de la documentación para el registro y seguimiento de los diferentes procesos que se llevan a cabo durante la fabricación de un producto, así mismo nos da a conocer la importancia de contar con un personal para realizar la tarea en el control de la calidad en una empresa.

### **4.3. Planteamiento del problema**

¿Cómo elaborar , implementar y supervisar un plan de control de calidad de elementos y equipos de una planta de 1200Ton de Cal Fina que me permita incrementar la productividad de la empresa Tecpromin Perú SA

### **4.4. Justificación**

#### **4.4.1. Metodológica**

El presente trabajo de investigación es del tipo exploratoria según Hernández (1991) En la investigación exploratoria la información se recolecta de fuentes primarias y secundarias con el fin de suministrar información sobre el problema e identificar cursos de acción(p.63).

El presente trabajo de investigación será mixta de campo y documental según lo que define Arias (1999), la investigación documental se basa en la obtención y análisis de datos provenientes de documentos , mientras que la investigación de campo se refiere a la recolección de datos donde ocurren los hechos , sin realizar manipulación alguna de las variables .



Lo empleado en el presente informe de experiencia laboral se empleara la investigacion documentaria para determinar las necesidades de control de calidad que requiere la fabricacion de los elementos de la planta de cal , mientras que con la investigacion realizada en campo se obtendra la informacion de manera directa de la fuente primaria para poder realizar una propuesta del plan de control de la calidad.

El presente trabajo tambien se podria justificar como una investigación de tipo descriptivo, según el concepto de “Hernandez (2010)” el cual menciona que los estudios descriptivos “buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren”.

Esto ya que realizará descripción y definición de todas las variables, elementos y consideraciones necesarias para el desarrollo de la propuesta, desde la definición inicial de la problemática, el proceso y posterior diseño del plan de control de calidad.

## **4.5 Marco teórico**

### **4.5.1 Historia y cambio de la calidad**

Según López, Mercado, Palacios citado por Roldan (2015) enuncio que

Con la llegada de la era industrial esta situación cambió, el taller cedió su lugar a la fábrica de producción masiva, bien fuera de artículos terminados o bien de piezas que iban a ser ensambladas en una etapa posterior de producción.

La era de la revolución industrial, trajo consigo el sistema de fábricas para el trabajo en serie y la especialización del trabajo. Como consecuencia de la alta demanda, aparejada con el espíritu de mejorar la Calidad de los procesos, la función de inspección llega a formar parte vital del proceso productivo y es realizada en el mismo proceso.

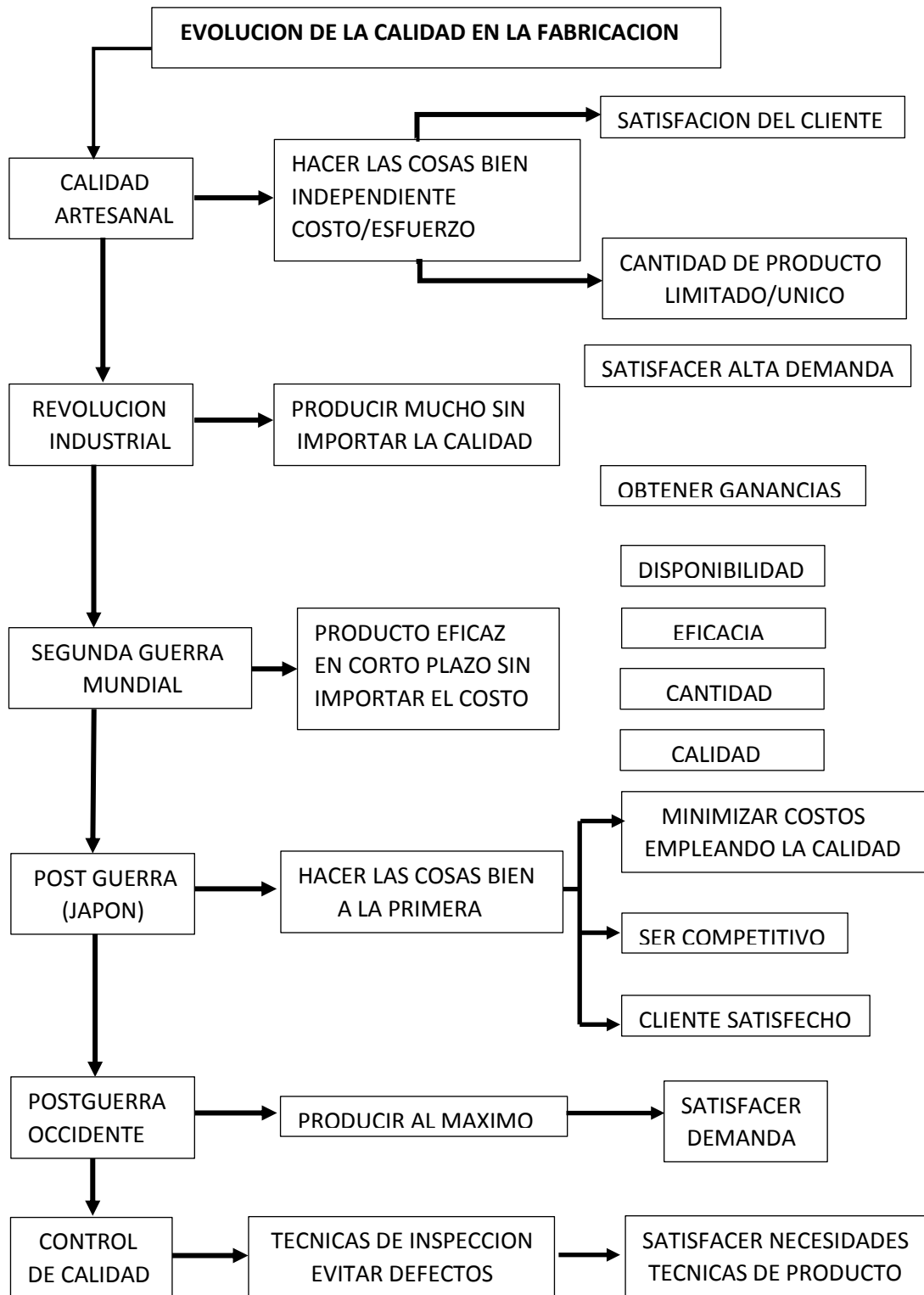
A fines del siglo XIX y durante las tres primeras décadas del siglo XX el objetivo es la producción. Con las aportaciones de Taylor la función de inspección se separa de la producción; los productos se caracterizan por sus partes o componentes intercambiables, el mercado se vuelve más exigente y todo converge a la “producción masiva”.

El control de la Calidad se practica desde hace muchos años en la mayoría de los países, pero los japoneses, debido a la falta de recursos naturales y la gran dependencia de sus exportaciones para obtener divisas que les permitieran comprar en el exterior lo que no podían producir internamente, se dieron cuenta de que para sobrevivir en un mundo cada vez más agresivo comercialmente, tenían que producir y vender mejores productos que sus competidores internacionales como Estados Unidos, Inglaterra, Francia y Alemania.

Lo anterior los llevó a perfeccionar el concepto de Calidad. Para ellos debería haber Calidad desde el diseño hasta la entrega del producto al consumidor, pasando por todas las acciones, no sólo las que incluyen el proceso de manufactura del producto, sino también las actividades administrativas y comerciales, en especial las que tienen que ver con el ciclo de atención al cliente incluyendo todo servicio posterior.

Como se recoge en la fig. 2, a lo largo del tiempo el concepto de Calidad ha ido evolucionando, este concepto ha estado ligado a las costumbres de cada época, a la visión del mundo y a las necesidades, también se puede ver en la fig. 2

FIGURA N°2



Fuente: Elaboración propia

#### **4.52. Definición de calidad**

Para poder saber que es lo que significa el control de calidad, primero se va a definir que es la calidad. :

Según Vásquez (2007) enuncio que “la calidad es un concepto utilizado con mucha frecuencia en la actualidad, pero a su vez el significado percibido de distintas manera a los largo de la historia muchos autores e instituciones le han dado su propia definición del termino calidad (p.25)

Según Ishikawa (1986) define a la calidad como “desarrollar, diseñar, manufacturar y mantener un producto de calidad que sea el más económico, útil y siempre satisfactorio para el consumidor” (p.13).

Según Ishikawa (1986) define lo siguiente “El control de calidad es un sistema de métodos de producción que económicamente genera bienes y servicios de calidad acordes con los requisitos de los consumidores. El control de calidad moderno utiliza métodos estadísticos y suele llamarse control de calidad estadísticos” (p.40).

Según W. Edwards Deming (1989) plantea que el control de calidad no significa alcanzar la perfección, más bien conseguir una eficiente producción con la calidad que espera obtener en el mercado (p. 149).

Según Juran y Gryna (1998) exponen a la calidad como ‘es la adecuación para el uso satisfaciendo las necesidades del cliente (p.5) ’.

Según lo enunciado por La Norma ISO 9000 (2000) define a la calidad como el grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos demandados por el cliente.

Feigenbaum. (1986) define lo siguiente “la calidad es la resultante total de las características de un producto en cuanto a mercadotecnia, fabricación y mantenimiento por medio de las cuales dicho producto en uso .satisfará las expectativas de cliente”. (p.37).

Reeves y Bednar (1994) definen los siguiente “No se pretende decir que una definición de calidad es mejor que otra, sino va a depender de lo que el cliente

externo necesita de esa empresa, esa definición es la que va a serle útil .ninguna definición de calidad es mejor, en cada situación porque cada definición tiene, tanto fortalezas como debilidades con relación a los criterios tales como dimensiones y generalidades, utilidades gerenciales y relevancia para el consumidor (p.74).

En propia palabras la calidad es el producto que recibe el cliente y el cual satisface todo lo requerido por este , como consecuencia de una serie de procedimientos que busca lograr un buen producto no solo para la empresa si no para el usuario final .

### **Definición de control de calidad**

Al haber podido definir el término de calidad ahora se va definir el control de calidad. La ASQ (American Society for Quality) define el control de calidad como un conjunto de técnicas y actividades que son utilizadas para cumplir con los requerimientos de calidad. Las técnicas abarcan los niveles y medidas para asegurar una alta calidad de los productos a través de los procesos de manufactura.

Con la definición del control de calidad por parte de la ASQ, una empresa de manufactura debe fijarse en todos los procesos de fabricación para obtener como resultado un producto final deseado. Para lograrlo debe tomar un control de cada proceso y así poder asegurar que el producto entregado al cliente sea el apropiado.

Cuando una empresa de manufactura tiene un proceso, el cual no se encuentra bajo control, éste puede generar fallas las cuales a veces no son detectadas a tiempo y el resultado sólo resalta cuando el producto es terminado. Si una empresa quiere asegurar que el producto entregado es de calidad debe generar medidas y registros en cada etapa del proceso

asegurándose que esté debidamente controlado según los estándares de la industria y de esta manera poder servir al cliente con eficacia (entregas a tiempo y según lo pedido).

Según Loza (2010) Para realizar un control de calidad se debe partir del paso previo, el planeamiento de la calidad. Primero se debe entender los procesos a controlar según las necesidades de los clientes en su producto. Luego Juran propone realizar un diagrama de flujo del proceso para indicar los puntos de control escogidos. Por medio de un control se evalúa el actual desempeño de los procesos. Este desempeño es reportado a los directivos, el cual lo compara con la meta que quieren lograr, si existe una gran diferencia se ordena que se tome un control en el proceso y de esta manera poder alinear el proceso a la meta que se quiere conseguir.

Juran por medio del control propone tres criterios: saber cuáles son las metas a conseguir, saber cómo se encuentra el actual desempeño y realizar el cambio del desempeño cuando los procesos no se encuentran conformes con las metas o estándares preestablecidos, sin estos tres criterios no se puede mencionar que un proceso se encuentre bajo control.

### **Requerimientos de la calidad.**

Tang (2007.) define lo siguiente, La base del control de calidad se debe a los requerimientos de los clientes. Para poder elaborar un producto se debe tomar en cuenta la demanda que existen en el mercado y esto sólo se va a lograr de acuerdo a las características de calidad solicitados por los clientes. Estas especificaciones son parte importante para poder realizar el desarrollo del producto.

El control de calidad se enfoca en cómo se traslada los requerimientos de los clientes dentro de las características de calidad al producto y éstas se deben a las características de calidad de las piezas, características de calidad de la geometría y características de calidad de la tolerancia.

El desarrollo de productos dentro de una empresa conlleva a la realización del diseño y planeación del mismo. El diseño se refiere a las especificaciones

según lo acordado con el cliente, es decir las funciones y desempeño que va a tener el producto. El planeamiento se centra en cómo se va a ir elaborando durante un transcurso del tiempo el producto. En estos dos términos ingresa el control de calidad, el cual va a supervisar todas las actividades claves para el diseño y planeación del producto.

El control de calidad en el desarrollo del producto se elabora a través del proceso de traslado de los requerimientos de los clientes para convertirlos en características de calidad del producto.

Las características de calidad del producto son las propiedades y el desempeño que representa. El proceso de desarrollo del producto es un proceso gradual que pasa de lo inmaterial a lo material, el cual contiene características de calidad en cada fase de diseño, las cuales no son las mismas. Estas características pueden ser divididas dentro de los siguientes niveles: (pp1561 1565).

Nivel de producto

Nivel de componente

Nivel de piezas

Nivel de geometría

Nivel de tolerancia

### **Características de calidad del producto**

Según Izoa (2010) Las características de calidad del producto se encuentran en la cima de la jerarquía del Gráfico 1. Este es el comienzo del diseño del producto. De acuerdo a los requerimientos de los clientes (desempeño, características, confiabilidad, conformidad, durabilidad, servicio, estética y percepción de la calidad), los diseñadores primero determinan el producto como un todo para poder definir la estructura y todos sus componentes. El esquema de la estructura y los componentes de un producto está siendo representado por las características de calidad del producto. Estos componentes son considerados como una porción relativamente independiente, las cuales son ensambladas juntas.

## **Características de calidad de los componentes**

Según Iloa (2010) Los CC de los componentes no solo están afectados por las CC de los productos sino que también hacen un contraste con la función, el desempeño, el costo y las relaciones de ensamble con otros componentes del producto.

### Características de calidad de las partes

Según Iloa (2010) Las CC de las partes indican la forma geométrica de las piezas, el material que es utilizado, la precisión de cada componente y la relación que existen entre otras partes del producto. También se debe considerar las funciones de desempeño, costos y manufactura de ensamble. Este nivel puede ser expresado de forma cuantitativa.

### **Característica de calidad de la geometría**

Esta indica los tipos, las orientaciones relativas, los parámetros de las características de las piezas y las relaciones entre las características.

### Características de las tolerancias

En este nivel se expresa los atributos de las características geométricas de las piezas, las cuales incluyen el tamaño (largo y ancho de una pieza), los rangos de precisión y las tolerancias que pueden admitir las piezas. Tanto las CC de la geometría y las CC de la tolerancia se encuentran al final del Gráfico para realizar un producto. Esta parte refleja los niveles más finos y precisos para el producto. Por ello son representados de forma cuantitativa.

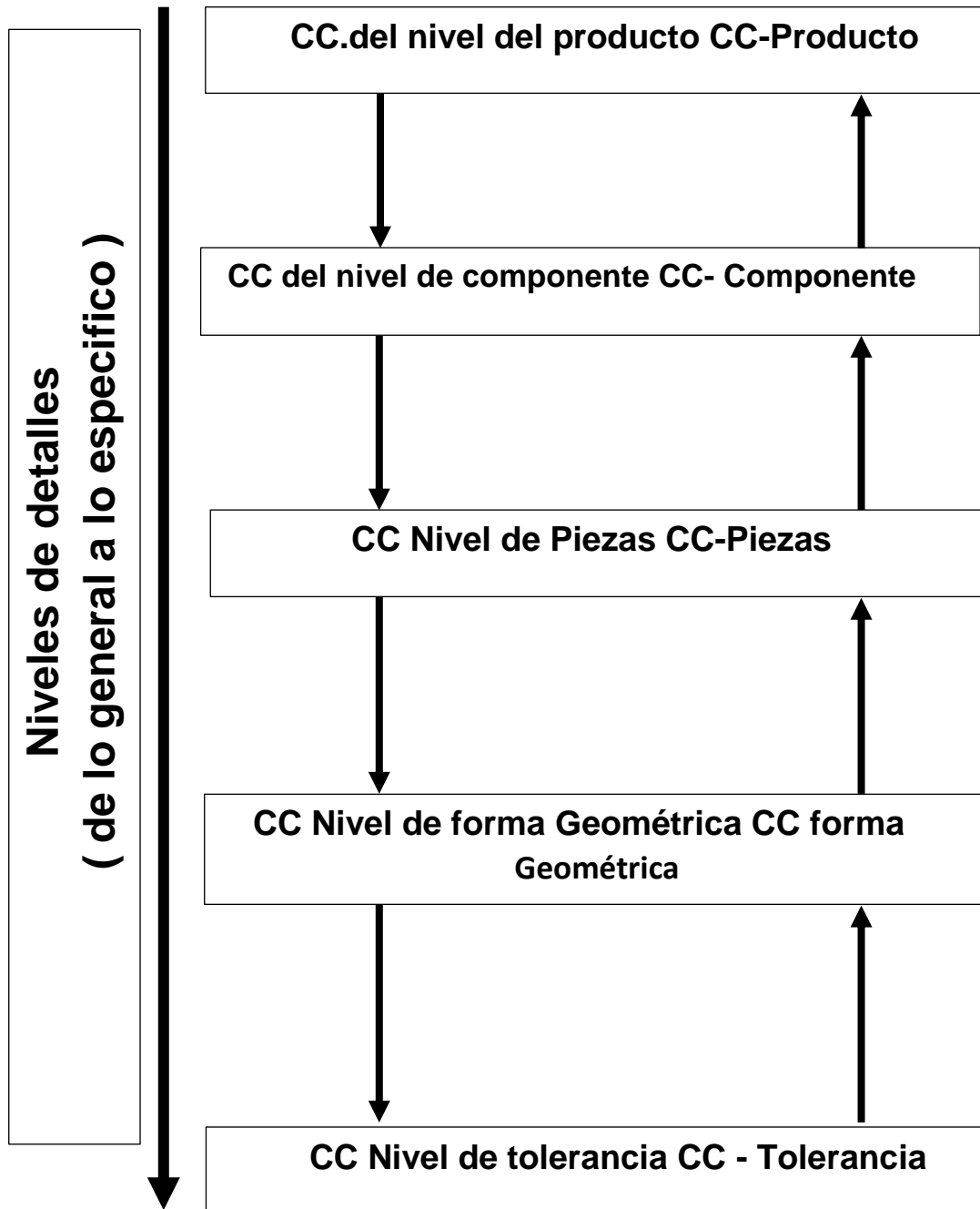
Con estos niveles juntos se determinan los planes para la realización de los procesos en la manufactura, es decir la secuencia de actividades que va a seguir los componentes. Estos van a afectar directamente la calidad del producto.

Es a través de estos niveles que se logra realizar una recopilación de la información por parte del cliente para poder traducirlo en el diseño de piezas que cumplan con las características especificadas, es decir que el producto final cumpla la función por la cual se fabricó.



FIGURA N° 3

RELACIÓN ENTRE NIVELES DE CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD



Fuente Elaboración propia

## **Enfoques de la calidad**

Según Méndez (2012) clasifico el enfoque de calidad en enfoque de la calidad psicológico (trascendente), enfoque de la calidad basado en el usuario y en el valor, con este planteamiento se establece un binomio constante precio-calidad; se considera que la calidad de un bien o servicio está determinada por su precio.

Para un precio dado se pretende alcanzar la máxima calidad, por consiguiente la calidad es función del coste como base determinante en la configuración del precio. Esta formulación, enraizada en la teoría económica, exige a las empresas la consideración de la calidad bajo una perspectiva centrada en el mercado., externa a la empresa, que nuevamente focaliza sus esfuerzos en la eficacia.

### **Enfoque de la calidad basado en el proceso de fabricación.**

Se trata de un concepto que utiliza como fundamento de la calidad la conformidad con las especificaciones recogidas en el diseño del producto. Los procesos, junto a las estrategias de fabricación, se encargan de garantizar la calidad.

