

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA



**“FABRICACIÓN, MONTAJE Y PUESTA
EN MARCHA DE UNA PARRILLA
ACARTELADA DE 18”X18” DEL SISTEMA
DE CHANCADO PRIMARIO. MINERA
SANTANDER.”**

**INFORME DE EXPERIENCIA LABORAL PARA
OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECÁNICO**

EDWARD FRANCISCO ACEVEDO YANCE

Callao, mayo de 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 15:00 horas del día 08 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: "**FABRICACIÓN, MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA DE UNA PARRILLA ACARTELADA DE 18" X 18" DEL SISTEMA DE CHANCADO PRIMARIO. MINERA SANTANDER.**", presentado por el Bachiller **ACEVEDO YANCE EDWARD FRANCISCO**, contando 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 **ACEVEDO YANCE EDWARD FRANCISCO**, 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
14 (CATORCE)	BUENO

Con lo que se da por concluido el acto, siendo las 15:30 horas del día jueves 08 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 SANCHEZ VALVERDE
SECRETARIO DE JURADO EVALUADOR

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA


Ing. EMILIANO LOAYZA HUAMÁN
VOCAL DE JURADO EVALUADOR

Agradecimiento

Es de gran felicidad y satisfacción hoy finalizar una etapa más de mi vida, cumplir un sueño y ver el fruto de un gran esfuerzo, y por ello quiero agradecer a mis padres, abuelos, tíos, hermanos, y a todos quienes a través de todo este tiempo he conocido, quienes con su apoyo y comprensión fueron de gran ayuda, de igual manera a mis jefes que a lo largo de toda mi carrera como profesional me apoyaron en el crecimiento como persona

Dedicatoria

A mi madre Hortensia
por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que
me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por
su amor.

ÍNDICE

PÁGINA DE RESPETO	I
CARÁTULA	II
ÍNDICE	1
LISTA DE FIGURAS	5
LISTA DE TABLAS	6
INTRODUCCIÓN	7
I. OBJETIVOS	8
1.1. OBJETIVO GENERAL	8
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
II. ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA O INSTITUCIÓN	9
III. ACTIVIDADES DESARROLLADAS POR LA EMPRESA O INSTITUCIÓN	11
IV. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROYECTO DE INGENIERÍA	12
4.1 DESCRIPCIÓN DEL TEMA	12
4.2 ANTECEDENTES	12
4.2.1 INTERNACIONALES	12
4.2.2 NACIONALES	13
4.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
4.4 JUSTIFICACIÓN	15
4.4.1 PRÁCTICA	15
4.4.2 METODOLÓGICA	15

4.4.3 TECNOLÓGICA	16
4.5 MARCO TEÓRICO	16
4.5.1 SISTEMA DE CHANCADO	16
a) Parrilla o barras	18
b) Alimentadores de carga y chutes	20
c) Fajas transportadoras	20
d) Los cedazos	21
e) Los magnetos o electroimanes	22
f) Chancadoras	22
g) La tolva de finos	23
4.5.2 ACERO Y SUS COMPONENTES	23
a) Definición	23
b) Propiedades físico químicas	24
c) Propiedades mecánicas	25
d) Aceros aleados	30
e) Propiedades mecánicas en los efectos de aleación	31
f) Acero de alta resistencia	33
g) Parrilas anti impacto	35
4.5.3 CARGAS DE IMPACTO, ROMPEDOR DE BANCO (ROCKBREAKER)	36
a) Definición	36
b) Modelos y tipos	37
4.5.4 SOLDADURA	38
a) Desgaste	39
b) Tipos de desgaste	40
c) El revestimiento duro	41
d) Objetivos	41
e) Procedimientos de soldadura	41
f) Selección de proceso de soldadura	42
4.5.5 FABRICACIÓN DE ESTRUCTURAS METÁLICAS	43
a) Procesos	43
b) Inspección y pruebas	45
c) Ensayos no destructivos	45
d) Ensayos destructivos	47
4.5.6 MONTAJE DE ESTRUCTURAS METÁLICAS	52
a) Procedimientos	53
b) Inspección	54
c) Pintura	55
d) Entrega de la obra	55
4.6 FASES DEL PROYECTO	56