Resulta de especial interés para la fabricación de productos industriales y representa una perspectiva interna de la calidad centrada en la búsqueda de la eficiencia por parte de las empresas.

### **Enfoque de la calidad basado en el producto o en el servicio.**

En la medida que el producto mejore sus atributos, mejorará su calidad; tales atributos darán lugar a nuevas especificaciones. Desde esta orientación las estrategias de marketing resultan fundamentales. Es una idea próxima a la de la fabricación; en ella nuevamente la búsqueda de la eficiencia es una constante presidida por una perspectiva de la calidad interna a la empresa

## **Herramientas de básicas del control de calidad**

Según Talavera (2012) enuncio que estas herramientas, que posteriormente fueron denominadas “las siete herramientas básicas de la calidad”, pueden ser

descritas genéricamente como métodos para la mejora continua y la solución de problemas.

Estas herramientas de calidad engloban:

Diagrama causa efecto

Hoja de comparación

Gráficos de control.

Histograma.

Diagrama de Pareto

Diagrama de dispersión.

Estratificación.

### **Diagrama Causa – Efecto**

**Según Talavera (2012) menciono que:**

**El Diagrama Causa Efecto de Ishikawa**, conocido también como diagrama de “espina de pescado”, ideado por Kaoru Ishikawa, fue aplicado por primera vez (en todos sus procesos) por la Kawasaki Iron Fukiai Works, en 1952. De las siete herramientas básicas de la calidad, es la única de naturaleza no estadística.

En su base está la idea de que un problema puede estar provocado por numerosas causas, contrarrestando la tendencia a considerar una sola de ellas.

Definir el efecto o resultado a analizar: Esta definición debe estar hecha en términos operativos, lo suficientemente específicos para que no existan dudas sobre qué se pretende, de modo que el efecto estudiado sea comprendido por los miembros del equipo.

Situar el efecto o característica a examinar en el lado derecho de lo que será el diagrama: En éste debe aparecer, al menos, una breve descripción del efecto.

Trazar una línea hacia la izquierda, partiendo del recuadro

Identificar las causas principales que inciden sobre el efecto: Éstas serán las ramas principales del diagrama causa efecto de Ishikawa y constituirán las categorías bajo las cuales se relacionarán otras posibles causas.

Situar cada una de las categorías principales de causas en sendos recuadros conectados con la línea central.

Identificar, para cada rama principal, otros factores específicos que puedan ser causa del efecto.

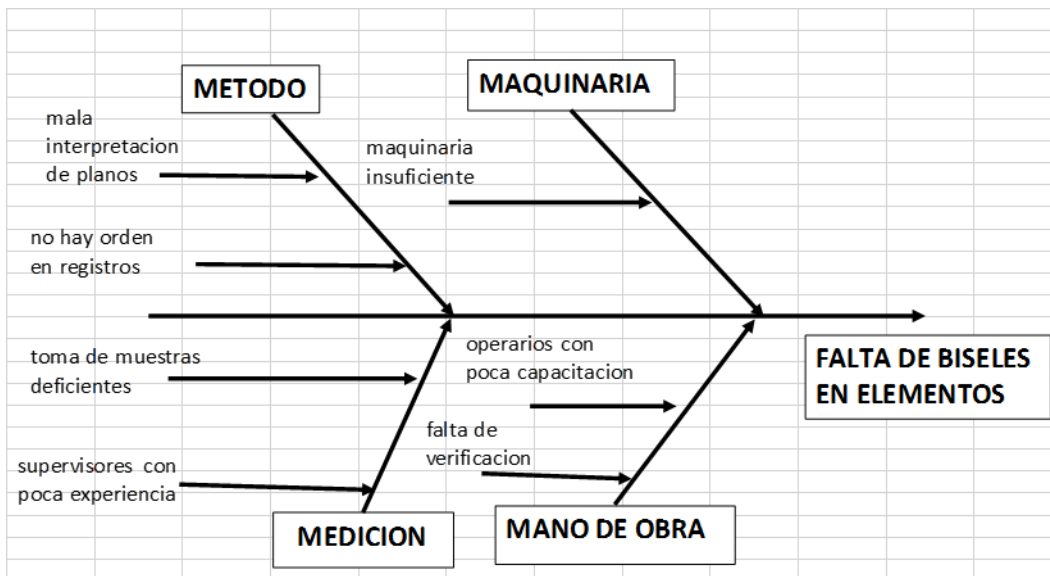
Estos factores formarán las ramas de segundo nivel. A su vez, éstas podrán expandirse en otras de tercer nivel, y así sucesivamente. Para esta expansión recurrente, será útil emplear series de preguntas iniciadas con: ¿Por qué? Asimismo, para desplegar las ramas y sus distintos niveles, puede utilizarse el método de la tormenta de ideas.

Verificar la inclusión de factores. Será preciso revisar el diagrama para asegurar que se han incluido todos los factores causales posibles.

Analizar el diagrama. El análisis debe ayudar a identificar las causas reales. Un diagrama causa efecto de Ishikawa identifica únicamente causas potenciales. Por tanto será preciso llevar a cabo una toma de datos posterior, y su pertinente análisis, para llegar a conclusiones sólidas sobre las causas principales del efecto. En esta fase posterior, el diagrama de Pareto puede ser utilizado como valiosa herramienta.

FIGURA N°4

DIAGRAMA DE ISHIKAWA



**Fuente: Elaboración propia  
Adaptación del modelo de Ishikawa**

## **Hoja de Comprobación.**

Según Talavera (2012) enunció: Las hojas de comprobación (también llamadas “de verificación”, “de control” o “de chequeo”) son impresos con formato de tabla o diagrama, destinados a registrar datos relativos a la ocurrencia de determinados sucesos, mediante un método sencillo.

Las hojas de comprobación facilitan el registro de datos de forma fácil y comprensible.

Suponen poca interferencia con la actividad habitual de quien realiza el registro.

Permiten que los patrones de comportamiento de un fenómeno se visualicen rápidamente.

Facilitan el estudio de los síntomas de un problema.

Ayudan a investigar las causas de un problema.

Permiten analizar datos para probar alguna hipótesis.

Esta técnica de recogida de datos se prepara de manera que su uso sea fácil e interfiera lo menos posible con la actividad de quien realiza el registro. En la mejora de la Calidad, se utiliza tanto en el estudio de los síntomas de un problema, como en la investigación de las causas o en la recogida y análisis de datos para probar alguna hipótesis. Las hojas de comprobación centran la atención en los hechos, es decir, objetiva un problema sobre la base de datos que ofrezcan una perspectiva realista.

Los datos a coleccionar pueden ser de muy distinta naturaleza así como los fenómenos a estudiar. Asimismo los tipos de formatos hojas de comprobación pueden ser muy diversos de modo que se ajusten al problema o hipótesis a analizar.

## **Fases de Aplicación de las Hojas de Comprobación**

### **Según Talavera (2012) menciono que:**

Determinar el objetivo Precisándolo de manera clara e inequívoca: verificar la distribución de un proceso, revisar defectos y/o errores, contar la frecuencia en la ocurrencia incidencias...

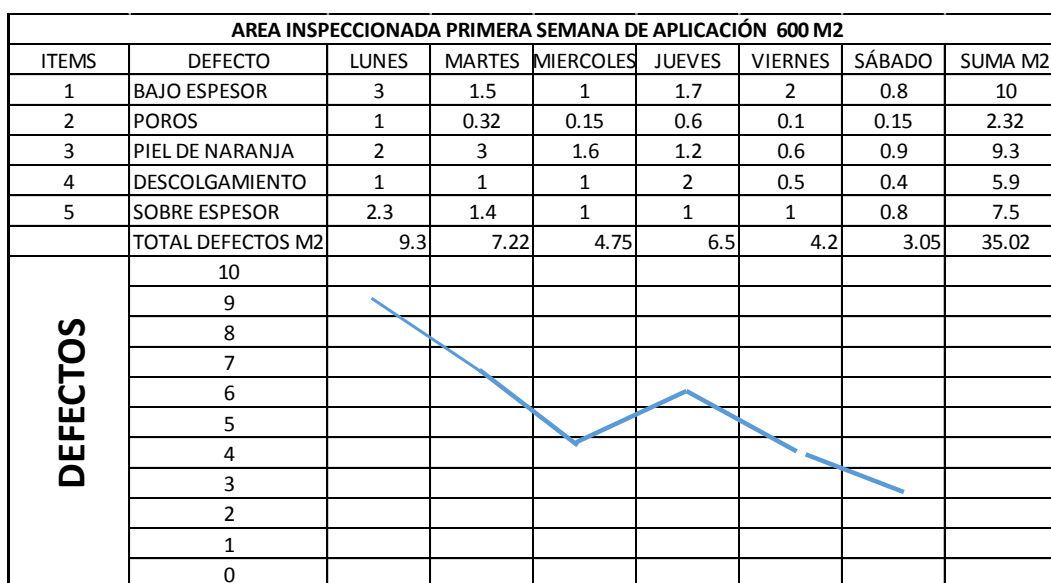
Definir el modo en que se llevará a cabo el registro

En este paso se establece quién efectuará el registro, cómo y dónde, si se registrarán todas las ocurrencias o se realizará un muestreo,

Diseñar la hoja de comprobación La hoja de comprobación ha de permitir que el registro de datos sea sencillo, que la situación registrada pueda entenderse con inmediatez y que los datos no presenten dificultad para ser procesados.

Tomar datos Una vez diseñada la hoja de comprobación se procede a iniciar la toma de datos. (pp: 25-35)

Grafico N°1



Hoja de comprobación para descripción de defectos en la aplicación de recubrimiento.

Fuente: propia

## Gráficos de Control Herramienta

Según López (2012) enunció que el gráfico de control de herramientas:

Es un gráfico estadístico utilizado para controlar y mejorar un proceso mediante el análisis de su variación a través del tiempo. La variación de una determinada característica de calidad puede ser cuantificada realizando un muestreo de las salidas del proceso y estimando los parámetros de su distribución estadística. Se dio inicio así a un moderno control de calidad, fundamentado en el control estadístico del proceso y rebasando al clásico control de calidad, limitado a la inspección final del producto.

Los cambios en la distribución pueden comprobarse representando ciertos parámetros en un gráfico en función del tiempo, denominado gráfico de control.

Todo proceso tendrá variaciones, pudiendo estas agruparse en:

Causas aleatorias de variación. Son causas desconocidas y con poca significación, debidas al azar y presentes en todo proceso.

Causas específicas (imputables o asignables). Normalmente no deben estar presentes en el proceso. Provocan variaciones significativas.

Las causas aleatorias son de difícil identificación y eliminación. Las causas específicas sí pueden ser descubiertas y eliminadas, para alcanzar el objetivo de estabilizar el proceso.

Existen diferentes tipos de gráficos de control:

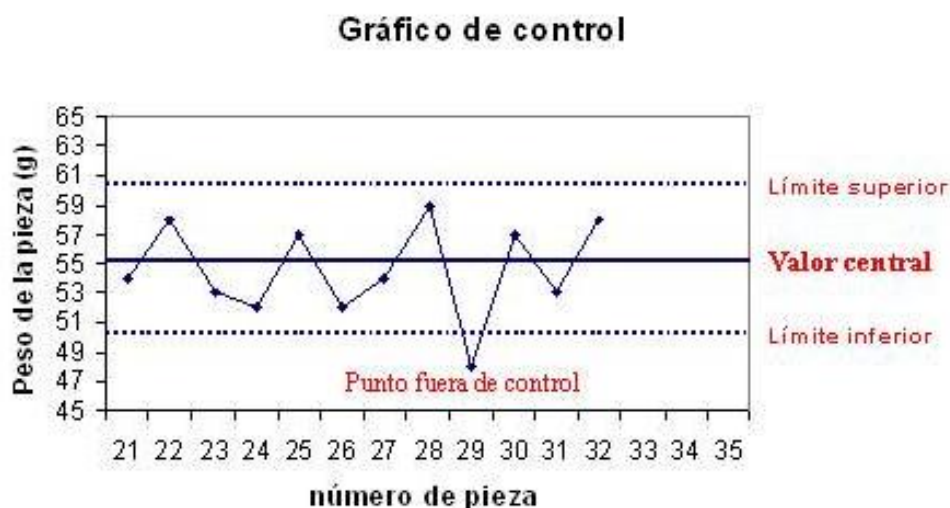
De datos por variables. Que a su vez pueden ser de media y rango, mediana y rango, y valores medidos individuales.

De datos por atributos. Del estilo aceptable / inaceptable, sí / no

En la base de los gráficos de control está la idea de que la variación de una característica de calidad puede cuantificarse obteniendo muestras de las salidas de un proceso y estimando los parámetros de su distribución estadística. La representación de esos parámetros en un gráfico, en función del tiempo, permitirá la comprobación de los cambios en la distribución.

El gráfico cuenta con una línea central y con dos límites de control, uno superior (LCS) y otro inferior (LCI), que se establecen a  $\pm 3$  desviaciones típicas (sigma) de la media (la línea central). El espacio entre ambos límites define la variación aleatoria del proceso. Los puntos que exceden estos límites indicarían la posible presencia de causas específicas de variación.

GRAFICO N°2



Fuente: las 7 herramientas de la calidad

## Histogramas:

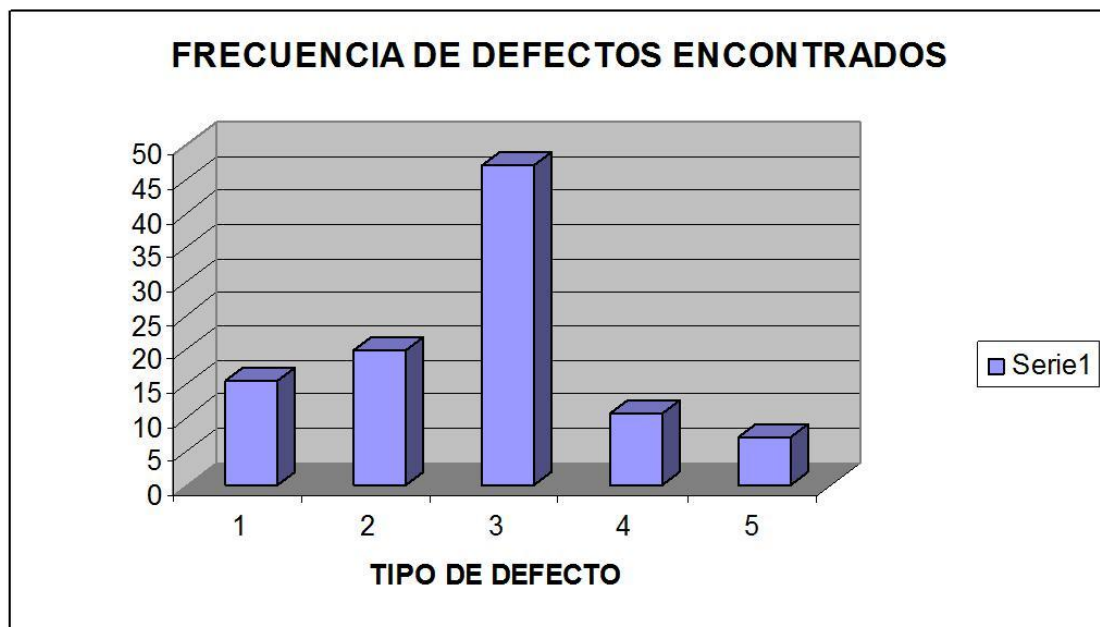
**Según Talavera (2012)** menciona que el gráfico de barras verticales que representa la distribución de frecuencias de un conjunto de datos.

El histograma es especialmente útil cuando se tiene un amplio número de datos que es preciso organizar, para analizar más detalladamente o tomar decisiones sobre la base de ellos. También es un medio eficaz para transmitir a otras personas información sobre un proceso de forma precisa e inteligible.

Otra aplicación de sumo interés del histograma es la comparación de los resultados de un proceso con las especificaciones previamente establecidas para el mismo. En este caso, mediante el histograma, puede determinarse en qué grado el proceso está produciendo buenos resultados y hasta qué punto existen desviaciones respecto a los límites fijados en las especificaciones.

En este sentido, el estudio de la distribución de los datos puede ser un excelente punto de partida para establecer hipótesis acerca de un funcionamiento insatisfactorio.

GRAFICO N°3



Fuente: las 7 herramientas de la calidad



## Diagrama de Pareto

Según Talavera (2012) menciona que: También conocido como Análisis de Pareto, esta herramienta ofrece una gráfica de barras. El ancho de las barras representa la frecuencia de algún dato sea cualitativo o cuantitativo, los cuales son dibujados en el gráfico, de mayor frecuencia a la izquierda y los de menor frecuencia hacia la derecha. A través de este arreglo el gráfico muestra cuales situaciones son más significativas. El gráfico de Pareto se usa cuando:

Se quiere analizar datos acerca de los problemas o causas de un proceso.

Existe en una empresa muchos problemas o causas y se quiere centrar en la más significativa.

Se quiere analizar causas observando los problemas específicos.

Se quiere comunicar sobre los datos en un proceso a un sector de la empresa.

Con la obtención de datos y el uso de estas herramientas se puede realizar un análisis de ellos para encontrar posibles mejoras en los procesos.

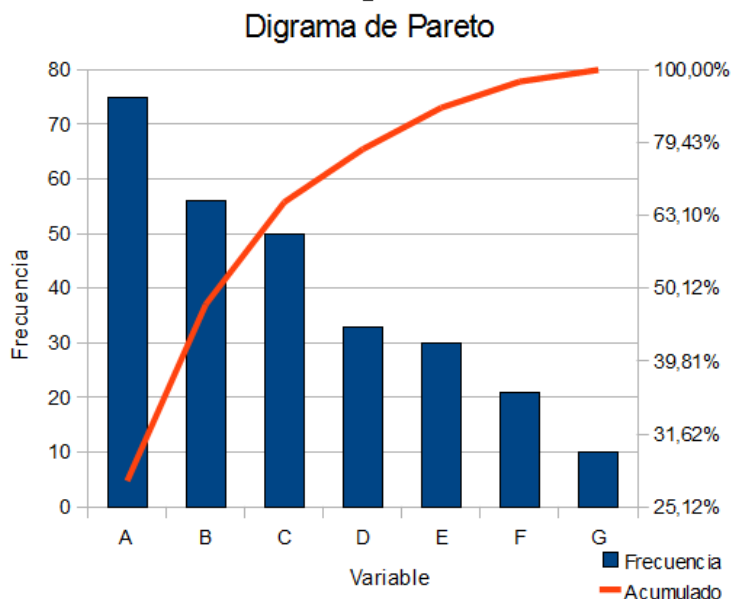
Según Cheng (2008) Para tener certeza de que los controles de calidad manteniéndose en una empresa, uno debe crear los documentos que lo certifiquen. A veces muchas compañías descuidan su documentación de los procesos por encontrarse en un ambiente estable de desempeño. Pero en ocasiones se convierte en un problema debido a las diferentes personas que pueden operar un proceso, así cambiando el enfoque que pongan en sus responsabilidades del trabajo.

Esto se convierte en un problema al no estar seguro, cuál enfoque es el correcto. Para no incurrir este tipo de problemas es necesario documentar el trabajo (instructivo), el cual indique como realizar de manera clara el proceso y de esta forma se mantienen un desempeño consistente (p20).

Según la Robertson (2004) Cuando se origina una falta de coordinación en los sistemas dentro de una empresa para la creación, revisión, aprovisionamiento, almacenaje, etc. recae en los resultados de la fabricación de los productos como problemas de calidad, retornos del cliente, Reprocesos del producto y desechos.

Para poder evitar estos problemas, la comprensión de la creación de documentos para los procesos asegura una organizada administración, ayudando a la manufactura del producto y viéndose resultados en la alta calidad, control de costos y optimización eficiente de la manufactura, especialmente cuando el trabajo es tercerizado (p54).