4.6.1 PLANIFICACIÓN	56
a) Desarrollo de la ingeniería	56
b) Cronograma detallado de la obra	56
4.6.2 EJECUCIÓN	57
a) Proceso de Fabricación	57
b) Habilitado de materiales	58
c) Armado de la parrilla	60
d) Soldeo de la parrilla.	63
e) Ensayos no destructivos (END)	69
f) Ensayos destructivos.	71
g) Proceso de Montaje	72
4.6.3 CIERRE	76
V. EVALUACIÓN TÉCNICO – ECONÓMICO	77
5.1 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DESMONTAJE DE PARRILLA EXISTENTE	77
5.2 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS MONTAJE DE PARRILLA ACARTELADA	78
5.3 GASTOS GENERALES	79
5.4 LISTA DE METRADOS	80
5.5 COTIZACIÓN	81
5.6 EVALUACIÓN TÉCNICA	82
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	83
6.1 CONCLUSIONES	83
6.2 RECOMENDACIONES	84
VII.REFERENCIALES	85
VIII. ANEXOS Y PLANOS	91
ANEXO 1. PARRILLA ACARTELADA	91

ANEXO 2. MODELO DE BRAZO DE UN ROCKBREAKER	92
ANEXO 3. APLICACIONES GRIZZLY	93
ANEXO 4. APLICACIONES DE TRITURADORAS GIRATORIAS	93
ANEXO 5. APLICACIONES MÓVILES	94
ANEXO 6. APLICACIONES DE TRITURADORA ESTACIONARIA	94
ANEXO 7. PROCESOS DE SOLDADURA RECUBRIMIENTO DURO ENMANTEQUILLADO Y RELLENO	95
ANEXO 8. CRITERIOS EN LA FABRICACIÓN	97
ANEXO 9. PLANOS DE FABRICACIÓN	98
ANEXO 10. PLANO BÁSICO DE INGENIERÍA	99
ANEXO 11. CRONOGRAMA DEL PROYECTO	100
ANEXO 12. REGISTRO DE TRAZABILIDAD	101
ANEXO 13. CERTIFICADO DE CALIDAD PLANCHA T1 500 BHN	102
ANEXO 14. WPS Y PQR	103
ANEXO 15. HOJA TÉCNICA ELECTRODO PARA REVESTIMIENTO DURO UTP 65	104
ANEXO 16. INFORME PUCP	105
ANEXO 17. REGISTRO TOPOGRÁFICO	106

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. ESTRUCTURA ORGÁNICA DE LA EMPRESA VIJICSA	9
FIGURA 2. ESQUEMAS DE ESFUERZOS	28
FIGURA 3. REGISTRO DE CONTROL DIMENSIONAL	59
FIGURA 4. CORTE DE MATERIAL T1	60
FIGURA 5. BISELADO DE PL T1 500 BHN	61
FIGURA 6. ARMADO DE PARRILLA ACARTELADA	62
FIGURA 7. REGISTRO DE CONTROL DIMENSIONAL ARMADO DE PARRILLA	63
Figura 8. JUNTA TÍPICA DE SOLDADURA DE LA PARRILLA ACARTELADA	64
FIGURA 9. HOJA TÉCNICA DEL ACERO	65
FIGURA 10. PRECALENTAMIENTO DE LA PLANCHA T1 500 BHN	66
FIGURA 11. PASE DE RAÍZ Y RELLENO CON PROCESO FCAW	67
Figura 12. HOJA TÉCNICA EXATUB 110	68
FIGURA 13. PASE DE ACABADO –PROCESO SMAW	69
FIGURA 14. APLICACIÓN DEL PENETRANTE EN LA JUNTA SOLDADA	70
FIGURA 15. APLICACIÓN DEL REVELADOR EN LA JUNTA SOLDADA	70
FIGURA 16. REGISTRO DE ENSAYO NO DESTRUCTIVO-LÍQUIDOS PENETRANTES	71
FIGURA 17. CARACTERÍSTICAS DE UNA JUNTA SOLDADA	72
Figura 18. DESMONTAJE DE PARRILLA EXISTENTE	73
FIGURA 19. MONTAJE DE ESTRUCTURAS BASE DE LA PARRILLA	73
FIGURA 20. MONTAJE DE LA ESTRUCTURA DE BASE DE LA PARRILLA	74
FIGURA 21. ACUMULACIÓN DEL MINERAL EN LA TOLVA DE GRUESOS	75
Figura 22. CONMINUCION DEL MINERAL A TRAVÉS DE LAS CARGAS DE IMPACTO DEL ROMPEBANCO HIDRÁULICO	75
FIGURA 23. ROMPEDOR DE BANCO Y PARRILLA ACARTELADA EN PLENA OPERACIÓN	76

LISTA DE TABLAS

TABLA 1. TIPOS DE CHANCADORAS _____	22
TABLA 2. LÍMITE DE ELASTICIDAD _____	27
TABLA 3. CARACTERÍSTICAS DE LOS ACEROS ESPECIALES AL MEZCLARLOS CON MINERALES __	31
TABLA 4. TIPOS DE DESGASTE _____	40

INTRODUCCIÓN

A través de los años las estructuras metálicas han constituido un sistema de construcción muy difundido en los diferentes campos de la industria. En el presente informe se va a desarrollar la fabricación, montaje y puesta en marcha de una parrilla acartelada para aumentar el flujo de mineral del sistema de chancado primario con la finalidad de bajar los costos de operación.

Una de las razones para realizar el informe es dar a conocer un nuevo plan de ejecución en la fabricación de las parrillas partiendo de la unión mediante soldadura de barras anti desgaste e impacto utilizado en la reparación de los dientes de las excavadoras.

Primero se desarrolla el proceso de fabricación de la parrilla, empezando por la selección del material, corte, armado, soldeo y liberación de la pieza metálica.

Segundo con el proceso de montaje y puesta en marcha de la parrilla acartelada, empezando con los trabajos previos, la instalación y las diferentes pruebas con carga realizadas a la parrilla.

I. OBJETIVOS

1.1. Objetivo General

Fabricar, montar y realizar la puesta en marcha de una parrilla acartelada para aumentar el flujo del mineral hacia el sistema de chancado primario con el fin de bajar costos de operación.