## GRAFICO N°4



**Fuente: las 7 herramientas de la calidad**

### Diagrama de dispersión.

Según Talavera (2012) El diagrama de dispersión permite analizar si existe algún tipo de relación entre dos variables. Por ejemplo, puede ocurrir que dos variables estén relacionadas de manera que al aumentar el valor de una, se incremente el de la otra. En este caso hablaríamos de la existencia de una correlación positiva.

También podría ocurrir que al producirse una en un sentido, la otra derive en el sentido contrario; por ejemplo, al aumentar el valor de la variable x, se reduzca el de la variable y. Entonces, se estaría ante una correlación negativa. Si los valores de ambas variables se revelan independientes entre sí, se afirmaría que no existe correlación.

El diagrama de dispersión es una herramienta gráfica que ayuda a identificar la posible relación entre dos variables. Representa la relación entre dos variables de forma gráfica, lo que hace más fácil visualizar e interpretar los datos.

De otro lado, calculando el coeficiente de correlación entre dos variables, permite cuantificar el grado de relación entre ambas, así como su signo. El valor de este coeficiente puede estar comprendido entre  $-1$  y  $1$ .

Cuando toma un valor próximo a  $-1$ , la correlación es fuerte y negativa. Si el valor es cercano a  $+1$ , la correlación es fuerte y positiva.

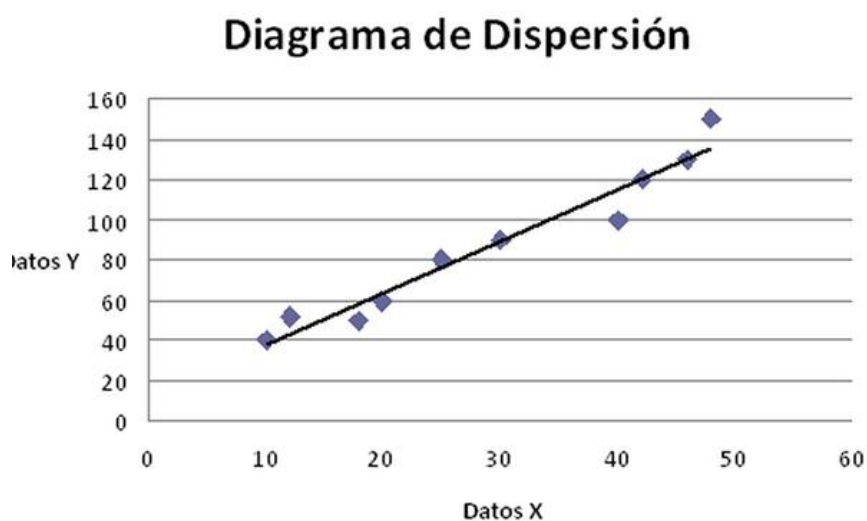
Si el coeficiente de correlación lineal presenta un valor próximo a  $0$ , la correlación es débil.

Un coeficiente de 0 indicaría independencia total entre ambas variables. A su vez, un coeficiente de correlación lineal de 1 ó de -1 señalaría que entre ambas variables hay dependencia funcional, positiva o negativa según el signo del coeficiente.

Esta correlación puede señalar, pero no por ello probar, una relación causal, es decir, no predice relaciones causa – efecto, sino que muestra la intensidad de la relación entre dos variables. Por lo tanto, es importante no apresurarse a obtener conclusiones sobre la relación entre las variables, ya que puede ser otra tercera que afecte a la relación.

En el diagrama de dispersión de ejemplo las variables a analizar son las puntuaciones medias obtenidas para los distintos factores del servicio, tanto en percepción (X) como en expectativas (Y), a partir de una muestra de usuarios de un servicio administrativo a los que se les administró una encuesta de satisfacción.

**GRAFICO N°5**



**Fuente: las 7 herramientas de la calidad**

**Definición de plan de calidad:**

La norma Internacional ISO (2015) define el plan de la calidad como una especificación de los procedimientos y recursos asociados a aplicar, cuándo deben aplicarse y quién debe aplicarlos a un objeto específico.

Nota 1 a la entrada: Estos procedimientos generalmente incluyen aquellos relativos a los procesos de gestión de la calidad y a los procesos de realización del producto y servicio

Nota 2 a la entrada: Un plan de la calidad hace referencia con frecuencia a partes del manual de la calidad o a documentos de procedimiento.

Nota 3 a la entrada: Un plan de la calidad es generalmente uno de los resultados de la planificación de la calidad (p. 25).

En definición propia un plan de calidad es un documento que establece las prácticas de calidad de forma específica, los recursos destinados y las secuencias a realizar para la obtención de un producto determinado.

## **EL CONTROL ESTADÍSTICO DEL PROCESO**

Según Pimentel (2005) El control Estadístico del Proceso fue desarrollado por el Dr. Walter Shewhart, el cual trabajaba para Bell Telephone's por el año de 1920. Al principio Shewhart ayudó en la inspección de la planta Hawthorne Works de la compañía Western Electric Company para reducir la vacación que tenía la fabricación de su producto. Lo que hizo Shewhart fue cuestionarse una pregunta: ¿La variabilidad en el proceso es por el resultado de patrones causales (causas comunes) o patrones variables (causas asignables)?. Con la resolución de esta pregunta Shewhart desarrollo una herramienta básica: el SPC (Statistical Process Control) conocido como el Control Estadístico del Proceso utilizando las gráficas de control

El Control Estadístico del Proceso es utilizado para el monitoreo y control de los procesos de manufactura. Pero la efectividad del uso de estas gráficas va a depender del reconocimiento de las situaciones de procesos fuera de control.

El uso de esta herramienta, permite entender los procesos de una organización para que la gerencia pueda tomar decisiones con respecto a ellas, y de esta manera dirigir un plan de mejora de la calidad dentro de la organización reduciendo los costos y utilizando los recursos de manera eficiente.

Lo que se quiere evitar con este método es detener el ineficaz desempeño dentro de los procesos llegando a mejorarlos y estabilizarlos.

Esta herramienta permite el uso de técnicas que ayudan a la industria de la manufactura o servicios para mantener la estabilidad en los procesos. De esta manera se puede observar la capacidad de los procesos para poder ser comparadas con lo que se quiere entregar a los clientes.

Es así que a través de una metodología, el Control Estadístico del Proceso mantiene la estabilidad del proceso y así poder medir su capacidad y desempeño. Las gráficas de control son parte importante para la implementación de un Control Estadístico del proceso, ya que tiene la habilidad de separar los especiales disturbios (datos fuera de control) de los datos inherentes a variabilidad (datos bajo control). A pesar de ello, la gráfica de control puede indicar cuándo se debe buscar un problema de variabilidad debido a los límites que presenta.

El reconocimiento de los patrones no comunes en las gráficas de control permite observar las desviaciones de los procesos en la industria.

### **Muestreo por aceptación:**

Según Grant y Leavenworth 2004 El muestreo de aceptación es realizado en las maestranzas en diversas etapas de la fabricación. Se puede realizar en una relación entre cliente-proveedor y así aplicar una medida defensiva la materia prima recibida, se puede realizar una inspección a los procesos productivos, se puede realizar una inspección al producto terminado o por última instancia el cliente puede realizar una inspección del producto entregado. (p.247).

Según Gutiérrez y De La Vara 2009, Cuando se quiere aplicar una técnica de inspección a un lote se tiene tres alternativas: cero inspecciones, inspección al 100% y muestreo por aceptación (p.222).

Cero inspecciones: Es entregar un lote al cliente sin realizarle ninguna inspección. Este plan se utiliza cuando el proceso analizado se encuentra bajo control es decir dentro de los límites de tolerancia.

Inspección 100%: Con este plan se hace la revisión de todos los productos por un proceso y se separan los buenos de los defectuosos. Estos últimos pueden ser rechazados o reprocesados. Este plan es útil cuando se corre un gran

riesgo en pasar un producto defectuoso, lo cual generaría una gran pérdida económica.

Muestreo de aceptación: El muestreo de aceptación es útil cuando:

Se realiza pruebas destructivas sino todos los productos serían dañados por las pruebas.

Cuando el costos de pasar unidades defectuosas es menor a la inspección 100%.

Cuando la capacidad del proceso no se encuentra estable, lo cual necesita realizarse una inspección a pesar de tener buenos niveles de calidad con el cliente.

Cuando el lote para inspeccionar es de gran cantidad y una inspección al 100% podría dejar pasar más artículos defectuosos.

### **Ventajas-Desventajas del muestreo por aceptación**

Según Gutiérrez y De La Vara ( 2009 )Dentro de las ventajas del muestreo por aceptación en comparación al 100% se encuentran ( p. 323-324).

Menor costo por inspeccionar menos (pero se generan algunos costos por la planificación de los planes de inspección).

El producto sufre menor daño.

Se requiere menor personal para la inspección.

Es aplicable en pruebas destructivas.

Según Gutiérrez y De La Vara (2009) Dentro de las desventajas se tiene (p.324)

Existe un riesgo de aceptar lotes malos o de rechazar lotes buenos.

Se requiere un mayor tiempo para la planificación y documentación el muestreo comparado con la inspección al 100%.

Proporciona menos información sobre el nivel de calidad del proceso de fabricación o del producto.

Para realizar un muestreo de aceptación por atributos se utiliza la norma MILITARY STANDARD 105E, mientras que para realizar un muestreo por variables se utiliza la norma MILITARY STANDARD 404.

#### 4.6 Fases del proyecto:

##### 4.6.1. Recopilación de información

Según Arias (2006) “Se entenderá por técnica, el procedimiento o forma particular de obtener datos o información” (p.67).

También define “Un instrumento de recolección de datos es cualquier recurso, dispositivo o formato (en papel o digital), que se utiliza para Obtener, registrar o almacenar información” (p. 69)

En el período de dos meses se realizó una recopilación de datos a partir de los cuadros de reclamos que tenía el área comercial de Tecpromin Perú S.A. de los clientes en Excel.

En esta base de datos se hizo una columna de observaciones, en el cual se colocó los problemas que pudieron suceder durante la fabricación de una orden de trabajo. Dentro de los datos recopilados a continuación se muestran algunos problemas ocurridos, según el cliente y producto fabricado.

Como se observa en la tabla, durante la fabricación de una orden de servicio se han presentan una serie de problemas en los procesos de fabricación de los elementos componentes de las diversas fabricaciones, tabla.

GRAFICO N°6

Items	Descripcion	Cliente	Reclamo del cliente
1	fabricacion de spol	minera Minsur	las piezas no correspondian las medidas con el control dimensional , los codigos de las piezas no eran correctos
2	fabricacion de espesadores	minera Marsa	piezas sin codificar , piezas no encajaban en estructura, piezas faltantes
3	planta de cal Antapacay	minera Antapacay	piezas en montaje no encajaban , falta de codificacion ,juntas para refuerzo del cilo estaban invertidas , pintura en mal estado

Fuente: elaboración propia

Luego para poder realizar un análisis de esa data, se utilizó la Gráfica de Pareto para detectar cuales eran los problemas más significativos que afectaban a la empresa al momento de realizar una fabricación. Para realizar este gráfico se hizo una recopilación de los problemas que han existido en toda la línea de producción de las maestranzas visitadas, desde el comienzo de la fabricación de un producto hasta la entrega del producto al cliente y se clasificaron de la siguiente forma:

Reproceso de piezas.

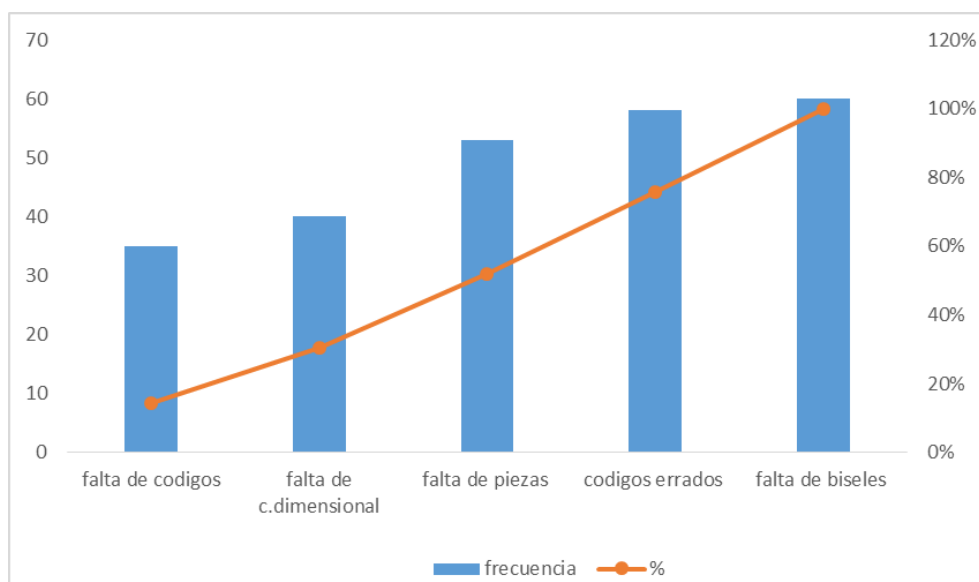
Rechazo de elemento fabricado.

Problema en el diseño.

Retrasos en la entrega del producto final.

No entrega del producto.

GRÁFICO 7



Fuente elaboración propia



Como se puede observar en la Gráfica de Pareto son 3 problemas los que mayormente se encuentran dentro del proceso de una orden de trabajo en la empresa, estos son:

Falta de biseles.

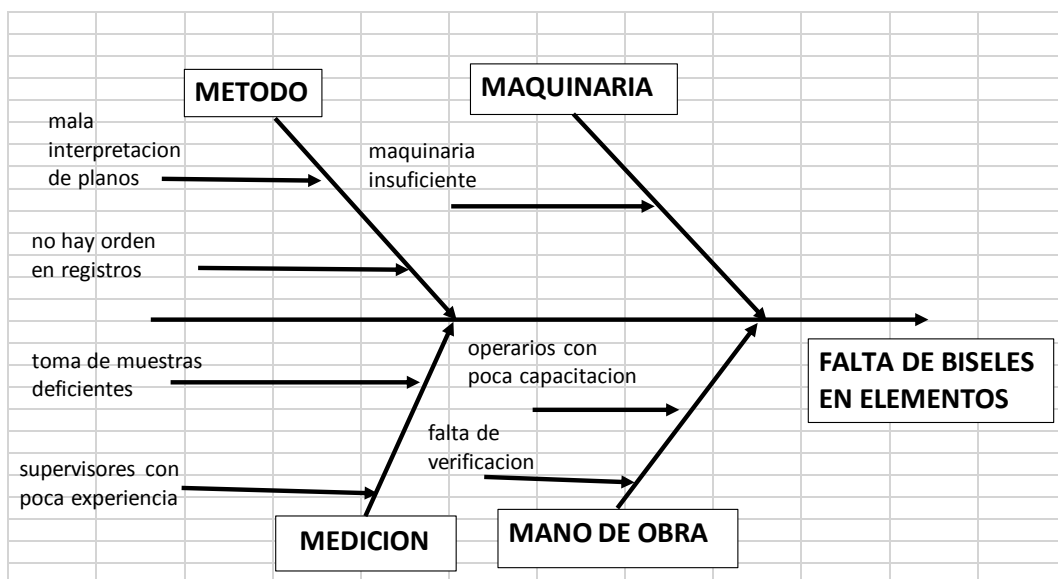
Códigos errados.

Falta de piezas.

Estos 3 problemas se presentan en forma frecuente en el desarrollo de una orden de trabajo, lo cual significa que si se atacan estos problemas habría una mejora en el proceso de la fabricación.

Se va a realizar un análisis del primer problema encontrado en la Gráfica de Pareto, esto debido a que se quiere analizar los problemas de control de calidad que se presentan en las maestranzas. Para saber cuáles fueron las causas que pudieron originar este problema se va a realizar un Diagrama Ishikawa:

Figura N°5  
Diagrama De Ishikawa



Fuente: Elaboración propia

## **Adaptación del modelo de Isikawa**

Se observa en el diagrama la falta de biselado de las piezas suceden en su mayoría por 3 factores: supervisión de piezas inadecuado al momento de fabricarlas, personal inexperto, incorrecta interpretación de planos.

### **4.6.2. Descripción de los procesos de la fabricación:**

La maestranza que fabricara los componentes de la planta de cal cuenta con las siguientes áreas de fabricación.

Área técnica.

Área de acopio de materiales.

Área de habilitado.

Área de rolado

Área de armado

Área de soldadura

Área de limpieza mecánica

Área de preparación superficial.

Área de pintado.

Área de almacenaje de producto terminado

Área de despacho.

Dentro de estas áreas se destacan los siguientes procesos de fabricación de los elementos componentes de la planta de cal:

a- Proceso documentario.

b- Proceso de reconocimiento y estampado de acero

- c- Proceso de habilitado
- d- Proceso de rolado
- e- Proceso de armado
- f- Proceso de soldeo.
- g- Proceso de limpieza mecánica
- h- Proceso de marcado
- i- proceso de pre montaje
- j- Proceso de preparación superficial
- k- Proceso de pintado.
- l- Proceso de almacenaje.

**a- Proceso de documentario.**

Previo al inicio de los procesos de fabricación se requiere cumplir con un requerimiento básico que es la revisión de la documentación básica tales como:

Planos aprobados para fabricación por el área de ingeniería.

Los certificados de los materiales a emplear.

Las calificaciones de los operarios encargados de soldar.

Calificación de personal a cargo de las inspecciones internas.

**b- Proceso de reconocimiento y estampado de acero**

En este proceso todo el material que intervendrá en la fabricación será marcado con estampas visible donde figure un código que indique su colada de origen, esto con el fin de poder determinar su procedencia y composición química y propiedades físicas, esto será registrado por el inspector y llevado al dossier de calidad.

Fotografía N°1



Fuente: Elaboración propia  
Recepción de materiales y marcado

### **c- Proceso de habilitado**

Este procedimiento de corte sirve para que las piezas tengan sus dimensiones definitivas.

El corte puede hacerse con sierra, cizalla, disco o máquina de oxicorte, plasma.

No se permite el corte con arco eléctrico.

El uso de la cizalla se permite solamente para chapas, planos y angulares, de un espesor que no sea superior a 15 mm. La máquina oxicorte se permite tomando las precauciones necesarias para conseguir un corte regular, y para que las tensiones o transformaciones de origen térmico producidas no causen perjuicio alguno.

El óxido adherido y rebabas, estrías o irregularidades en bordes, producidas en el corte, se eliminarán posteriormente mediante piedra esmeril, buril y esmerilado posterior, cepillo o fresa, terminándose con esmerilado fino. Esta

operación deberá efectuarse con mayor esmero en las piezas destinadas a estructuras que serán sometidas a cargas dinámicas.

Los biseles se realizarán con las dimensiones y los ángulos marcados en los planos de taller. Se recomienda su ejecución mediante máquina herramienta u oxicorte automático, con estas prescripciones permitiéndose buril y esmerilado posterior.

Todo ángulo entrante debe ejecutarse sin arista viva, redondeado con el mayor radio posible.

Los agujeros para tornillos se perforan con taladro, autorizándose el uso de punzón en los casos particulares indicados y bajo las condiciones prescritas a continuación:

El punzón debe estar en perfecto estado, sin ningún desgaste ni deterioro. Se permite el punzonado en piezas de acero A36 cuyo espesor no sea mayor que 15 mm., que no se destinen a estructuras sometidas a cargas dinámicas.

El taladro se realizará, en general, a diámetro definitivo, salvo en los agujeros en que sea previsible rectificación para coincidencia. No se permite el punzonado a diámetro definitivo.

El taladrado se ejecuta con diámetro reducido, 1 mm. Menor que el diámetro definitivo, cuando sea previsible rectificación para coincidencia.

El punzonado se ejecuta con diámetro reducido, 3 mm. Menor que el diámetro definitivo.

La rectificación de los agujeros de una costura, si es necesaria, se realiza con escariador mecánico. Se prohíbe hacerlo mediante broca pasante o lima redonda.

Se recomienda que, siempre que sea posible, se taladren de una vez los agujeros que atraviesen dos o más piezas, después de armadas, engrapándolas o atornillándolas fuertemente. Después de taladradas las piezas se separarán para eliminar las rebabas.

Fotografía N°2



Habilitado de vigas principales

Fuente: elaboración propia

### Fotografía N° 3



Habilitado de elementos componentes de planta de ca

Fuente: elaboración propia

#### **d) Proceso de rolado.**

En este proceso las piezas habilitadas que formaran parte del tanque de almacenamiento de la planta de cal son conformados mediante una rola hidráulica que con ayuda de unos rodillos le dará la forma sami esférica con un radio de curvatura determinado, se deberá llevar un control del material recibido y del radio de curvatura, del tipo de acabado de las piezas producidas. El material será previamente dimensionado y escuadrado.

Fotografía N°4



Rolado de elementos componentes del tanque de planta de cal

Fuente: elaboración propia.

### e) Proceso de armado

En este proceso se da forma a los elementos a fabricar, se deberá tener especial cuidado durante este proceso. Esta operación tiene por objeto presentar en taller cada uno de los elementos estructurales que lo requieran, ensamblando las piezas que se han elaborado, sin forzarlas, en la posición relativa que tendrán una vez efectuadas las uniones definitivas.

Se armará el conjunto del elemento, tanto el que ha de unirse definitivamente en taller como el que se unirá en obra.



Las piezas que han de unirse con tornillos calibrados o tornillos de alta resistencia se fijarán con tornillos de armado, de diámetro no más de 2 mm. Menor que el diámetro nominal del agujero correspondiente.

Las piezas que han de unirse con soldadura, se fijarán entre sí con medios adecuados que garanticen, sin una excesiva coacción, la inmovilidad durante el soldeo y enfriamiento subsiguiente, para conseguir exactitud en la posición y facilitar el trabajo de soldeo.

Como medio de fijación de las piezas entre sí puede emplearse puntos de soldadura depositados entre los bordes de las piezas que van a unirse. El número y el tamaño de los puntos de soldadura será el mínimo necesario para asegurar la inmovilidad.

Estos puntos de soldadura pueden englobarse en la soldadura definitiva si se limpian perfectamente de escoria, no presentan fisuras u otros defectos, y después se liman con buril sus cráteres extremos.

Con el armado se verifica que la disposición y la dimensión del elemento se ajuste a las indicadas en los planos de taller.

Deberán rehacerse o rectificarse todas las piezas que no permitan el armado en las condiciones arriba indicadas.

Finalizado el armado, y comprobada su exactitud, se procede a realizar la unión definitiva de las piezas que constituyen las partes que hayan de llevarse terminadas a la obra. No se retirarán las fijaciones de armado hasta que quede asegurada la indeformabilidad de las uniones.

Fotografía N°5



Armado de elementos principales de la estructura soporte

Fuente: elaboración propia.

## f) Proceso de soldeo

Para la selección de este proceso se contó con el apoyo del área de ingeniería, ya que existen una gran cantidad de procesos de soldadura en la actualidad (alrededor de 100 tipos) con sus ventajas y desventajas y se optó por seleccionar tres tipos, SMAW, FCAW y SAW. Que eran los que se ajustaban a la necesidad del proyecto.

Existen dos tipos principales de soldaduras son las soldaduras de filete y a tope o biseladas.

Existen tres posiciones básicas de soldadura y se clasifican se clasifican en: planas, horizontales, verticales y sobrecabeza.

Fotografía N°6



Control de condiciones previo a inicio de soldeo (precalentamiento/control de voltaje y amperaje)

Fuente: elaboración propia.

Fotografía N°7



Trabajos de soldadura en estructuras principales

Fuente: elaboración propia

Fotografía N°8



Ensayos no destructivos, tintes penetrantes (PT)

Fuente: elaboración propia

Fotografía N°9



Ensayos no destructivos, partículas magnéticas (MT)

Fuente: elaboración propia

Fotografía N°10



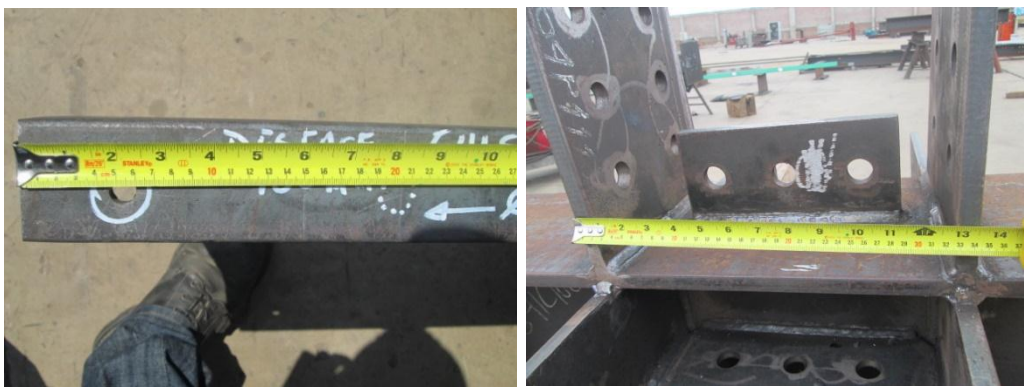
Ensayos no destructivos, ultrasonido convencional (UT)

Fuente: elaboración propia

### G -Proceso de Control dimensional.

Culminado el proceso de soldeo aplicaremos un riguroso control dimensional de los elementos según su importancia se tomara un muestreo de los componentes, esto nos permitirá medir los parámetros dimensionales de los productos y en consecuencia controlar la calidad de los mismos y la de sus procesos de fabricación.

Fotografía N°11



Control dimensional post soldeo

Fuente: elaboración propia

Fotografía N°11



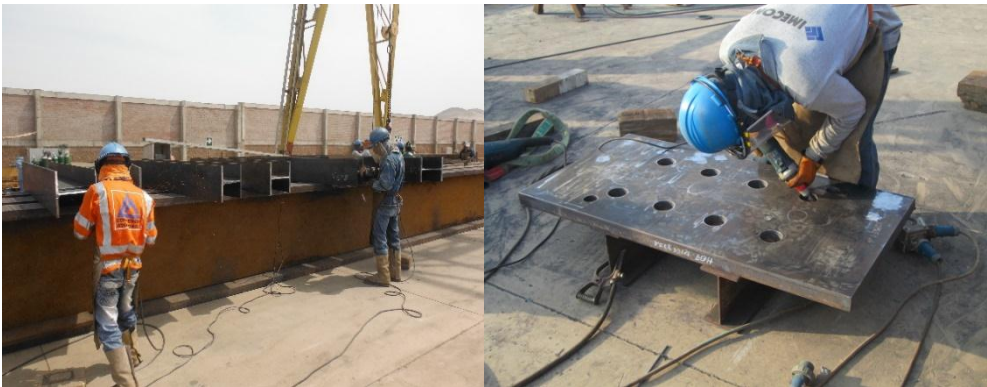
**Control dimensional post soldeo /perforaciones**

**Fuente: elaboración propia**

### **h-Proceso de limpieza mecánica**

En este proceso se combinara el empleo de herramientas mecánicas manuales y del tipo eléctrica con el fin de preparar una superficie metálica para pintarla, eliminando la cascarilla de laminado suelta, la herrumbre suelta y la pintura suelta con cepillos eléctricos, de impacto eléctrico, esmeril eléctrico, o mediante la combinación de varios de estos métodos. Al término de la limpieza, la superficie deberá presentarse rugosa y con un claro brillo metálico. En este tipo de limpieza hay que tener cuidado de no dañar la superficie metálica a fin de lograr una buena adherencia de las pinturas a la base.

Fotografía N°12



Limpieza mecánica

Fuente: elaboración propia

Fotografía N°13



Limpieza mecánica

Fuente: elaboración propia

### **i-Proceso de marcado**

Culminado el proceso de limpieza mecánica se colocara en cada una de las piezas preparadas en el taller se marcará con cuño la identificación correspondiente con que ha sido designada en los planos de taller para el armado de los distintos elementos.



Del mismo modo, cada uno de los elementos terminados en el taller llevará la marca de identificación prevista en los planos de taller para determinar su posición relativa en el conjunto de la obra.

Fotografía N°14



Marcado de estructuras

Fuente: elaboración propia

#### j-Proceso de pre-montaje

En este proceso se simularan todas las condiciones de montaje en obra es muy importante ya que durante esta fase se realiza un control de calidad minucioso en todos los componentes ya que se simulan los calces se verifican las perforaciones, las marcas de cada uno de los componentes, nivelaciones y diagonales. Descartando fallas en el montaje en obra, según el porcentaje de hallazgos por contrato se podrá pedir un mayor número de piezas pre montadas a costo del fabricante.

FotografíaN°15



Nivelación de cono principal de descarga

Fuente: elaboración propia

Fotografía N° 15



Nivelación de base cono principal de descarga

Fuente: elaboración propia

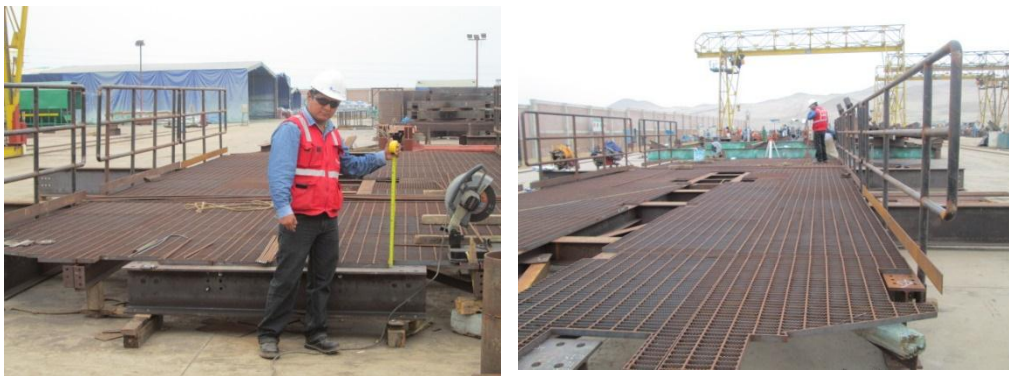
Fotografía N° 16



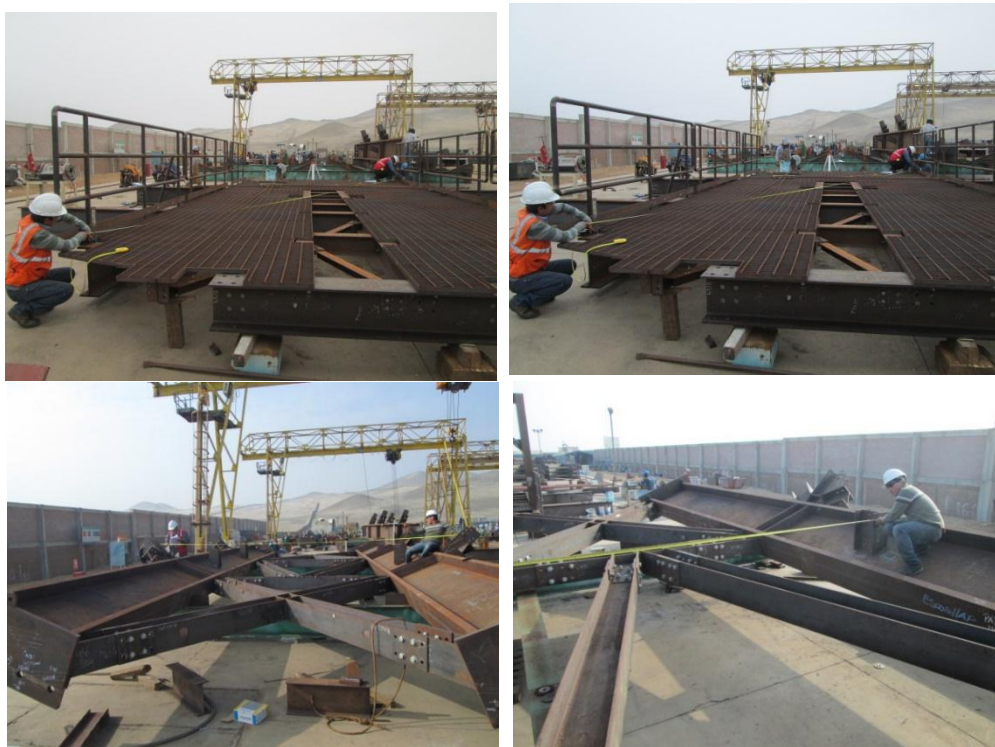
Nivelación de plataforma principal

Fuente: elaboración propia

Fotografía N°17



Fotografía N° 18



Control de escuadrado y diagonales de estructura principal

Fuente: elaboración propia

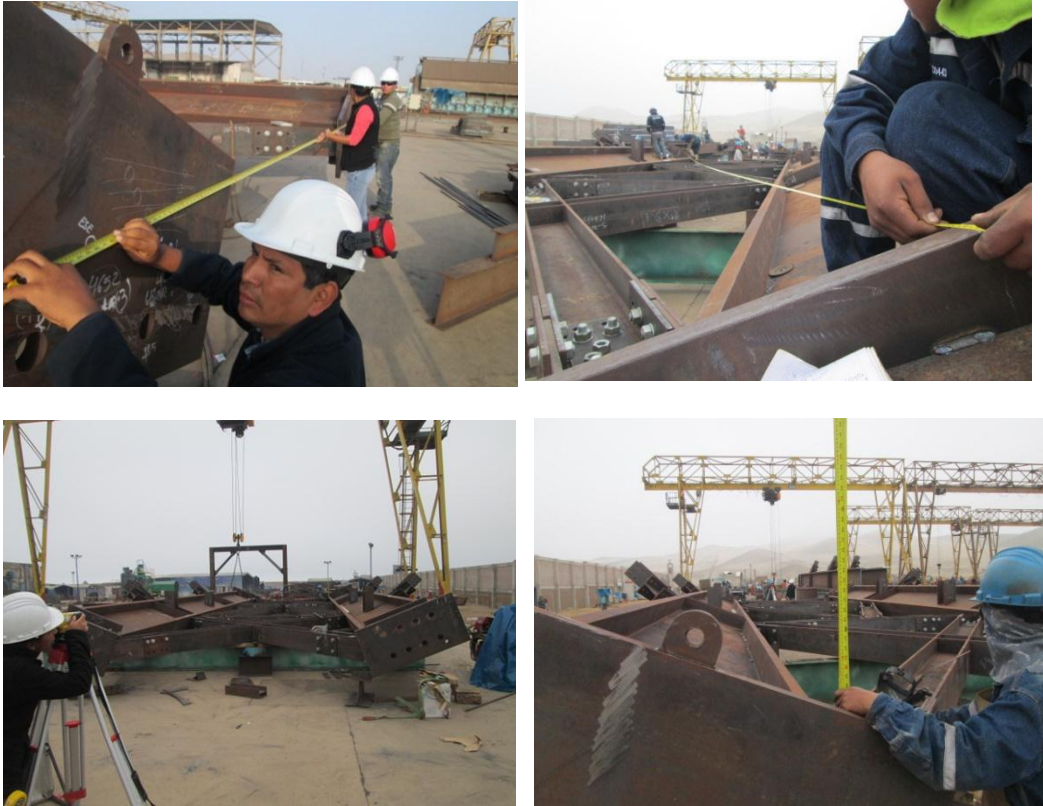
Fotografía N° 19



Control de inclinación de estructura principal

Fuente: elaboración propia

Fotografía N° 20



Control de nivelación de estructura principal

Fuente: elaboración propia

### **Proceso de preparación superficial**

Una vez que la pieza a concluido la etapa de marcado se verificara que esta esté limpia en su 100 % con una inspección visual, seguidamente pasara al área de granallado , el elemento deberá estar libre de grasa y cumplir con las recomendaciones del área de pintura sobre el control de las condiciones ambientales , proceso de granallado es una técnica de tratamiento superficial por impacto con el cual se puede lograr un excelente grado de limpieza y simultáneamente una correcta terminación superficial. El proceso permite

remover todo tipo de revestimiento y contaminantes como pintura vieja, laminillas, arenas de fundiciones, etc.

De manera más general, el granallado es el bombardeo de partículas abrasivas a alta velocidad (65-110 m/s) que, al impactar con la pieza tratada, produce la remoción de los contaminantes de la superficie. Con esta remoción, se da un perfil de rugosidad que mejora el aspecto visual de la pieza tratada y un anclaje para aplicar cualquier tipo de revestimiento o pinturas.

Fotografía N° 21



Control de condiciones de equipos para inicio de tratamiento superficial

Fuente: elaboración propia

Fotografía N° 22



Control de condiciones granalla para inicio de tratamiento superficial

Fuente: elaboración propia

## Fotografía N° 23



Control de rugosidad para inicio de tratamiento superficial

Fuente: elaboración propia

### **K-Proceso de pintado.**

Culminado el proceso de granallado se deberá verificar el cumplimiento de las recomendaciones del asesor de recubrimientos previos a la aplicación

Una vez cumplidos los requisitos de preparación de la superficie, la aplicación de los recubrimientos se efectúa por aspersión, brocha o rodillo.

Nunca deben recubrirse superficies mojadas o húmedas. El límite de humedad relativa arriba del cual las operaciones de recubrimiento deben suspenderse es de 82%. No se deberá aplicar ningún recubrimiento cuando la temperatura ambiente sea menor de 10 °C.

Aplicación con brocha de pelo y rodillo.

Este método se empleara cuando se requiera una gran humectación de la superficie o cuando las condiciones de trabajo así lo requieran.

Aplicación por Aspersión. Este método de aplicación es el más rápido y las películas resultantes son más uniformes en espesor. Deben seguirse las recomendaciones de los fabricantes de los equipos empleados. El aire usado deber estar seco y libre de aceite y contaminantes.

En este proyecto se empleara un sistema bicapa es decir una base de 4 mils y un acabado de 5 mils dando un total de 9 mils de recubrimiento

Fotografía N° 24







Aplicación de protección superficial

Fuente: elaboración propia

Fotografía N° 25



Control de espesores y ensayo de adherencia en estructuras

Fuente: elaboración propia

## I-Proceso de almacenaje.

Concluido los procesos de fabricación y liberación de los elementos estos serán almacenados en un ambiente adecuado, es decir estarán sobre tacos de madera, parihuelas y protegidos contra el efecto del medio ambiente, ya que deberán presentar una adecuada apariencia antes de ser despachados a obra.

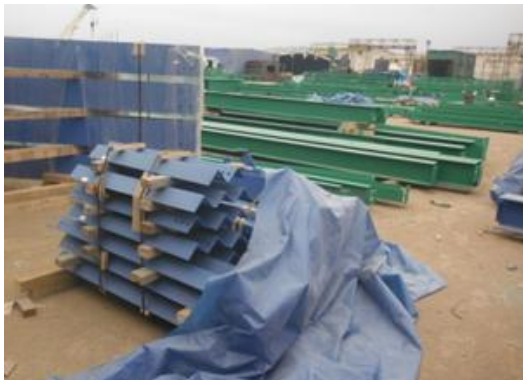
Fotografía N° 25



Almacenaje de estructuras en condiciones adecuadas

Fuente: elaboración propia

## Fotografía N°26



Almacenaje de estructuras en condiciones adecuadas

Fuente: elaboración propia

## **Planificación.**

Concluida la enumeración de áreas y el reconocimiento de los diversos procesos que se emplearan para la fabricación de los elementos componentes de la planta de cal, se tomó la decisión de prever las acciones necesarias para garantizar un buen producto que cubra las expectativas del cliente reducir las fallas obtenidas en las fabricaciones en otros proyectos.

Por lo que después de varias reuniones con Gerencia General, gerencia comercial y control de calidad se llegó a la decisión de diseñar, implementar y ejecutar un plan de calidad para los proyectos que desarrolle Tecpromin Perú S.A. Este plan sería de uso comercial y del área de control calidad ya que las diferentes maestranzas lo tendrían que adoptar como un requisito para poder realizar cualquier fabricación a Tecpromin, así mismo se vio la necesidad de contar con una guía que detalle paso a paso los procesos, las normas y códigos que se aplicara a cada uno de ellos, emitiéndose el PLAN DE INPECCION Y ENSAYOS. (PIE), así mismo se desarrolló un informe de inspección, un documento de No conformidad y un acta de liberación

## **Documentación:**

En esta fase del proyecto Tecpromin Perú decide que en el proceso de fabricación Tecpromin adoptara el dossier de calidad emitido por el fabricante o proveedor, pero se encarga la elaboración de 5 documentos básicos para la ejecución y seguimiento del proyecto.