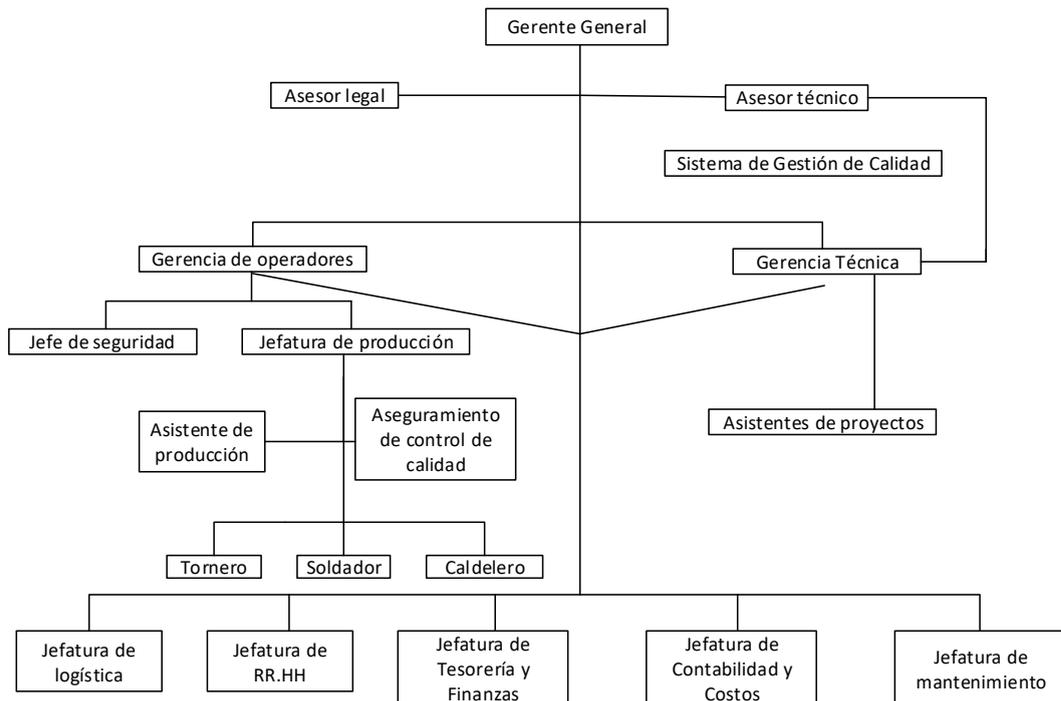
1.2. Objetivos Específicos

- Realizar un plan de ejecución de la fabricación, montaje y puesta en marcha de la parrilla acartelada.
- Mejorar la resistencia del material base y la junta soldada de la parrilla acartelada.
- Seleccionar un material de aporte para la junta soldada que sea capaz de soportar las cargas de trabajo de la parrilla acartelada.
- Realizar pruebas destructivas a la junta de soldadura del material base de la parrilla.

II. ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA O INSTITUCIÓN

VIJICSA cuenta con una planta de 4,000 m² ubicada en la Ciudad de Lima, la misma que está implementada con maquinarias y equipos que permiten una capacidad de fabricación de 150 Ton/mes. Además, cuenta con personal profesionales y técnicos debidamente calificados por especialidades. A su vez, la empresa provee programas de actualización y/o capacitación permanente.

FIGURA 1. ESTRUCTURA ORGÁNICA DE LA EMPRESA VIJICSA



Fuente: VIJICSA

En la actualidad el informante integra el Área de Calidad y Proyectos con casi dos años de permanencia en la Organización desarrollando las siguientes actividades:

- Elaboración el plan de calidad de la fabricación, montaje y puesta en marcha de la parrilla acartelada,
- Elaboración el plan de ejecución de los proyectos para garantizar la ejecución satisfactoria de los mismos.
- Supervisión de contratistas y sub contratistas.
- Elaboración de planes de trabajo para licitaciones.
- Supervisión de la fabricación, montaje y puesta en marcha de estructuras, equipos.
- Entre otras actividades.

III. ACTIVIDADES DESARROLLADAS POR LA EMPRESA O INSTITUCIÓN

V & J Ingeniería y Construcción S.A., Empresa dedicada a la ingeniería al detalle, diseño, fabricación, montaje y ejecución de proyectos mecánicos, eléctricos, mineros, pesqueros, civiles e industriales en general; así como en fabricación de máquinas, equipos, herramientas y partes específicas; consultoría especializada en ingeniería y servicio de mantenimiento en general con calidad certificada. Los principales proyectos que el informante estuvo involucrado fueron:

- i. Proyecto “Construcción de Silo de Relleno Hidráulico”, 2016, Ingeniero de calidad y supervisor mecánico.
- ii. Proyecto “Nueva Planta de Chancado”, 2016, Ingeniero de calidad y supervisor mecánico.
- iii. Proyecto “Fabricación, Montaje y Puesta en marcha de una parrilla acartelada”, 2016, Ingeniero de calidad y supervisor mecánico.
- iv. Proyecto “Fabricación, montaje y puesta en marcha de una línea de tubería forzada de la central hidroeléctrica Baños”, 2014, Ingeniero de calidad y supervisor mecánico.
- v. Proyecto “Montaje Electromecánico de Equipos-Atacocha”, 2013, Ingeniero de calidad y supervisor mecánico.

IV. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROYECTO DE INGENIERÍA

4.1 Descripción del tema

El volumen de banco del material extraído de interior mina es trasladado en camiones de alto tonelaje hacia la tolva de gruesos del sistema de chancado primario. El objetivo del sistema de chancado primario es reducir el tamaño del mineral a fin de que siga su proceso en el área de molienda.

La trituración del material se realiza en una parrilla acartelada mediante cargas vivas de impacto producido por un rompedor de banco hidráulico (Anexo 1).

En este punto surge el problema de fatiga. Debido a las cargas de impacto, se genera una fractura del material base de la parrilla y las juntas de soldadura, ocasionando ciclos continuos de mantenimiento de la parrilla y paradas en la operación. Por este motivo se elaboró una propuesta técnica a la compañía minera para solucionar este problema.