Plan de control de calidad.

Plan de inspección y ensayo.

Reporte de campo.

Reporte de no conformidad.

Acta de liberación.

### **Plan de control de calidad.**

En este documento se describirá las funciones del personal a cargo de la fabricación en cada fase de los procesos requeridos para la obtención del producto terminado, así como los códigos normas y documentación de referencia, esto tiene validez contractual por lo que debe ser cumplido en su totalidad, las partes de este documento son:

Introducción.

Alcance del plan.

Propósito

Plan de control de la calidad.

Requerimientos del plan de calidad.

Documentación técnica para el desarrollo del proyecto

Procedimientos ejecutivos de calidad.

Instrucciones técnicas complementarias

Preparación y protección superficial.(ver anexo A)

### **Plan de inspección y ensayo.**

Con este documento se describirá en forma detallada los controles a realizar en cada proceso de la fabricación de los componentes y así mismo la verificación de los equipos para su aceptación y despacho.

Para el desarrollo de este documento se tomaron como referencia códigos de construcción para cada proceso:

Control de materiales (atm, Aws, ficha técnica suministro, certificados.)

Calificaciones (API 650, AWS D1.1)

Documentación previa al inicio de fabricación (según plan de control de calidad)

Fabricación.

Equipos Importados.

Prueba de vacío de equipos.

Pre armado.

Tratamiento superficial.

Inspección final

Despacho.

(ver anexo B)

**Informe de inspección:**

Este documento sería empleado para comunicar a gerencia las actividades realizadas durante las inspecciones, visitas y reuniones que se realicen tanto con el cliente o el fabricante así también estará destinado a comunicar las observaciones realizadas en las inspecciones en taller, tomando como referencia el Plan de Inspección y Ensayo, el informe de inspección servirá reportar el estatus o progreso de la fabricación, este documento será de corte breve no muy extenso. (ver anexo C)

**Reporte de no conformidad. (NCR).**

En este documento se deberán detallar los incumplimientos de los códigos o normas mandantes en el desarrollo de la fabricación por parte del fabricante, estas faltas pueden ser grave o muy graves y va dirigido al subgerente de calidad o encargado del área de control de calidad del fabricante, el cierre de la no conformidad es indispensable para la liberación de los elementos si este no ha sido superado no se podrá dar la aceptación de ninguna fabricación.(ver anexo c).

### **Acta de liberación.**

El desarrollo de este documento nos permite tener un control del material apto para envío a obra n, este documento solo se emitirá si se cumplieron todos los términos establecidos en el plan de inspección y ensayos, no existiendo observación alguna que impida su emisión.(ver anexo c)

## **V. EVALUACIÓN TÉCNICO ECONÓMICO**

Cuando no se realiza un control de los procesos en una empresa a largo plazo siempre va a repercutir en productos no conformes, los cuales tienen que ser reprocesados para ser entregados como producto final al cliente. Muchas veces las organizaciones no los toman en cuenta, debido a que se hacen habituales y creen que es normal en incurrirlos.

En esta parte del capítulo se va a realizar la comparación de costos entre seguir incurriendo en reprocesos en las órdenes de trabajo o realizar un sistema de control de calidad. En la actualidad los costes de calidad son una excelente herramienta de información en la empresa pues facilita la toma de medidas de tipo estratégico (Feinfembaum, 1991, p. 109). Conocer el ahorro en costes tiene un efecto importante para la alta dirección, pues permite saber los recursos que son necesarios para el mantenimiento y la mejora de la calidad, y sugiere la cantidad que deberá ser invertida en dichas actividades (Padrón. 2001 p. 137).

.Los costes de calidad en empresas no concienciadas de la calidad pueden llegar a ser muy elevados, y no son visibles en la cuenta de resultados. Por lo que lo primero que se debe de hacer es identificarlos y medirlos para poder tomar conciencia del problema, y así justificar las inversiones que se deben desarrollar para reducirlos.

Para realizar esta comparación se va tomar el caso del proyecto fabricación de elementos de la planta de cal de Minera Las Bambas. En esta orden se tomaran como base de la evaluación los hallazgos emitidas en las no conformidades



Identificado los reprocesos que ocurrieron durante esta orden de trabajo se va a obtener los costos de calidad Para ello se va a clasificar los costos de calidad en 4 categorías:

Costos de prevención: se incurre en estos costos para descartar la elaboración de productos que no cumplan con las especificaciones. En este caso, la empresa utilizó estos costos en la ingeniería de diseño de todos los componentes usando diversos programas de ingeniería para verificar las uniones y medidas.


Costos de inspección: se incurre en estos costos cuando se realiza la detección de productos que no se encuentran dentro de las especificaciones.

Costos de fallas internas: estos se incurren cuando se elaboran productos defectuosos, es decir todo reproceso o daño de las piezas fabricadas en la empresa.

Costos de falla externas: son aquellos costos que se incurren cuando se entrega al cliente productos defectuosos.

Luego de haber clasificado las 4 categorías de los costos de calidad se va a presentar los costos incurridos durante la fabricación de un determinado número de piezas:8

Grafico N°8

 <b>ANEXO 1 - OFERTA ECONOMICA</b> <b>ESTRUCTURAS METALICAS PARA SILO</b> <b>TECPROMIN S.A.</b>							
						IP-013-2013-Rev.2	MONTO O.C. 007-13
	DESCRIPCIÓN	UNID	CANTIDAD	P.UNIT.	SUB TOTAL (US\$)	TOTAL (US\$)	TOTAL O.C (US\$)
1.00	<b>Fabricaciones en Taller</b>	kg	<b>267,914.00</b>			<b>688,703.51</b>	<b>688,703.51</b>
1.01	ESTRUCTURA LIVIANA	kg	1,795.00	3.30	5,923.50		5,923.50
1.02	ESTRUCTURA MEDIANA	kg	12,764.00	2.44	31,144.16		31,144.16
1.03	ESTRUCTURA PESADA	kg	4,945.00	2.31	11,422.95		11,422.95
1.04	ESTRUCTURA EXTRAPESADA SOLDADA	kg	165,856.00	2.35	389,761.60		389,761.60
1.05	PISO GRATING	kg	3,058.00	3.15	9,632.70		9,632.70
1.06	<b>ANILLO SOPORTANTE PRINCIPAL</b>	kg	34,396.00	2.70	92,869.20		92,869.20
1.07	<b>CONO DE DESCARGA</b>	kg	42,446.00	2.75	116,726.50		116,726.50
1.08	<b>ESCALERA CARACOL</b>	kg	1,650.00	3.63	5,989.50		5,989.50
1.09	BARANDA EN ESCALERA CARACOL Y PLATAFORMA H=6,568 mm	kg	1,004.00	3.53	3,544.12		3,544.12
1.10	PRE-ENSAMBLE EN TALLER	kg	63,792.00	0.34	21,689.28		21,689.28
<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>2.57</b>	<b>688,703.51</b>	<b>688,703.51</b>	<b>688,703.51</b>
<b>GASTOS GENERALES TALLER</b>				<b>12.00%</b>	<b>82,644.42</b>		<b>82,644.42</b>
<b>GASTOS GENERALES OBRA</b>							
<b>UTILIDAD</b>				<b>11.00%</b>	<b>75,757.39</b>		<b>75,757.39</b>
<b>MONTO TOTAL</b>				<b>3.16</b>	<b>847,105.32</b>		<b>847,105.32</b>
<i>Los precios no incluyen el 18% del IGV</i>							
							<b>999,584.27</b>

Propuesta económica /costo de fabricación

Fuente: empresa Tecpromin Perú

En la figura se muestra la oferta económica que da valor a cada tipo de fabricación por peso, para hallar el valor económico nos centraremos en el ítems 1.10 (pre-ensamble en taller) con este proceso de apoyo al control de calidad se comprueban los calces de las piezas principales, durante este procedimiento se realizaron una serie de hallazgos que en el muestreo por aceptación no se pudieron observar tales como:

Falta de agujeros en algunas placas.

Vigas que no calzaban por no haber coincidencia de agujeros.

Falta de cordón de soldaduras en cajones de estructuras.

Defecto de soldadura (socavaciones, falta de cateto, porosidades, etc.)

Elementos cuyos códigos no coincidían (mal codificados).

Estructuras reviradas o deformadas.

Debido a estos hallazgos y a cuenta del fabricante se extendió el pre-ensamble de 63 toneladas a 100 toneladas con el fin de minimizar los reclamos en obra.

Grafico N°9

Costo de premontaje de estructura						
items	descripcion	unid	peso	costo x kg	costo en taller	
1	estructura extra pesada	kg	44000	0.34	14960	
2	cono descarga	kg	42000	0.34	14280	
3	anillo principal de refuerzo	kg	34000	0.34	11560	
			120000		40800	
				IGV 18%	7344	
				<b>P TOTAL \$</b>	<b>48144</b>	

Costo de pre montaje

Fuente: Empresa Tecpromin Perú

El costo en taller del pre-montaje es de \$ 48 144 si no se hubiera llevado a cabo esta medida de control de fabricaciones se corría el riesgo de un mayor gasto ya que los costos en obra elevan considerablemente las reparaciones o correcciones de la estructura ya que se debe considerar los siguiente :

La distancia de la obra respecto a Lima.

El personal en obra es mucho más costoso.

El ingreso a mina requiere de un procedimiento que toma aproximadamente 5 días.

El personal que realiza el montaje y la maquinaria está paralizado ocasionando un núcleo cesante que incrementa el costo del proyecto.

Retraso en entrega de proyecto.

Mala imagen como proveedor.

Estos factores podrían elevar el costo de las reparaciones en hasta de 2.85 por kg es decir si solo el 20 % de la estructura pre montada hubiera tenido observaciones en obra el costo sería de \$ 80712 incluido IGV.

Grafico N°10

items	descripcion	ubicación	costo \$
1	premontaje de elementos	taller	48144
2	reparaciones del 20 % pre montado	obra	80712
		<b>diferencia</b>	<b>32568</b>

Costo beneficio control de calidad

Fuente: elaboración propia en base a cuadro 8

## **VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

### **6.1. Conclusiones**

Elaborar, Implementar y supervisar un plan de control de calidad para la fabricación de elementos y equipos de una planta de cal fina de 1200 toneladas, con el fin de mejorar la productividad de la empresa TecProMinPeru S.A.

Con la implementación de este plan de calidad y con el plan de inspección y ensayos se logró realizar hallazgos de muchos de los errores de fabricación que anteriormente visualizaban solo en obra es decir en el proceso de montaje de las piezas en obra, esto implica que el personal en obra empleaban mayor tiempo en corregir ocasionando un núcleo cesante en la obra (un sobre costo.) ;

Elaborar y ejecutar el plan de inspección y ensayo

Elaboración de instructivos y registros del plan de control de calidad nos facilitó la inspección de los procesos así mismo nos permitió llevar a cabo las inspecciones en campo de manera ordenada y detallada permitiendo realizar hallazgos significativos que redujeron las observaciones y reclamos.

El tema del control calidad en los procesos abarca una parte importante para verificar que la fabricación de piezas en una orden de trabajo .no complete un producto defectuoso y de esta manera se vea perjudicado el cliente al momento de la entrega. Pero no es lo único que se debería controlar. Para los productos que la empresa va a entregar se debe realizar un control de calidad

desde la llegada de la materia prima y verificar que éstos sean los correctos, según las órdenes de compra y con las especificaciones requeridas.

La técnica del muestreo de aceptación, me permite realizar inspecciones de procesos realizados por proveedores en los equipos de la planta de cal en especial de equipos de importación, para evitar que los productos fabricados por en el extranjero se encuentren fuera de los límites de tolerancia permitidos se encuentra dentro de los parámetros de calidad determinados.

## **6.2. Recomendaciones.**

Para realizar un sistema de control de calidad se necesita el entrenamiento de un personal especializado para que entienda la importancia de las tolerancias de las piezas, así como la importancia de realizar el control en los procesos.

Se debe entrenar bien en el uso de los instrumentos de medición al personal que va a realizar las inspecciones, así como su respectivo cuidado. Uno de los errores frecuentes, se debe al error en la medición por no saber utilizar bien los instrumentos adecuadamente.

Al sentar las bases de un sistema de control permite realizar un aseguramiento de la calidad y esto podría llevarse de una manera más amplia. La calidad no solo implica entregar un producto de acuerdo a las especificaciones, sino también la calidad del servicio y esto tiene que ver con el tiempo de entrega.

## VII. REFERENCIALES.

GUTIÉRREZ Humberto y De La Vara Román **Control estadístico de la calidad y seis sigmas**. México, .McGraw-Hill. Segunda edición. 2009

ARIAS Fidiás Humberto, **El proyecto de investigación (introducción a la teoría científica)** Venezuela, editorial Episteme, sexta edición 2012.

GRANT, E. L. y LEAVENWORTH, R. S. **Control Estadístico de la calidad**. México: McGraw-Hill sexta. Edición 2004.

KAORU ISHIKAWA (Traducido por Jesús Medina) **Introducción al Control de Calidad** España, Ediciones Díaz de Santos, S.A primera edición 1994

CHEN, KAI WEN **Documentación and Control**, Industrial Engineer, vol. 40 pp. 20., problema 8, julio de (2008).

AMERICAN SOCIETY FOR QUALITY (ASQ) (2009) **herramientas, experiencias y recursos para mejorar la organización**. Disponible en (www.asq.org) Sitio web de la Asociación Americana para la calidad. Consulta el 30 de marzo 2017.

MARTÍNEZ LORENTE, A. R. "**Gestión de la Calidad en la Producción. Revisión Teórica y Análisis de su Implantación y Resultados en España**". Tesis Doctoral. Murcia. Universidad de Murcia Julio. 1996.

TALAVERA PLEGUEZUELOS CLEMENTE **métodos y herramientas de mejora** España .Ediciones Unión Iberoamericana de Municipalistas segunda edición 2012.

PADRÓN ROBAINA VÍCTOR: **la calidad en las instituciones financieras** " Alta gestión nº 198 Año XXXII marzo- abril (2001).

## VIII. ANEXOS Y PLANOS.

### ANEXO A

DEPARTAMENTO DE CONTROL DE CALIDAD

**PLAN DE CONTROL  
DE LA CALIDAD  
PROYECTO:  
PLANTA DE  
ALMACENAMIENTO DE  
CAL PARA MINERA  
LAS BAMBAS**

**CLIENTE:  
X-STRATA**

**TECPROMINPERU S.A.**



TECNOLOGÍA EN PROCESAMIENTO DE MINERALES S.A.

**VERSION: 01**

**PERU -2013**

## **1. INTRODUCCIÓN**

Este plan describe métodos de planeamiento para la inspección y abarca los procesos de fabricación.

Este plan define las prácticas, los medios y las secuencias de los procesos de fabricación, pruebas y ensayos de las actividades ligadas a la calidad, aplicables a la ejecución de Fabricación de los elementos de la planta de cal.

Los trabajos a ejecutarse estén de acuerdo con los requisitos de las normas y códigos aplicables (ASTM, AISC, AWS, API ,ASME, ANSI, SSPC).

## **2. ALCANCE DEL PLAN**

El alcance del plan será para el cumplimiento entre TECPROMIN S.A. y XSTRATA LAS BAMBAS S.A. y a través de este sistema se establecerá acciones sistemáticamente planificadas necesarias para proveer una adecuada confianza, así mismo que el producto final sea satisfactorio y cumpla con los requisitos de funcionamiento y calidad requeridos por el proyecto.

## **3. PROPÓSITO**

El propósito es prevenir las no conformidades durante la fabricación, Pre montaje y despacho de todos los elementos relacionados al proyecto, así mismo el buen cumplimiento de las normas aplicables y los requerimientos especificados por el cliente.

## **4. PLAN DE CONTROL DE LA CALIDAD.**

Base teórica

El plan de control de la calidad es realizado para demostrar confianza en la ejecución del proyecto por TECPROMIN S.A. en todas sus etapas que involucra esta.

El plan de control de calidad es puesto a disposición del Gerente General y el jefe control de la Calidad para su revisión, actualización y puesta en vigencia en toda la empresa, así como también será entregada al cliente.

Incluye detalles suficientes para cada ítem, describiendo las actividades realizados con adecuada documentación.



## **5. REQUERIMIENTOS DEL PLAN DE CALIDAD.**

Este documento se adaptará a las situaciones y circunstancias de las actividades relativas a la calidad de las estructuras.

Este plan indicará todos los requisitos y controles necesarios para satisfacer las exigencias y cumplimiento de todos los elementos involucrados en el proceso, cubriendo todos los requerimientos del contrato, desde la recepción de la orden hasta el despacho final.

## **6. DOCUMENTACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO**

### **6.1. Plan de Control de la calidad.**

Documentación que establecerá en forma adecuada las prácticas, los medios y la secuencia de las actividades ligadas a la calidad del proyecto.

### **6.2. Procedimiento ejecutivo de la calidad.**

Documentación que describe la manera como se desarrolla el procedimiento, estableciendo una secuencia de pasos a ejecutar para cualquier tipo de proceso ya sean productivos, de fabricación o constructivos.

### **6.3. Instrucciones Técnicas Complementarias.**

Define en forma específica el desarrollo de la actividad que requiere atención especial para asegurar la calidad requerida y así tener la seguridad de su correcta ejecución.

## **7. PROCEDIMIENTOS EJECUTIVOS DE CALIDAD**

### **7.1. Control del Proceso.**

#### **7.1.1. Objetivo.**

Identificar, planear y dar servicio a los procesos de producción e instalación que directamente afectan la calidad, asegurando que el proceso se realiza bajo condiciones controladas.

#### **7.1.2. Alcance.**

Aplicable a la Fabricación elementos componentes de la planta de cal.

#### **7.1.3. Documentación Aplicable**

Instrucciones técnicas complementarias necesarias.

#### **7.1.4. Terminología Básica**

- a. Proceso: Secuencia de tareas que combina la utilización de personas, máquinas, métodos, lineamientos, entorno, instrumentación y materiales para convertir las entradas dadas en salidas con valor añadido.
- b. Criterios de fabricación: Estándares de aceptación basados en medidas cualitativas.
- c. Dirigir el trabajo: Significa planificar, organizar y controlar los recursos y tareas requeridas para conseguir el objetivo, para el cual se necesita el trabajo.
- d. Instrucciones de trabajo: prescribe el trabajo a ejecutar, quién debe hacerlo, cuando debe empezar y terminar, y como llevarse a cabo, si es necesario indicar.

#### **7.1.5. Realización.**

##### **Consideraciones previas para la fabricación:**

Los materiales son especificados y su designación aparecerá en los planos de taller, no se hará sustitución alguna de materiales, especificaciones sin la previa autorización escrita por dueño del proyecto.

##### **Jefe de Calidad.**

En coordinación con el jefe de ingeniería de diseño analizan el alcance de los trabajos y las especificaciones del contrato del proyecto, para identificar los procesos especiales aplicables que han sido contratados para efectuar o controlar en producción.

Toda información puede variar durante la fabricación, esta debe ser actualizada antes de que se efectúe el proceso especial.

##### **Jefe de Producción.**

Para los trabajos contratados el jefe de producción deberá analizar y aprobar los procedimientos del contratista y demás presentaciones solicitadas antes que el contratista comience los trabajos dentro del alcance aplicable.

Los procedimientos de soldadura incluyendo la homologación de los soldadores para el proyecto serán seleccionados por el jefe de aseguramiento de calidad o por una persona calificada designada por él.

Para los trabajos a ser efectuados por el fabricante, el Jefe de Producción deberá obtener los siguientes procedimientos, según se requiera:

- Procedimiento de soldadura.
- Soldadores Homologados.
- Ensayos no destructivos.

## **Producción**

Para la mayoría de las actividades de producción, los planos y las especificaciones brindan instrucciones ordenadas de trabajo. Estos pueden ser complementados por instrucciones adicionales del jefe de producción para controlar la secuencia de trabajo, el registro de los datos de instalación, selección de materiales, etc.

Estas instrucciones adicionales deberán ser adjuntadas con el plano y las especificaciones. Ciertos procesos de construcción u obras requieren instrucciones especiales para establecer

Los controles necesarios para lograr una calidad aceptable de la obra.

Estos “procesos especiales” dependen mucho del control del proceso, de la capacidad del operador o de ambos factores.

Los procesos especiales comúnmente encontrados en los emplazamientos incluyen pero no se limitan a:

- Soldadura.
- Homologación de soldadores.
- Ensayos no destructivos (END) (incluyendo radiografías, líquidos penetrantes, otros procesos que requieren control de procedimiento de acuerdo a lo que determine la ingeniería de diseño.

Los procesos especiales deben ser realizados y documentados bajo condiciones controladas por parte de personal adecuadamente calificado, utilizando procedimientos y equipos aprobados de acuerdo a las especificaciones aplicables y a los códigos de referencia y normas asociadas.

Los procesos especiales a ser realizados serán registrados y deberá contener por lo menos lo siguiente:

### **a. Efectuado por:**

Si lo efectúa la compañía, indicar el puesto de la persona responsable. Si ha de subcontratar, ingrese “contratista” cuando se establezca el contrato, ingrese el nombre del contratista.

## **b. Instrucción técnica:**

Si lo efectúa la compañía, identificar el puesto de persona del emplazamiento que es responsable por la provisión de procedimiento para el trabajo, si se ha de contratar, identifique el puesto de la persona del emplazamiento que deberá:

- Determinar que el contratista se encuentre técnicamente calificado.
- Analizar y detectar los antecedentes, procedimientos, equipos y desempeño en el trabajo del personal.
- Brindar dirección técnica al contratista incluyendo el programa de ensayos y su frecuencia si corresponde.
- Mantener o brindar el mantenimiento de registros de calidad desarrollados por el contratista.
- Monitorear el desempeño del contratista y mantener informado al gerente de proyectos sobre su desempeño.

### **7.1.6. Responsabilidades**

#### **a. Gerente de Proyecto**

- Mantiene el control del proyecto y de los materiales.
- Supervisa el avance de la ingeniería de detalle.
- Supervisa el avance de la producción, para mantenerlo dentro del programa de trabajo acordado.
- Selecciona al personal del proyecto, tanto en el área técnica como administrativa y de producción.

#### **b. control de la Calidad.**

- Coordina con producción los procedimientos de control.
- Verifica el ingreso de materiales verificando los certificados de calidad que cuenten con los ensayos mecánicos, análisis químico y se encuentren dentro de lo permitido.
- Mantiene los procedimientos bajo documentación controlados.
- Elabora y prepara los procedimientos de Soldadura bajo el estándar API 650 asignando el código de calificación ASME Sección IX o AWS D1.1.
- Coordina la selección de los soldadores para el proyecto bajo el estándar API 650 asignando el código de calificación ASME Sección IX o AWS D1.1.
- Coordina la ejecución de ensayos no destructivos de acuerdo al código o norma de referencia.
- Establece las demandas de producción y de niveles de calidad de los clientes.
- Analiza los registros de desempeño que se basan en los controles como las puntas claves del proceso de producción.

- Proveer instrucciones de proceso e instrucciones de trabajo.
- Organizará mecanismos de monitoreo de calidad.
- Mantiene control permanente sobre los documentos y datos del proyecto, para garantizar que solamente se utilicen aquellos que estén vigentes.

**c. Jefe de Ingeniería y proyectos.**

- Prepara orden de trabajo.
- Verifica los planos de fabricación, para autorizar su uso en producción.
- Prepara informe de revisión de planos.
- Autoriza el uso de planos cuando es del caso.
- Prepara listados de necesidades de materiales de acuerdo con planes de producción.

**d Producción**

- Asegura que solo aquellos operadores con los niveles apropiados de habilidades serán utilizado en el proceso de producción.
- Supervisara la capacitación de todos los operadores en las habilidades que posean para cumplir con los requerimientos de las normas.
- Asegura el cumplimiento de las normas apropiados utilizando la documentación oficial.
- Planifica el proceso de producción, niveles de personal, herramientas equipos y procedimientos.
- Mantiene el equipo de proceso a un nivel aceptable, utilizando, criterios predeterminados y progresos de mantenimiento o preventivos.
- Organiza las diferentes actividades de producción.
- Responsable técnico y operativo del proyecto.
- Coordina las diferentes actividades del personal a cargo.
- Planifica las diferentes actividades de producción de acuerdo con la llegada de planos y las necesidades del cliente.
- Prepara y entrega a producción planillas de corte.
- Prepara y entrega a producción planillas de trabajo en las diferentes secciones de producción.
- Prepara y presenta al jefe de proyectos y diseño, los programas de producción.
- Distribuye el trabajo entre los diferentes operarios y ayudantes de producción.
- Recomienda al jefe de proyectos y diseño las medidas necesarias para cumplir con los plazos de producción.
- Prepara y entrega informes diarios de producción.
- Supervisa al personal a su cargo.
- Responde por el suministro oportuno de materiales a las líneas de producción.

- Mantiene control sobre los insumos de producción e informa al jefe de proyectos y diseño sobre su estado.

**e. Inspector de control de calidad**

***Inspecciones a realizar de acuerdo a la especificación del cliente.***

- Inspecciona los suministros de materiales que ingresan a almacén, Verificación de certificados de calidad, dimensional y visual.
- Registra los materiales que se utilizan en la fabricación.
- Inspecciona dimensionalmente, el proceso de preparación de materiales y durante el proceso de fabricación.
- Verifica uso correcto de marcas durante proceso de producción.
- Verifica uso correcto de marcas antes de despacho.
- Chequea correcto funcionamiento de los diversos equipos de soldadura.
- Verifica que se cumplan los procedimientos de soldadura de acuerdo al código ASME Sección IX.
- Verifica la penetración de la soldadura en el pase de raíz.
- Inspecciona visualmente al 100% los cordones de soldadura con criterios de aceptación y rechazo según requerimiento indicado por cliente.
- Realiza el registro de soldadura de las fabricaciones indicando el nombre del soldador que interviene en cada junta.
- Coordina la ejecución de ensayos no destructivos de acuerdo al estándar API 650 sección 5.3:
- Inspección por radiografía al 10% en el cuerpo del Tanque. Deberá ser usada película Tipo 1 (grano fino).
- Inspección por pruebas de Vacío al 100% en la plancha de fondo.
- Inspección por pruebas neumáticas en planchas de refuerzo (Ponchos) en la salida de conexiones.
- Inspección por líquidos penetrantes al 100% en la soldadura a filete entre el cuerpo del Tanque y la plancha de fondo.
- Pruebas de Hidrostáticas y de Estanqueidad para tanques abiertos por un periodo no menor a 24 horas.
- Autoriza el paso de los productos soldados a la siguiente etapa.
- Verifica las condiciones de almacenamiento de los materiales e insumos de producción.
- Verifica el granallado, así como la aplicación del primer y el acabado.
- Verifica que los productos a despachar, se encuentren en las actas de liberación, autorizadas por el cliente.

## **7.2. Inspecciones en Fábrica**

### **7.2.1. Objetivo.**

Llevar a cabo las inspecciones y pruebas conforme al plan de calidad y normas aplicables con procedimientos documentados dando así la conformidad del producto terminado con los requerimientos especificados.

### **7.2.2. Alcance.**

Aplicable a los trabajos contratados para la fabricación de componentes de la planta de cal , adjudicados a Tecpromin Perú S.A. para su gerenciamiento, utilizándose para supervisar los ensayos de inspección, los procedimientos y las diversas actividades para ejecutar el trabajo.

### **7.2.3. Documentación Aplicable.**

- ASTM
- AISC
- API 650
- AWS
- ASME IX
- ANSI
- SSPC

### **7.2.4. Terminología básica.**

a. Conformidad.

Cumplimiento con los requisitos especificados.

b. Inspección.

Examen de una entidad para determinar si es conforme con los requerimientos especificados.

c. Instalación.

Proceso por el cual se fija una entidad a otra entidad mayor.

d. Identificación.

Acto de identificar una entidad, es decir darle un conjunto de características por los cuales sea reconocible como miembro de un grupo.

e. Impedir.

Evitar que ocurra algo mediante una acción deliberada o planificada.

### **7.2.5. Realización.**

#### **a. Inspección de Recepción**

Imecon S.A.C.(el fabricante) dará al cliente amplia información, tales como los datos concretos de la fabricación estructural y certificados de

calidad, esta prueba se considera suficiente para probar la calidad del acero suministrado.

QA/QC designa un responsable para la inspección de los productos entrantes a la planta que no se use o procese.

Hasta que se inspeccione o de otro modo se verifique y sea conforme al plan de calidad utilizando la siguiente documentación:

- Orden de compra.
- Guía de remisión del proveedor.
- Certificado de calidad del material.

La inspección de recepción de materiales y consumibles se llevará a cabo según P.I.E.

Esta inspección determinará la conformidad o la no-conformidad de los materiales por recibir para el caso de la conformidad en la recepción debe cumplir que los materiales mencionados en la guía de remisión sean los mismos que se especifican en la orden de compra y que los certificados de calidad sean para los mismos materiales que estén ofreciendo.

Para que presente el caso de no-conformidad en recepción puede ocurrir cualquiera de los tres casos:

El material que no cuenta con certificado de calidad

Se verifica que el material tenga la marca o etiqueta adjunta del número de colada y el origen, así como la medida.

Se identificará al material recibido con una etiqueta que identifique el estado de inspección que en este caso será llamado "mercadería en espera".

En caso de urgencia en que se tenga que emplear el material, este será liberado, además se mantendrá una muestra (dimensiones 200 mm x 300 mm) como testigo en caso que llegue el certificado de calidad y será liberado en proceso, hasta la llegada y comprobación del certificado de calidad o en su defecto realizar ensayos mecánicos conforme a la ASTM A 370, que puedan equivaler al certificado de calidad del material.

El material tiene una colada en el certificado de calidad distinto al de la colada impresa.

El responsable de compras coordinará con el proveedor la entrega del correspondiente certificado de calidad.



El tiempo de espera de la entrega de la entrega del certificado de calidad del material por parte del proveedor será hasta 3 días, salvo que exista un acuerdo entre las partes para ampliar el plazo en este caso también se mantendrá una muestra de material como testigo en caso sea liberado por urgencia.

Es rechazado cuando el material no cumple con los siguientes requisitos:

La medida del material de acero está fuera de las tolerancias permitida por AISC y en caso de planchas se determina por la ASTM o catálogo del fabricante

El material no cumple con las características de acabado (presenta escamaciones, laminaciones, golpes, ralladuras profundas, etc.).

#### **b. Inspección y prueba durante el proceso.**

El inspector del cliente tendrá ingreso libre a todas las secciones de la planta de fabricación involucradas en el contrato.

Se le proporcionara al inspector del cliente toda facilidad razonable para que este se asegure que el material está siendo suministrado de acuerdo con estas especificaciones.

Las inspecciones se efectuarán en el lugar de fabricación antes del embarque a menos que se especifique otra cosa.

Las inspecciones de fábrica o liberaciones no relevan al fabricante de su responsabilidad para reemplazar cualquier material defectuoso y reparar cualquier defecto de fabricación que pueda ser descubierto en el campo.

El inspector indicará los resultados de las actividades de verificación de inspección de la siguiente manera:

Registra en el informe de inspección aquellos ítems monitoreados o analizados, si no se halla ninguna deficiencia durante la inspección, completa, firma y fecha el informe.

Cuando haya una deficiencia que requiera una inspección de seguimiento para verificar la conformidad, se registra en el informe de inspección. Se notifica al contratista de la deficiencia y se registra la acción correctiva que se realizará para corregirla. Cuando este procedimiento es utilizado para la inspección del trabajo por cuenta propia (contratista), notificará al supervisor encargado de la deficiencia.

El inspector efectúa el seguimiento de reparación y registra la terminación de la acción correctiva, firma y fecha. Si no se inicia la acción correctiva para resolver la deficiencia dentro de los dos días, notificar al QA/QC quién iniciará y procesará un informe de no conformidad (si fuese necesario).

Una vez completados los informes de inspección, serán entregados al QA/QC para que revise los resultados de las inspecciones y/o actividades de verificación. Los informes evaluados serán firmados y fechados.

### **c. Prueba e inspecciones finales.**

Esta es realizada por el inspector de control de calidad antes de la entrega al cliente asegurando que se han llevado a cabo todas las inspecciones programadas en el plan de puntos de inspección para este proyecto.

El inspector de control de calidad inspecciona cuando se termina el proceso de fabricación, y aprueba que el producto pueda ser enviado a los almacenes del cliente.

Son los inspectores, los encargados de registrar los resultados de las inspecciones y pruebas.

Identificarán si el producto lleva el número de pieza, código de ensamble, estado de modificación.

Verificar que las no conformidades registradas se han resuelto y se han verificado las acciones correctivas tomadas.

## **7.2.6. Responsabilidad**

### **a. Gerente de Proyecto**

Responsable de resolución, interpretación final de las especificaciones de diseño o requerimiento de planos, cuando surja un conflicto entre la interpretación del contratista y aquella del personal de inspección de control de calidad.

### **b. Control de la Calidad.**

Responsable que se cumplan todas las etapas del plan de puntos de inspección, propuesto para el proyecto.

Supervisa y coordina las diferentes actividades de inspección de calidad. Coordina lo necesario con laboratorios externos, para efectuar los ensayos no destructivos y destructivos.

Prepara las actas de liberación de los productos terminados, para la autorización de despacho a terreno.

Mantiene registros de calibración de instrumentos de inspección y ensayo, propios y de terceros.

**c. Departamento de Producción.**

Coordina con el cliente el transporte para despachar los productos a terreno.

Protocolo de Recepción de materiales por el fabricante

**8. INSTRUCCIONES TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS.**

**8.1. Proceso de Corte, Habilitado y Control Dimensional**

**8.1.1. Objetivos.**

*Es definir el proceso de corte, habilitado y control dimensional de los materiales, que se emplean en la fabricación de taller.*

**8.1.2. Alcance.**

Se aplica a todas las actividades mencionadas en este instructivo, de los diversos elementos a fabricarse en el proyecto.

Esta actividad se inicia con la respectiva selección de los diversos procesos de corte, trazados para el habilitado, armados y que emplean durante el proyecto.

**8.1.3. Documentación de referencia.**

- API 650, AWS D1.1
- Tolerancias en el corte según AISC. Especificaciones técnicas al proceso de corte. Planos de fabricación

**8.1.4. Terminología básica.**

**a. Habilitado de elementos:**

Es el proceso de trazado de las dimensiones para luego efectuar el corte de tal forma que garantice la forma y dimensiones del elemento.

**c. Operador de equipo de corte.**

Es aquel personal técnico que ha demostrado destreza y experiencia al efectuar el corte de materiales ferrosos. En probetas de dimensiones necesarias, las cuales han sido sometidas a inspección visual.

#### **d. Armado y control dimensional.**

Luego del proceso de Corte, el proceso siguiente es el de apuntalado por medio de soldadura de los elementos que permitan obtener la forma y dimensiones de la pieza o elementos para lo cual se usan instrumentos de control de dimensiones con la precisión necesaria en su exigencia ya sea lineal, angular o de forma como el circular

#### **8.1.5. Realización.**

##### **Proceso de corte a emplearse.**

Se hará uso solamente de procesos de corte previamente seleccionada.

Selección de Procesos de Corte y Desbaste Materiales Ferrosos

Tipo de acero para efecto corte

Proceso según ASME      Combustible    o insumo    de corte

Calidad    estructural ASTM A-36 y AISI 316

Proceso de habilitado, armado y apuntalado.

Luego del trazado y corte el proceso siguiente es el de habilitado si es necesario con el uso de conformado en frío de los diversos elementos tales como planchas, tuberías o vigas, como de transición, etc.

Luego se usaran puntos de soldadura o elementos que permitirá dar la configuración de los diversos elementos, para lo cual intervendrán necesariamente soldadores calificados con el fin de efectuar la labor correcta y necesaria sin el deterioro de los diversos elementos que participan en dicha unión.

##### **Medidas Funcionales:**

Para efectuar la medición se toma en cuenta las medidas funcionales del elemento, así como las medidas que están directamente relacionadas con el montaje de los elementos.

El criterio de aceptación para efectuar estas mediciones está en base planos de fabricación y/o a la normas o códigos de referencia.

#### **8.1.6. Responsabilidades**

##### **a. Jefe de producción.**

Dispondrá de soldadores y operadores calificados en número y capacidad de acorde con la necesidad de la obra, cumplirá las condiciones de mantenimiento mínimo para el metal de aporte    e insumos de gas con las especificaciones mínimas de calidad.

Tiene la autoridad para dar sanciones o retiro de operadores de equipos de corte debido a la mala calidad de sus trabajos de corte.

##### **b. Inspector de Control de Calidad**

Asegura la trazabilidad del elemento.

Verifica los resultados sobre los ensayos realizados.

## **8.1. Anexos:**

### **Anexo 01: registro de control dimensional por el fabricante**

## **8.2. Inspección y ensayos de uniones soldadas.**

### **8.2.1. Objetivo.**

Definir los criterios técnicos aplicables a la inspección y ensayos de uniones soldadas, ejecutadas en concordancia al estándar API 650, AWS D1.1.

### **8.2.2. Alcance.**

Aplicable al proyecto de Fabricación de elementos de la planta de cal para la empresa Minera las BAMBAS. Evaluando las características de las uniones soldadas con el proceso GMAW, SAW Y SMAW que se utilizarán en la fabricación.

### **8.2.3. Documentación Aplicable.**

- **API 650. /AWS D1.1 (última edición)**

### **8.2.4. Terminología Básica.**

#### **a. Soldadura.**

Proceso por medio del cual se unen los materiales base de composición igual, semejante o diferente aplicando calor con material de aportación, de tal forma que en el lugar de unión queda totalmente un sólido homogéneo al igual que en las zonas laterales.

#### **b. Procedimiento de Soldadura.**

Especificación escrita y detallada de los procesos, métodos, variables operativas, posiciones, diseño geométrico, características físicas químicas del material base y de aporte; con el objetivo de definir la construcción básica de una unión soldada.

#### **c. Inspección Visual.**

Ensayo no destructivo que consiste en la evaluación visual del acabado superficial de la soldadura.

#### **d. No Conformidad.**

Incumplimiento de los requisitos especificados en el diseño.

#### **e. Defecto.**

Discontinuidad cuya naturaleza, forma, tamaño, orientación, localización o efecto acumulativo supera los criterios de aceptación de la presente instrucción técnica.

**f. Socavación.**

Discontinuidad en el borde de la soldadura, causada por el exceso de calor y orientación inadecuada del arco eléctrico.

**g. Porosidad**

Cavidad tipo discontinuidad formada por gas atrapado durante la solidificación del metal líquido generalmente se presenta en forma esférica y cilíndrica. La porosidad es un indicativo del nivel de humedad de los consumibles utilizados (fisuración por hidrógeno), grado de contaminación del metal base.

**h. Fusión Incompleta.**

Falta de unión metalúrgica y estructural entre el material base y el de aporte.

**i. Especificación técnica.**

Documento que establece los requisitos de calidad aplicable a la soldadura bajo las cuales las uniones serán evaluadas.

**j. Criterios de aceptación o rechazo.**

Definiciones establecidas por la norma o código aplicable como patrón, para aceptar o rechazar una discontinuidad detectada en la inspección visual de soldadura.

**8.2.5. Métodos de Inspección.**

**a. Inspección Visual.**

Durante y después del soldeo de cada entidad, se deberá verificar el estado del cordón de soldadura en forma visual, y sobre la base del defecto se coordinará la acción inmediata o correctiva posterior.

La inspección visual no se preocupa del proceso final, sino de todo el proceso, desde la etapa previa al desarrollo del trabajo hasta la entrega del producto al cliente las 3 categorías de inspección visual que se realizan son:

- Previa al proceso de soldadura.
- Durante el proceso de soldadura.
- Posterior al proceso de soldadura.