4.2 Antecedentes

4.2.1 Internacionales

Un estudio importante es el Manual General de Minería y Metalurgia (Portal Minero S.A, 2006). Este manual describe detalladamente los sistemas de extracción, plantas de procesamiento con datos prácticos

para cada área del proceso. Además, incluye el proceso de conminución del mineral que no es más que la disminución del tamaño del material extraído en mina empezando en la tolva de gruesos en donde se almacena material para su posterior trituración por cargas de impacto de un rompe banco.

El informe técnico de Conde Vilca (2010, pág. 52) detalla el proceso de soldadura de cucharones de palas mecánicas, proceso importante por el cual se tomó como referencia para explicar una parte de la fase del proyecto (Sección 4.6). Para ello – señala- se debe empezar estableciendo un arco voltaico entre la pieza y el extremo de un electrodo, consistente en un alambre de hierro revestido de materias orgánicas e inorgánicas aglutinadas con silicatos alcalinos que cumplen funciones específicas para mejorar el arco y las propiedades del metal de soldadora. A su vez describe un conjunto elementos que forman parte de este proceso, tales como las fuentes de poder, las principales aplicaciones, materiales soldables, espesores, las variables a tener en cuenta y las características de los electrodos.

4.2.2 Nacionales

En el estudio de Bravo Gálvez (2003, pág. 10) define sumariamente las dimensiones y características de la tolva de gruesos, su funcionalidad y las partes o componentes que la ponen en marcha. En sección del

presente manual que preparó para la minera Yauliyacu, describe y explica la función primordial de los rieles o parrillas de la tolva. A su vez, establece medidas y los cuidados o previsiones que se deben tener para su funcionamiento adecuado.

El Programa de Ampliación de Operaciones de la Sociedad Minera El Brocal (2013, pág. 19) desarrollo un estudio minucioso sobre los procesos de extracción en la Unidad Minera Colquijirca (Pasco). En la sección “Planta de Chancado Primario” se observan los mecanismos y el equipamiento que se utiliza para el procesamiento. En los gráficos y descripciones de este estudio se observa la funcionalidad de la sección de almacenamiento para su posterior trituración por las cargas de impacto de un rompe banco.

Por último, El plan de cierre de la mina San Andrés de Aguilar Gonzáles (2008, pág. 30)- detalla, a partir de los procesos metalúrgicos que componen todo el sistema de la operación de cierra, el componente del chancado primario, haciendo énfasis en la recepción del mineral en diferentes tamaños y sus características relacionadas a la humedad (6” promedio) y el traslado hacia unas parrillas para la selección de los tamaños con la finalidad de trasladar por una faja transportadora de espesos los minerales que tengan $\frac{3}{4}$ de espeso y 18” de ancho.

4.3 Planteamiento del problema

¿Cómo fabricar, montar y poner en marcha una parrilla acartelada de 18” x18” que me permita aumentar el flujo del mineral hacia el sistema de chancado primario?

4.4 Justificación

4.4.1 Práctica

Según (González Ortiz & Villamil Rozo, 2013) “está enfocada a determinar si el resultado de la investigación tiene una aplicación concreta y puede mostrar resultados. A su vez, identificar si ayudará a solucionar problemas en su empresa, medio u organización o si la propuesta de este estudio será una respuesta y/o solución a problemas concretos o permitirá mejorar la situación actual de su empresa”.

La presente investigación es práctica, pues busca reducir varias de los problemas relacionados a los costes de mantenimiento de la maquinaria en mención, utilizando otros componentes que pueden ayudar al reforzamiento y mejorar su rendimiento.

4.4.2 Metodológica

Según (Bernal Torres, 2006, pág. 2014)- la justificación metodológica propone un nuevo método o una nueva estrategia para generar conocimiento válido y confiable, así como nuevos métodos o técnicas

para generar conocimientos válidos y nuevas formas de hacer investigación.

La presente investigación es metodológica, debido a que, durante la presentación de la fase operativa de la mejora propuesta, se incidirá en mostrar nuevas formas de mejoras utilizando el uso de otro tipo de mecanismos técnicos que pueden complementar y repotenciar estructuras mecánicas. Estos mecanismos se encontrarán definidos en procesos y técnicas propias de una metodología aplicada.

4.4.3 Tecnológica

Como indica Carrasco (2009, págs. 119-129)- está orientada a determinar si los resultados posibilitan el diseño y elaboración de técnicas, instrumentos y equipos para la producción de bienes económicos, científicos, industriales, entre otros; que dinamicen el desarrollo de los procesos productivos en general.

La presente investigación es de carácter tecnológico porque propondrá nuevos instrumentos y equipos de bajos niveles de mantenimiento para el procesamiento del sistema de chancado primario

4.5 Marco teórico

4.5.1 Sistema de Chancado

Magne (1998, pág. 58) define el chancado como la primera etapa de la reducción de tamaño. Generalmente es una operación en seco y

usualmente se realiza en dos o tres etapas, existiendo, en algunos casos hasta cuatro etapas. Como es la primera etapa para el beneficio de minerales, se aplica una fuerza mecánica para romper los trozos grandes de mineral hasta reducirlos a un tamaño menor (fragmentos de $\frac{1}{2}$ " a $\frac{5}{8}$ " – $\frac{3}{4}$ ") utilizando fuerzas de compresión y en menor proporción fuerzas de fricción, flexión, cizallamiento u otras.

Este proceso se realiza en máquinas que se mueven a velocidad media o baja trayectoria fija y que ejercen presiones inmensas a bajas velocidades. En esencia, el trabajo del chancado busca que los molinos trabajen correctamente, es decir deben tener una carga de $\frac{1}{2}$ " (máximo $\frac{5}{8}$ ").

El chancado se realiza con máquinas que se mueven a velocidad media o baja en una trayectoria fija y que ejercen presiones inmensas a bajas velocidades. Sus elementos trituradores se caracterizan por no tocarse. A su vez, las condiciones principales de esta operación son la oscilación y la velocidad de oscilación, y el factor que influye esta condición de operación son las características del mineral (humedad, tamaño y dureza).

Por otro lado, tanto la molienda como la trituración deben estar íntimamente ligadas. Si la sección de chancado hace un buen trabajo en la reducción del tamaño del mineral, el molino será mucho más eficiente (Bravo Gálvez, 2003, pág. 9).

Componentes

Tolvas de gruesos

Estos recipientes son depósitos que almacenan el mineral bruto extraído de la mina. Su función es alimentar a las chancadoras regularmente. La composición de las tolvas es de concreto armado y tiene forma, cuadrada que termina en un cono piramidal. Además, está provista en la parte superior de una parrilla construida de rieles o plancha, sirven para recibir mineral.

a) Parrilla o barras

Estos elementos no solo sirven para impedir que alguien se caiga dentro de la tolva, sino también para impedir el paso del mineral grande dentro de la tolva, a fin de evitar problemas en el alimentador, faja transportadora y en la chancadora primaria (Bravo Gálvez, 2003).

Generalmente la ubicación de esta parrilla, precede a los rieles, los cuales están a una distancia de 8" hacia lo ancho y 12" hacia lo largo. Es importante señalar las parrillas son estacionarias. Ahora, los tipos de parrillas que se emplean se pueden clasificar en:

- **Parrillas de barra acartelada o grizzly:** son barras de acero colocados casi paralelamente con luces. Su uso es precubar antes de machacar. Las barras de acero son muy robustas para resistir el impacto.
- **Chapas perforadas:** suelen ser de acero. Los orificios son cuadrados, rectangulares, circulares, entre otros. Normalmente se utilizan para

granulometrías gruesas, a partir de 50 ó 75mm (Universidade da Coruña, 2013, pág. 24).

b) Alimentadores de carga y chutes

Estos componentes posibilitan enviar a las chancadoras los minerales en carga medida y regulada- según la capacidad generada; a la vez que impiden la descarga violenta de las tolvas de gruesos. Demasiada carga atora a las chancadoras, grizzlys y cedazos, pero también la poca carga deteriora los mecanismos, debido a que los movimientos más fuertes se producen en vacío.