Inspección previa al Proceso de Soldadura.

Permite detectar muchos problemas que se presentarán posteriormente, el inspector de control de calidad deberá concentrarse en los siguientes puntos:

- Revisión de planos y especificaciones.
- Chequeo de los procedimientos y del personal involucrado.

- Establecimiento de puntos de inspección.
- Desarrollo de un plan para el monitoreo de resultado.
- Revisión del material a emplearse.
- Verificación de discontinuidades en el material base.
- Verificación de tolerancias dimensionales y de alineamiento.

Verificación durante el Proceso de Soldadura.

Es prácticamente el primer control que se realiza en una junta soldada los principales aspectos a controlar son:

- Verificación del proceso de soldadura y el procedimiento de aplicación.
- Calidad del pase de raíz.
- Preparación de raíz previa a la soldadura del lado opuesto.
- Secuencia de la soldadura.
- Limpieza entre pases.
- Correcta regulación de parámetros de soldadura.

**Selección del electrodo y equipo, en perfecto estado de operación.**

### **Inspección después del Proceso de Soldadura**

En esta etapa se comprobara si hemos inspeccionado adecuadamente las 2 etapas anteriores el inspector debe prestar especial atención no solamente a los aspectos cuantificables con instrumentos, sino también a los procedimientos post-soldadura, los puntos de verificación más importantes son:

- Apariencia final del depósito de soldadura.
- Dimensiones finales y tolerancias dimensionales.
- Longitud del depósito de soldadura.
- Distorsiones en la pieza o estructura soldada.

Las inspecciones se realizaran diariamente y la corrección de los cordones que se encuentren no conformes serán en lo posible corregidas a la brevedad posible en coordinación con el supervisor de fabricación.

## **b. Discontinuidades y Defectos en las Uniones Soldadas.**

Podemos mencionar como más importantes las siguientes discontinuidades:

- Fisuras.
- Porosidad.
- Agrietamiento.
- Falta de penetración.
- Inclusiones de escoria.
- Fusión incompleta.
- Socavaciones.
- Convexidad del cordón de soldadura.
- Sobre espesor de soldadura.

### Tipos de Porosidad

Los tipos de porosidad que se encuentran normalizadas son las siguientes:

- Porosidad dispersa
- Porosidad agrupada
- Porosidad lineal
- Porosidad alargada

### Agrietamientos y Discontinuidades

El agrietamiento es considerado el defecto más crítico, ya que la tensión generada internamente ha sido de tal magnitud que ha excedido la resistencia del material las fisuras pueden ocurrir tanto durante la solidificación del material de soldadura o después de la solidificación.

## **8.2.6. Desarrollo**

### a. Inspección de Soldadura a Tope.

En las uniones donde la fusión y penetración debe ser completa según las especificaciones; Donde la inspección visual por parte del inspector del comprador indique soldadura insatisfactoria entre las planchas, la



aceptación o rechazo se basará en la inspección de radiografía o segmentos representativos del área en cuestión.

b. Inspección de soldadura a filete.

La inspección de las soldaduras se llevara a cabo por examen visual donde la inspección visual del inspector del cliente indique soldadura insatisfactoria, la aceptación o rechazo se basara en la verificación dimensional del cordón dimensional.

c. Métodos de Líquidos Penetrantes.

Este tipo de inspección visual será realizado por el inspector de calidad Nivel II en la técnica de Líquidos Penetrantes para asegurar la sanidad de la junta.

### **8.2.7. Responsabilidades.**

a. Jefe de Control de la Calidad.

Verificar que los supervisores sigan los criterios de control especificados en esta instrucción técnica.

b. Supervisor de Calidad.

Responsable de dar el visto bueno para iniciar a soldar los productos, así como controlar los parámetros de soldadura según el registro de inspección de soldadura, y de iniciar las acciones inmediatas o correctivas encontradas después de la soldadura.

c. Soldador Calificado.

Responsable de realizar el proceso de soldadura mediante las especificaciones del procedimiento de soldadura, deberá ser el primero en verificar el estado del cordón.

## **9. PREPARACIÓN Y PROTECCIÓN SUPERFICIAL.**

### **9.1 Objetivo.**

La presente instrucción técnica, define los requerimientos mínimos de las especificaciones técnicas del cliente para controlar las actividades de limpieza de superficie y el sistema de protección de superficie aplicable a todos los componentes de estructuras.

### **9.2 Alcance.**

Aplicable a todas estructuras y en especial a aquellas entidades que por sus condiciones de trabajo (humedad y contaminación ambiental, temperatura de operación), deba asegurarse la adherencia de la pintura.

### **9.3 Documentación Aplicable**

Steel structures painting council sspc-pa1

Steel structures painting council sspc-pa.2

Steel structures painting council sspc-sp.5

#### **9.4 Terminología básica aplicada a las superficies a ser limpiadas de la contaminación superficial.**

a. Limpieza con disolventes.

Eliminación de aceites, grasa, mugre, tierra natural, sales y contaminantes con disolventes, emulsiones, compuestos para limpieza o vapor de agua.

b. Limpieza con herramientas de manos.

Eliminación de escamas de laminación sueltas, herrumbre y pintura sueltos cepillando, lijando, raspando o eliminando las rebabas a mano o con otras herramientas

c. Limpieza con máquinas herramientas.

Eliminación de escamas de laminación sueltas, herrumbre y pintura sueltos con cepillos de alambre, herramientas de impacto, esmeriles y lijadoras mecánicas o por combinación de estos métodos.

d. Limpieza a metal blanco con chorro a presión.

Eliminación de escamas, herrumbre, de oxidación, pintura o materia extraña por medio de chorro de arena, moyuelo o munición hasta obtener una superficie metálica de color uniforme blanco grisáceo.

e. Limpieza a Chorro hasta lograr una Superficie Casi Blanca.

Eliminación de casi toda la escama de laminación, herrumbre, escamas de oxidación, pintura o materia extraña por medio de abrasivos (arena, moyuelo, munición) pueden quedar las sombras, ralladuras o decoloraciones muy ligeras producidas por manchas de oxidación, óxidos de escamas de laminación o residuos ligeros muy adheridos de pintura o recubrimientos.

En general el arenado y granallado son procedimientos de limpieza superficial más utilizados en el ámbito industrial para superficies metálicas. el procedimiento es versátil ya que además de la arena o granalla se requiere fundamentalmente sólo una compresora para el aire a presión.

## **9.5 Realización.**

### **a. Preparación de Superficie.**

- Indica en las especificaciones técnicas.
- Verificar que las superficies que deberán ser pintadas se limpiaran de aceites, grasas y cualquier otro material con que pudiesen ser contaminadas.
- Verificar que las condiciones ambientales se han favorables para el proceso de granallado. No se granallara si se presentan las siguientes condiciones:
  - Si la temperatura es inferior a 5° C, si la humedad relativa es mayor a 85% y en días de lluvia o niebla. El material a utilizar en el proceso será granalla.
  - Las condiciones ambientales serán registrados en el protocolo de preparación y protección del fabricante.
- Las superficies granalladas no se podrán mantener sin pintar por más de dos horas iniciado el proceso de granallado.
- Los parámetros óptimos para una correcta aplicación de la granalla son: Presión de la compresora 6 bar como mínimo.  
Boquilla de la manguera apropiada para el proceso (para arena o granalla). Vida útil de los insumos (menor cantidad de ciclos).

Posterior al granallado, el inspector de control de calidad tomará una muestra del lote granallado para determinar la rugosidad de los materiales esto lo registrara el fabricante .

### **b. Protección Superficial.**

- Antes de aplicar la primera capa verificar que no supere las 2 horas después del granallado, caso contrario se detendrá el proceso y reprocesara el elemento.
- Verificar que los componentes del sistema de pintura sean compatibles y de la misma marca, luego proceder con la preparación. Seguir las instrucciones del fabricante.
- No se pintara cuando la temperatura del aire sea inferior a 10 °C o cuando se prevean temperaturas ambientales de 0 °C o menos.
- No se pintaran sobre superficies metálicas si estas se encuentran a más de 40 °C.
- No se pintara bajo condiciones de lluvia, llovizna o neblina.

- La temperatura del metal debe ser por lo menos 3 °C mayor a la temperatura de rocío.
- Solo se pintara sobre superficies secas y cuando la humedad relativa no exceda de 85%. El cual será controlado por el Inspector de calidad de pintura que registrara todos los parámetros.
- Esquema del pintado:
  - Se realizara según las especificaciones alcanzadas por el cliente final
- Posteriormente a la aplicación y la pintura seca al tacto duro se medirá los espesores de pintura seca con un instrumento digital El cometer 456 o similar y verificar que el espesor sea el requerido.
- Verificar que los elementos pintados tengan un acabado liso, sin rugosidades, grietas, ampollas, salpicaduras, goteos, etc.
- La técnica de medición para determinar los promedios de recubrimientos se harán de acuerdo a SSPC-PA.2 Apéndice 1., salvo indicación del contrato.

## **9.6 Responsabilidades.**

### **a. Control de la Calidad.**

Designará al supervisor responsable para hacer cumplir con las especificaciones y pasos antes mencionados.

Proporcionar el equipo adecuado para un correcto control de los requerimientos de calidad.

### **b. Producción**

Responsable de cumplir con los requerimientos de calidad (especificaciones técnicas)

**Exigidos por el cliente.**





# Hoja 3 plan de inspección y ensayos

Rev.	TEC PRO MIN S.A. Cliente		XSTRATA LAS BAMBAS S.A. - BECHTEL CHILE LTDA.		PO 28635-220-FOA/INWCO-0001		PROVEEDOR		REV.A		TEC PRO MIN			BECHTEL			
	Proyecto		LIME PREPARATION PLANT		PLAN DE INSPECCION Y ENSAYOS		FECHA: 06/08/2012										
	Item	Descripción	Documento de Referencia y Alcance	Criterio	Registros de Control	Frec. Inspección	Tipos Inspección	Responsable	Firma	Responsable	Firma	INI	WP	RD	FIN	HP1	HP2
4.1.6	Empaques UT o RX a soldadura de penetración completa	100% E.mpaques por procedimiento de penetración completa	ISO 13920	AWS D1.1, Talla 6.2 (Statically Loaded) (Nombrar Conexiones)	Certificado de Emisión No destructiva emitido por el Ensayista	0 ACT END						X					
4.1.7	Control dimensional de piezas terminadas en negro		ISO 13920		Procedimiento WPS Visual N° al 100% de las conexiones	1 ACT ID								X			
4.2	<b>CORREA ALIMENTADORA PESOMETRICA</b>																
4.2.1	Verificación en números de cajas de perfiles, placas, barras, etc. en el proceso de preparación de materiales	Procedimiento N° XXXXXX, como se indica en el plano de Control de elementos principales		100% de concordancia a lo indicado en Certificado de Proveedor	Registro de Números de Cajas en Ordenes de Control	0 ACT IV							X				
4.2.2	Fabricación de correa	Plano de fabricación (última revisión) v. 1.0mm, extra ejes.		Control dimensional +/- 3mm. Control de perforaciones +/- 1.5mm, extra ejes.	Procedo dimensional.	0 ACT IV					X						
4.2.3	Verificación de variables esenciales de Soldadura	Procedimiento WPS Control dibujo		100% WPS autorizado	Procedo en Revisión caso de Soldadura	0 INI RD					X						
4.2.4	Inspección visual de soldaduras de filete 100%	Plano de fabricación		AWS D1.1, Talla 6.1 AWS D1.6	Procedo Inspección Proceso de Soldadura	0 ACT IV							X				
4.2.5	Empaques UT o RX a soldadura de penetración completa, por aporreamiento o por largo con espesor mínimo 500 mm.	100% E.mpaques por procedimiento de penetración completa, por aporreamiento o por largo con espesor mínimo 500 mm.		AWS D1.1, Talla 6.2 (Statically Loaded) (Nombrar Conexiones)	Certificado de Emisión No destructiva emitido por el Ensayista	0 ACT END					X						
4.2.6	Control dimensional de piezas terminadas en negro			Control dimensional ISO 13920	Procedo Dimensional N° al 100% de los componentes	1 ACT ID							X				
4.3	<b>GRUA PESCANTE</b>																
4.3.1	Verificación en números de cajas de perfiles, paneles de acero al carbono, ASIM A-36 en proceso de preparación de materiales	Procedimiento N° XXXXXX, como se indica en el plano de Control de elementos principales		100% de concordancia a lo indicado en Certificado de Proveedor	Registro de Números de Cajas en Ordenes de Control	0 ACT IV							X				
4.3.2	Fabricación de pescante	Plano de fabricación (última revisión) v. 1.0mm, extra ejes.		Control dimensional +/- 3mm. Control de perforaciones +/- 1.5mm, extra ejes.	Procedo dimensional.	0 ACT IV					X						
4.3.3	Verificación de variables esenciales de Soldadura	Procedimiento WPS Control dibujo		100% WPS autorizado	Procedo en Revisión caso de Soldadura	0 INI RD					X						
4.3.4	Inspección visual de soldaduras de filete 100%	Plano de fabricación		AWS D1.1, Talla 6.1 AWS D1.6	Procedo Inspección Proceso de Soldadura	0 ACT IV							X				
4.3.5	Empaques UT o RX a soldadura de penetración completa, por aporreamiento o por largo con espesor mínimo 500 mm.	100% E.mpaques por procedimiento de penetración completa, por aporreamiento o por largo con espesor mínimo 500 mm.		AWS D1.1, Talla 6.2 (Statically Loaded) (Nombrar Conexiones)	Certificado de Emisión No destructiva emitido por el Ensayista	0 ACT END							X				
4.3.6	Control dimensional de piezas terminadas en negro			Control dimensional ISO 13920	Procedo Dimensional N° al 100% de los componentes	1 ACT ID							X				
5	<b>MOTORES Y EQUIPOS</b>																
5.1	<b>FILTRO DE CARTUCHOS</b>																
5.1.1	Recebe FCAJF	TAG N0301-ZMB-0001-07		Hoja de caso o Plano de Dibujo aprobado por Bechtel.		0 ACT ID							X				
5.2	<b>ACTIVADOR FONDO VIBRATORIO</b>																
5.2.1	Recebe BA-300	TAG N0301-ZMB-0001-04		Hoja de caso o Plano de Dibujo aprobado por Bechtel.		0 ACT ID							X				
5.3	<b>VALVULA DE BULBOLINA</b>																
5.3.1	Recebe XCCG001	TAG N0301-ZMB-0001-02		Hoja de caso o Plano de Dibujo aprobado por Bechtel.		0 ACT ID							X				
5.4	<b>VALVULA ROTATORIA</b>																
5.4.1	Recebe RV0303	TAG N0301-ZMB-0001-05		Hoja de caso o Plano de Dibujo aprobado por Bechtel.		0 ACT ID							X				
5.5	<b>EQUIPO DE LEVANTE DE PESCANTE</b>																
5.5.1	Recebe HR2200	TAG N0301-ZMB-0001-06		Hoja de caso o Plano de Dibujo aprobado por Bechtel.		0 ACT ID							X				
5.6	<b>TECLE ELECTRICO VIGA MONOREL.</b>																
5.6.1	Recebe	TAG N0301-ZMB-0001-06				0 ACT ID							X				

# Hoja 4 plan de inspección y ensayos

Rev.	Item	Descripción	XSTRATA LAS BAMBAS S.A. - BECHTEL CHILE LTDA		REV.A		PO 258335-220-PCOA-MWCC-01001		FECHA: 06/06/2012						
			LIME PREPARATION PLANT		PROVEEDOR		TECROMIN		BECHTEL						
			Variable o Control	Documento de Referencia y Alcance	Criterio de Aceptación	Registro de Control	Frec. Insp	Verif Insp	Tipo Insp	Responsable	Firma	Responsable	Verificación de la Calidad		
Capacidad, 1,5 ton.	Diagrama de Referencia y Alcance	Hoja de datos o Plano de Diseño, aprobado por Bechtel.	0 ACT	0 ACT	ID	INI	W/P	RD	FN	HP1	HP2	RD	HP2	FRMA	
5.6.1	Capacidad, 1,5 ton.	Diagrama de Referencia y Alcance	Hoja de datos o Plano de Diseño, aprobado por Bechtel.	0 ACT	0 ACT	ID									
5.7.1	Modelo VCP-273	Diagrama de Referencia y Alcance	Hoja de datos o Plano de Diseño, aprobado por Bechtel.	0 ACT	0 ACT	ID									
6	TREATAMIENTO SUPERFICIAL DE EQUIPOS														
6.1	FILTRO DE CARTUCHOS														
6.1.1	Modelo FCL47														
6.2	ACTIVADOR FONDO VIBRATORIO														
6.2.1	Modelo BA-300														
6.3	VALVULA DE GUILLOTINA														
6.3.1	Modelo VICO00-01														
6.4	VALVULA ROTATORIA														
6.4.1	Modelo RVC 20-30														
6.5	EQUIPO DE LEVANTE DE PISCANTE														
6.5.1	Modelo HRS2200														
6.6	TECLE ELECTRICO VIGA MONORIEL														
6.6.1	Capacidad 1,5 ton.														
6.7	VALVULA DE SEGURIDAD SILO														
6.7.1	Modelo VCP-273														
7	PRUEBA EN VACIO DE EQUIPOS Y ENSAYOS														
7.1	Cometa Alimentadora, Verificación de cables, General, ultima versión, en negro y con aislamiento superficial.	Planes de fabricación y Diseño General, ultima versión	Planes de fabricación y Diseño General, ultima versión	Protocolo Dimensional y Visual	0 ACT	ID									
7.2	RX a Pijering, 30%, las uniones	Arma sección V	Radiografía 50%, Inspección externa calificada	Inspección calificada	1	FN	END								
7.3	Prueba Hidrostática a Piping por Sporo o Inma completa, no se ocupan válvulas.	ANSI/Acme B31.3	Señal, duración de Prueba 1 hora	Inspección calificada	1	FN	END								
8	PREARMADO														
8.1	Arja, Sarcita Sin, Verificación de cable, alambres, cuerdas y perforaciones	Planes de fabricación y Diseño General, ultima versión	Arja 650 sección 5.5	Protocolo Dimensional	0 ACT	ID									
8.2	Presentación de vireta sobre pantalla hecha en pelo	Planes de fabricación y Diseño General, ultima versión	Arja 650 sección 5.5, control de perforaciones +/- 2 mm, entre ejes												
8.3	Como inferior de silo	Planes de fabricación y Diseño General, ultima versión	Control dimensional +/- 5mm, Control de perforaciones entre ejes +/- 3mm	Protocolo Dimensional	0 ACT	ID									
8.4	Techo silo	Planes de fabricación y Diseño General, ultima versión	Control dimensional +/- 5mm, Control de perforaciones entre ejes +/- 3mm	Protocolo Dimensional	0 ACT	ID									
8.5	2 Columnas soportantes silo con sus desagües y vigas.	Planes de fabricación y Diseño General, ultima versión	Control dimensional +/- 5mm, Control de perforaciones entre ejes +/- 3mm	Protocolo Dimensional	0 ACT	ID									
9	TREATAMIENTO SUPERFICIAL														
9.1	Control registro condiciones ambientales	Según especificaciones N° 3055-M-SP-0005-Rev.1	Punto de rocío mínimo 3 C sobre temperatura ambiente	Protocolo de Inspección Proceso Final	0 ACT	RD									
9.2	Control de Limpieza de Arve y Gamalla	Según especificaciones N° 6936-300-49-EC-001	Señal, especificaciones	Protocolo de Inspección Proceso Final	0 ACT	IV									
9.3	Verificación perfil de rugosidad superficie granallada	Especificación Técnico Bechtel 00001, Rev.0 y norma ASTM D4417	SSFC-SP1-U 60 @ 75 Micron	Protocolo de Inspección Proceso Final	3 ACT	RD									





## ANEXO C

### Documentación:

### MODELO DE INFORME

 <b>TECPROMIN PERU S.A.</b> TECNOLOGÍA EN PROCESAMIENTO DE MINERALES S.A.	<b>INFORME QA / QC</b>	
---	------------------------	--

<b>O/C. No.</b>		<b>N° REPORTE:</b>	<b>N° 011</b>	<b>FECHA:</b>	jueves 23 DE OCTUBRE 2013
<b>INSPECTOR:</b>	José Muñante		<b>TIPO DE VISITA:</b>	Inspección de trabajos	
<b>PROVEEDOR:</b>	IMECON SAC		<b>CONTACTO:</b>	Andres Diaz	
<b>PROYECTO:</b>	FABRICACION DE PLANTA DE LECHADA DE CAL LAS BAMBAS		<b>PROXIMA VISITA</b>		
<b>LUGAR DE VISITA:</b>	PLANTA PTA NEGRA - LURIN				
<b>EQUIPOS :</b>	Planta De Cal LAS BAMBAS				

#### 1. OBSERVACIONES.

N°	DESCRIPCION	ABIERTA	CERRADA
1	Estructuras recubrimiento no apto para despacho	X	
2	Barandas recubrimiento no apto para despacho	X	
3	Se emitirá NCR	X	
4			
5			
6			

#### 2. ASISTENTES

NOMBRE	EMPRESA	CARGO	PRESENTES SI/NO
ANDRES DIAZ	IMECON	SUPERVISOR DE CALIDAD	SI
JOSE MUÑANTE	TECPROMIN PERU	SUPERVISOR DE CALIDAD	SI
ELISABETH VALENTIN	SHERWIN WILLIANS	ASESOR DE PINTURA	SI

Ítem	EQUIPO	Cantidad unidad	Descripción
1	ESTRUCTURA PLANTA DE CAL	VARIAS	PRUEBAS DE TRACCION Y CORTE ESTRUCTURAS
2			
3			

#### 4.- EQUIPO/INSTRUMENTACION UTILIZADO

EQUIPO INSTRUMENTO UTILIZADO	CERIFICACION	CALIBRACION	
MEDIDOR DE ESPESORES	PRESENTO	OK	
POLITEST	PRESENTO	OK	

#### 5.- Detalle De La Inspección :

- 08 ensayos de tracción:
  - a- 02 barandas.
  - b- 04 planchas.
  - c- 02 refuerzos de silo.

los resultados de los ensayos de tracción superaron los valores del proveedor (400psi).