Los chutes son cajones de lados inclinados que unen el fondo de la tolva de gruesos con el alimentador correspondiente. Su función consiste en ayudar a salir y amortiguar la carga de mineral. Si este componente el alimentado sufriría un exceso de peso.

c) Fajas transportadoras

Transportan el mineral desde las tolvas de gruesos a las diferentes partes de la sección chancado, en forma cómoda, rápida, limpia y económica. Las fajas transportan mineral en forma constante y continua. Además, se usan para alimentar mineral de las tolvas de finos a los molinos y transportar los concentrados que reciben de los filtros a las canchas de depósito de concentrado.

La estructura de la faja es sencilla. Está compuesta por un conjunto de tejidos superpuestos, protegido normalmente por sus caras libres, coberturas. Por otro lado, los tejidos comúnmente se les llama "lonas", y su tipo, así como el espesor y naturaleza de las coberturas, determinan

sus características (JORVEX, 2014, pág. 3). Las partes de las fajas son las siguientes:

- La faja propiamente dicha;
- Las poleas, las cuales se dividen en los siguientes tipos: polea de cabeza, polea de cola, contra polea.
- Los polines, los cuales se dividen en: polines curvos, polines de retorno, polines de impacto, polines giratorios, polines verticales, polines espirales o de limpieza
- Los templadores, los cuales se dividen en; templador de tornillo, contrapeso
- Las cuchillas,
- El sistema de movimiento.

d) Los cedazos

La luz de los cedazos, ya sean de rieles o de mallas, deben estar en relación con el tamaño de la descarga de la chancadora con la cual trabaja. De esta manera, la carga que pasa por el cedazo o grizzly sea de igual tamaño a la descarga de la chancadora. Existe dos tipos de cedazos: el cedazo estacionario (grizzly) y el cedazo vibratorio. A su vez, las partes de este componente son las siguientes:

- El eje excéntrico
- El chute de alimentación
- El chute de descarga de los finos
- El chute de descarga de los gruesos

- El sistema de movimiento, constituido por: motor, polea del motor y fajas “v”; reductor de velocidad y volantes.

e) Los magnetos o electroimanes

Sirven para atrapar las piezas metálicas que acompañan al mineral, es decir protegen a los equipos de procesos críticos del daño causado por piezas metálicas intrusivas. A su vez, mejora la pureza y calidad del producto para altos volúmenes de productos transportados en faja (Industrial Magnetics, 2013, pág. 1).

f) Chancadoras

Existen tres tipos de chancadoras:

TABLA 1. TIPOS DE CHANCADORAS

Tipos de chancadoras	Función
Chancadoras primarias	Es una máquina donde se realiza la trituración primaria del mineral bruto, es decir, chanca el mineral que entrega la mina para la chancadora secundaria. Se caracteriza por una aplicación de fuerza con baja velocidad a partículas que se ubican entre dos superficies o mandíbulas verticales que son convergentes hacia la parte inferior de la máquina y que se aproximan y alejan entre sí con movimientos de pequeña amplitud.
Chancadoras secundarias	Se realiza la trituración secundaria del mineral bruto, es decir, chanca el mineral que entrega la trituradora primaria de quijadas Kue – ken. Par esta fase, las chancadoras son más livianas que las máquinas primarias, puesto que toman el producto chancado en la etapa primaria como alimentación. El tamaño máximo será menor de 6 ó 8 plg. de diámetro
Chancadoras terciarias	De cono giratorio, es una máquina que realiza la trituración terciaria del mineral, es decir, chanca el mineral que entrega la trituradora secundaria. Tanto la chancadora secundaria como la terciaria son las mismas, excepto que para el chancado terciario se usa una abertura de salida menor. Los tipos de chancadores para ambos procesos son, en su mayor parte, de forma de cono, aunque también se usan rodillo de chancado y molinos de martillo para ciertas aplicaciones.