- Ensayos de corte y cohesión de película, estos ensayos no fueron satisfactorios ya que la película de acabado no ha cohesionado con la película base no cumpliendo las especificaciones del producto.

#### 6 - conclusiones:

- Se requiere reprocessar el lote pintado en el proveedor de pintura por no cumplir los estándares técnicos.

Imágenes:



Ensayo de adherencia conforme

DOC-TPM



FALTA DE COHESION ENTRE PELICULA DURANTE PRUEBA DE CORTE

DOC-TPM



PRUEBA DE CORTE EN PLANCHAS NO CONFORME

# MODELO DE NCR

	<b>NO CONFORMIDAD</b>	CONTROL DE CALIDAD REVISION A TECPRO-NC-007
	FECHA: 18 / 11 / 2013	

<b>PROYECTO:</b> PLANTA DE CAL LAS BAMBAS	
<b>ORDEN DE TRABAJO:</b>	<b>N° CORRELATIVO:</b> 001
<b>DESCRIPCIÓN:</b> ESTRUCTURAS - CONO	<b>PLANO DE FABRICACION:</b>

TIPO DE NO CONFORMIDAD:                      LEVE                       MENOS GRAVE                       GRAVE

**DESCRIPCION DE LA NO CONFORMIDAD**

- 1- SE HALLARON ELEMENTOS COMPONENTES DEL CONO MAL EMBALADOS LO QUE PONE EN RIESGO LA GEOMETRIA DEL ELLEMENTO QUE PODRIA OCASIONAR DEMORAS EN SU MONSTAJE **(IMAGEN 2 , 3 )**
- 2- ELEMENTOS COMPONENTES DEL ANILLO SOPORTANTE SE ENCONTRAN SIN ARRIOSTRE LO QUE PODRIA OCASIONAR DISTORSIONES DIMENSIONALES QUE EXEDAN LAS TOLERANCIAS DE FABRICACION **(IMAGEN 3,4,)**
- 3- ESTRUCTURAS VARIAS SIN EMBALAJE **(IMAGEN 5)**

**IMAGEN 1**



REPARAR                       RECHAZAR                       OTROS  (ESPECIFIQUE)

<b>EMISOR DE LA NO CONFORMIDAD:</b> JOSE MUÑANTE	
<b>RESPONSABLE DEL AREA:</b> YURI VIDAL / RICARDO ESPINOZA	
<b>FECHA DE LA NO CONFORMIDAD :</b> 18 / 11 / 2013	<b>FECHA DE NOTIFICACION:</b> 18/ 11 / 2013

**MEDIDAS CORRECTIVAS:**


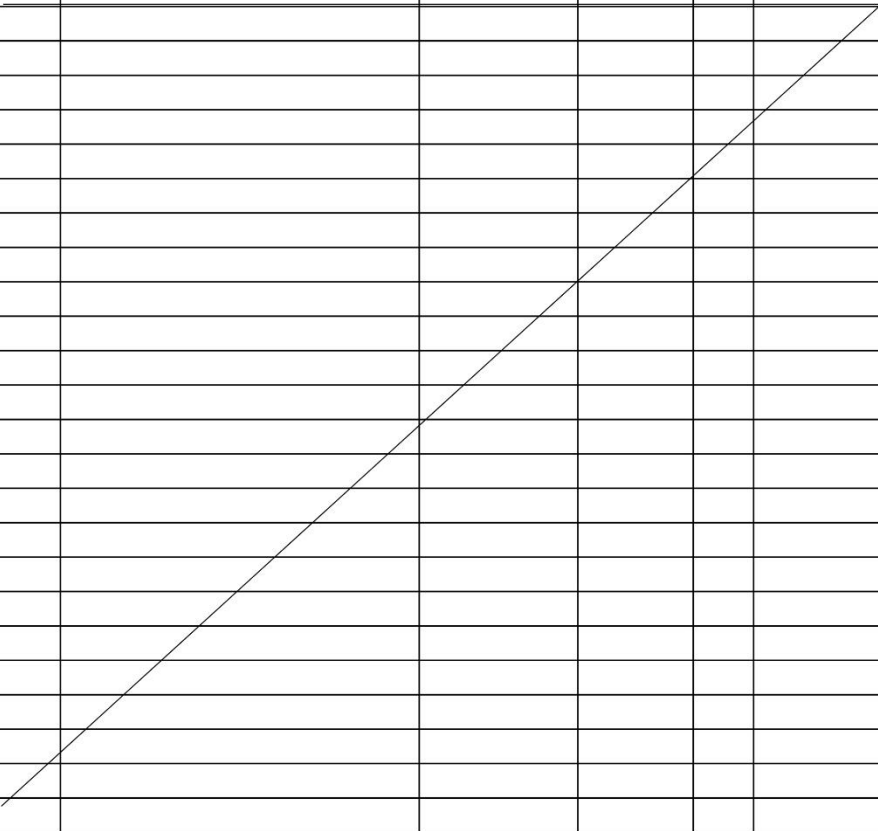
<b>RESPONSABLE DE LAS MEDIDAS CORRECTIVAS:</b> YURI VIDAL / RICARDO ESPINOZA	
<b>FECHA LIMITE CORRECCIONES:</b>	
VERIFICACION DE SOLUCION A NO CONFORMIDAD	APROBADO <input type="checkbox"/> RECHAZADO <input type="checkbox"/>
SEGUIMIENTO DE LA NO CONFORMIDAD	FECHA:

APROBADO POR TECPROMINPERU S.A.	FIRMA:	FECHA:
RECEPCIONADO POR	FIRMA:	FECHA:
COMENTARIOS		FECHA
		REV

LA INSPECCIÓN SE BASARÁ EN LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS, PLANOS Y TODAS LAS NORMAS QUE EL CLIENTE ESPECIFIQUE OPORTUNAMENTE Y SEAN APLICABLES AL PROYECTO EN CUESTIÓN.  
INSPECCIÓN EN CUALQUIER MOMENTO DURANTE O DESPUÉS DE LA FABRICACIÓN, POR LO QUE EL PROVEEDOR DEBERÁ DAR TODAS LAS FACILIDADES PARA REALIZAR EL CONTROL.  
ESTE DOCUMENTO ES REQUISITO FUNDAMENTAL PARA LA LIBERACIÓN FINAL DE PARTES O EQUIPOS DEL CLIENTE

	<b>NO CONFORMIDAD</b>	CONTROL DE CALIDAD REVISION A TECPRO-NC-007
		FECHA: 18 / 11 / 2013
<b>PROYECTO:</b> PLANTA DE CAL LAS BAMBAS		
<b>ORDEN DE TRABAJO:</b>		<b>N° CORRELATIVO:</b> 002
<b>DESCRIPCIÓN:</b> ESTRUCTURAS - CONO		<b>PLANO DE FABRICACION:</b>
TIPO DE NO CONFORMIDAD:                      LEVE <input type="checkbox"/> MENOS GRAVE <input type="checkbox"/> GRAVE <input checked="" type="checkbox"/>		
<b>DESCRIPCION DE LA NO CONFORMIDAD</b>		
		
<p style="text-align: center;"><b>IMAGEN 2</b></p>  <p style="text-align: center;"><b>IMAGEN 4</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>IMAGEN 3</b></p>  <p style="text-align: center;"><b>IMAGEN 5</b></p>	
REPARAR <input checked="" type="checkbox"/> RECHAZAR <input type="checkbox"/> OTROS <input type="checkbox"/> (ESPECIFIQUE)		
<b>EMISOR DE LA NO CONFORMIDAD:</b> JOSE MUÑANTE		
<b>RESPONSABLE DEL AREA:</b> YURI VIDAL / RICARDO ESPINOZA		
<b>FECHA DE LA NO CONFORMIDAD :</b> 18 / 11 / 2013		<b>FECHA DE NOTIFICACION:</b> 18/ 11 / 2013
<b>MEDIDAS CORRECTIVAS:</b>   		
<b>RESPONSABLE DE LAS MEDIDAS CORRECTIVAS:</b> YURI VIDAL / RICARDO ESPINOZA		
<b>FECHA LIMITE CORRECCIONES:</b>		
VERIFICACION DE SOLUCION A NO CONFORMIDAD                      APROBADO <input type="checkbox"/> RECHAZADO <input type="checkbox"/>		
SEGUIMIENTO DE LA NO CONFORMIDAD		
VERIFICADO POR :		FECHA:
APROBADO POR TECPROMINPERU S.A.	FIRMA:	FECHA:
RECEPCIONADO POR	FIRMA:	FECHA:
COMENTARIOS	FECHA	REV
LA INSPECCION SE BASARA EN LAS ESPECIFICACIONES TECNICAS, PLANOS Y TODAS LAS NORMAS QUE EL CLIENTE ESPECIFIQUE OPORTUNAMENTE Y SEAN APLICABLES AL PROYECTO EN CUESTION. INSPECCION EN CUALQUIER MOMENTO DURANTE O DESPUES DE LA FABRICACION, POR LO QUE EL PROVEEDOR DEBERA DAR TODAS LAS FACILIDADES PARA REALIZAR EL CONTROL. ESTE DOCUMENTO ES REQUISITO FUNDAMENTAL PARA LA LIBERACION FINAL DE PARTES O EQUIPOS DEL CLIENTE		

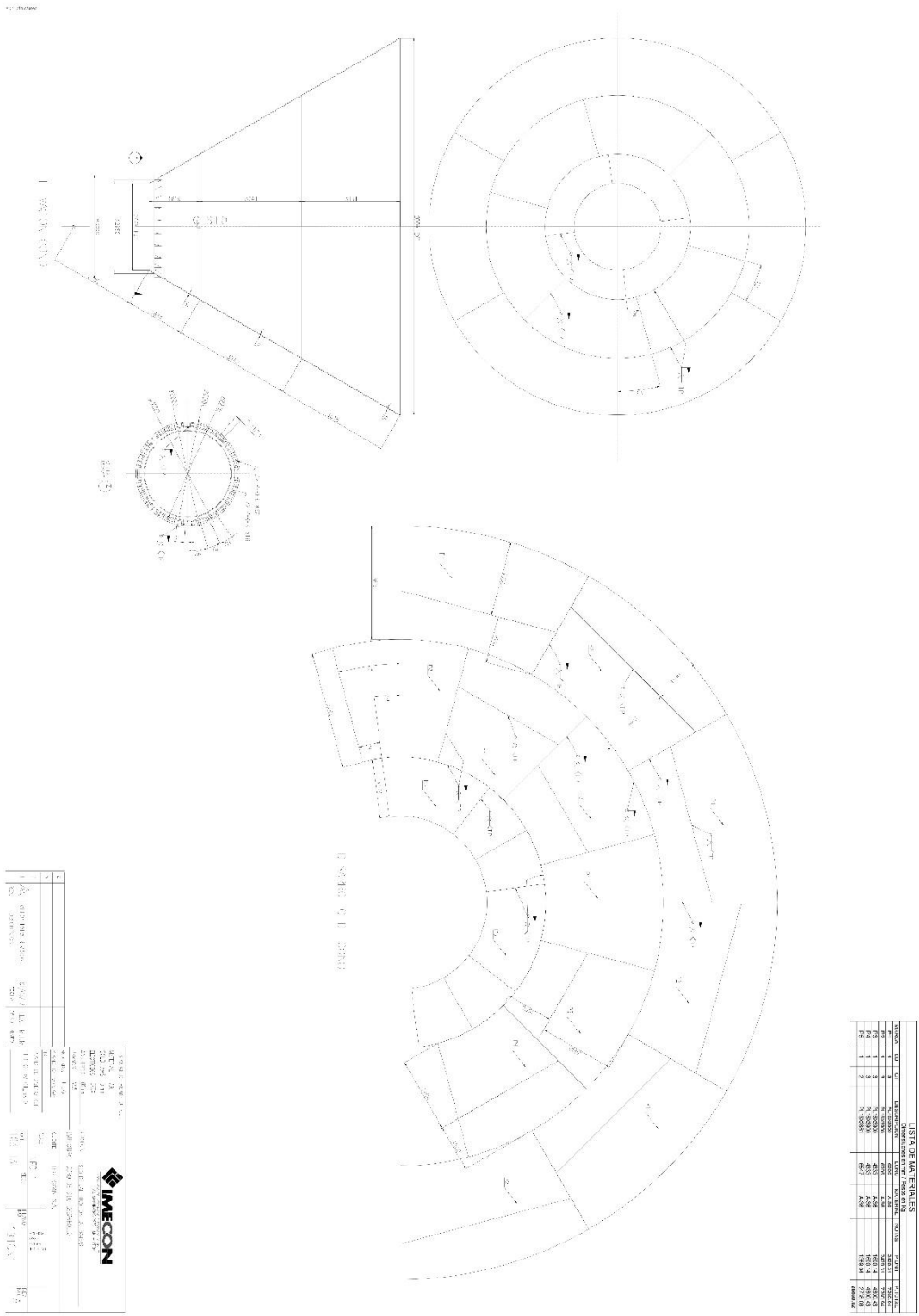
## MODELO DE ACTA DE LIBERACION

	<b>ACTA DE LIBERACION / DESPACHO</b>  <b>ACTA N°: 001</b>	PAG : 001  VERSION : 0			
<b>Proyecto: Planta de cal Las Bambas</b>					
<b>Cliente: X - STRATA SA.</b>		<b>lugar de liberacion : taller Punta Negra</b>			
<b>Fecha de liberacion : 12/11/2013</b>					
Registro de Trazabilidad <input checked="" type="checkbox"/> Registro de Control Dimensional <input checked="" type="checkbox"/> Registro de Control de soldadura <input checked="" type="checkbox"/>					
ITEM	CODIGO DE PLANO - DESCRIPCION	MARCA	CANTIDAD	REV.	V'B' CLIENTE
1	CP-SSK-TK24-001-01	COLUMNAS TK-24"	1	0	
					
Observaciones :					
Nombre:		Nombre:		Nombre:	
Firma :		firma		firma	
Fecha: JEFE QC - IMECON SAC.		Fecha: QA/QC - TECPROMIN SA.		Fecha: SUPERVISION CLIENTE	



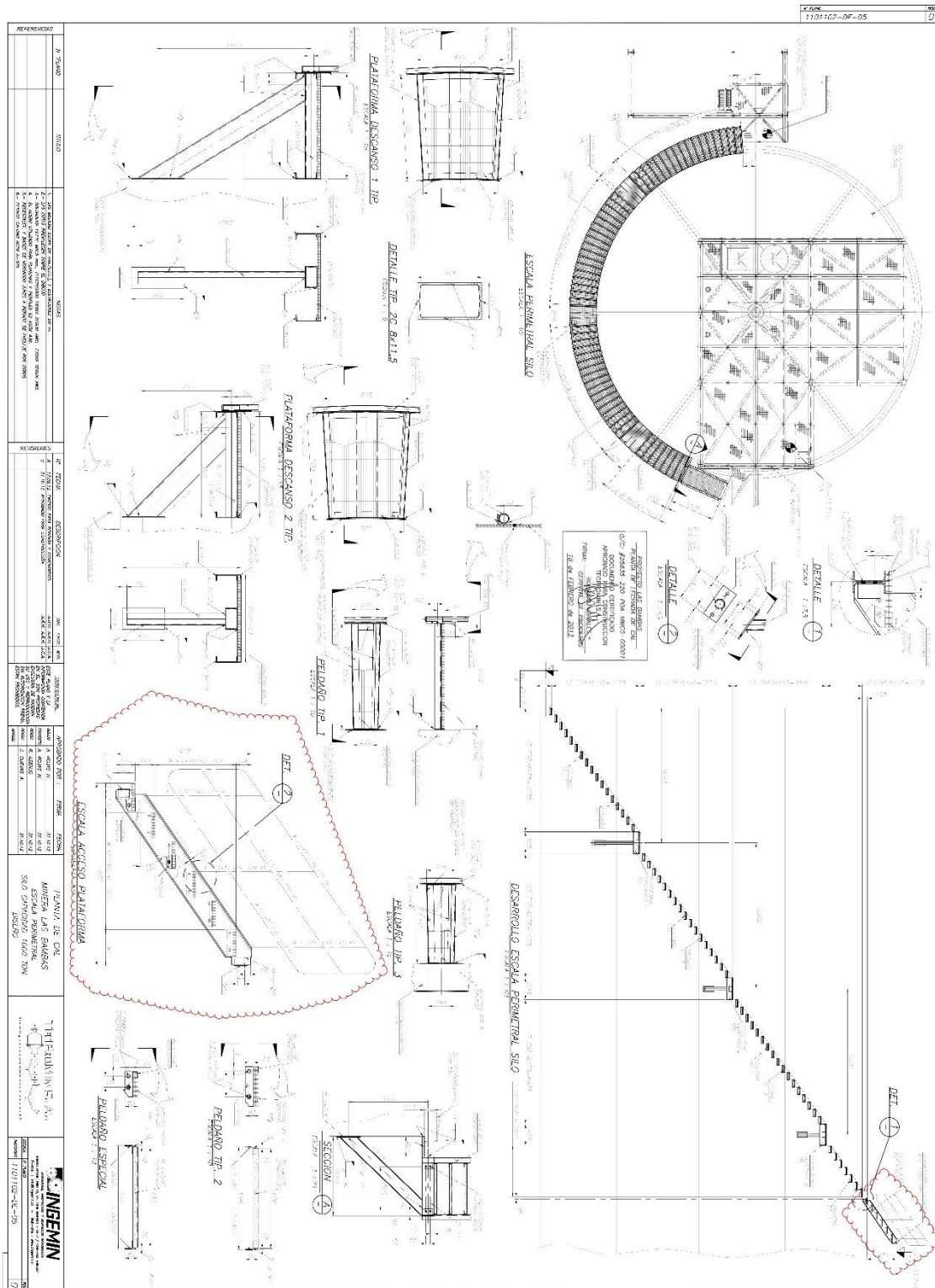
**PLANOS :**

**Fabricacion de cono de descarga**





# Plano detalle de escala perimetral





# Plano disposición general de la planta de cal