Fuente: (Magne, 1998, págs. 59-62)

g) La tolva de finos

Son depósitos para almacenar el mineral fino chancado y abastecer a los molinos. Son importantes porque aseguran una alimentación constante a los molinos; permite realizar reparaciones en la sección molienda sin necesidad de parar la sección chancado; permiten realiza operaciones de reparación para realizar reparaciones, limpieza, etc. sin necesidad de detener la sección molienda. (Bravo Gálvez, 2003)

Las tolvas de finos generalmente son cilíndricas o rectangulares con el fondo cónico, los finos tienen una densidad aparente de 2.7 kg/m³ dependiendo el material, pero esto no significa que pesen tanto y también pueden disminuir su densidad aparente hasta 0.8 kg/m³ esto es dependiendo de donde proviene el material (Aria del Samaniego, 2016, pág. 2).

4.5.2 Acero y sus componentes

a) Definición

El acero es una aleación de hierro con una cantidad de carbono que puede variar entre 0,03% y 1,075% en peso de su composición, dependiendo del grado. El acero no es lo mismo que hierro. El hierro es un metal relativamente duro y tenaz, con diámetro atómico (dA) de 2,48 Å, con temperatura de fusión de 1535 °C y punto de ebullición 2740 °C.

La diferencia principal entre el hierro y el acero se halla en el porcentaje de carbono: el acero es hierro con un porcentaje de carbono de entre el 0,03% y el 1,075% (Alacero, 2017).

El acero conserva las características metálicas del hierro en estado puro, pero la adición de carbono y de otros elementos tanto metálicos como no metálicos mejora sus propiedades físico-químicas, sobre todo su resistencia.

b) Propiedades físico químicas

Sus propiedades físicas y mecánicas varían según su composición y tratamiento térmico, químico o mecánico, con los que pueden conseguirse acero para infinidad de aplicaciones. Este material tiene algunas propiedades genéricas:

- Densidad media: 7850 kg/m³.
- Se puede contraer, dilatar o fundir, según la temperatura.
- Su punto de fusión depende de la aleación y los porcentajes de elementos aleantes. Frecuentemente, de alrededor de 1.375 °C.
- Punto de ebullición: alrededor de 3.000 °C.
- Es un material muy tenaz, especialmente en aleaciones usadas para herramientas.
- Es relativamente dúctil; sirve para hacer alambres.

- Es maleable; se puede transformar en láminas tan delgadas como la hojalata, de entre 0,5 y 0,12 mm de espesor.
- Permite una buena mecanización en máquinas herramientas antes de recibir un tratamiento térmico.
- Algunas composiciones mantienen mayor memoria, y se deforman al sobrepasar su límite elástico.
- La dureza de los aceros varía entre la del hierro y la que se puede lograr mediante su aleación u otros procedimientos térmicos o químicos entre los cuales quizá el más conocido sea el templado del acero, aplicable a aceros con alto contenido en carbono, que permite, cuando es superficial, conservar un núcleo tenaz en la pieza que evite fracturas frágiles (Alacero, 2017).

c) **Propiedades mecánicas**

Tomando como referencia el manual de Rosario Francia (2014, pág. 3), estas propiedades pueden ser las siguientes:

Dureza: es “la resistencia que los cuerpos oponen a dejarse rayar por otros” y, también industrialmente como: “la resistencia que un cuerpo opone a ser penetrado por otro muy duro, cuya forma y dimensiones están normalizados”. Con respecto a este segundo criterio, existen dos escalas de dureza:

Dureza Brinell, en la que se mide la superficie de la huella dejada por una bola de acero extra duro de diámetro (D), cuando se aplica con una determinada carga. Se representa por las letras HB, así se tendría:

- Acero muy duro.....500 HB
- Acero poco duro.....110 HB
- Bronce.....100 HB
- Aluminio..... 25 HB

Dureza Rockwell, se mide la profundidad de penetración, bien de un cono de diamante de 120° (escala HRC), bien con una bola de acero (escala HRB). Tiene la ventaja que se puede medir la dureza de materiales muy duros, que deformarían la bola del ensayo Brinell. También tiene la ventaja de que la dureza la da directamente la escala de profundidad del aparato de ensayo, que está graduada en grados Rockwell.

Elasticidad: es la capacidad que presentan determinados materiales de recobrar su forma original después de haber sido deformados, cuando cesa la fuerza exterior que los deformó” (Rosario Francia, 2014). Para poder cuantificar esta propiedad, se define el límite elástico (E), en unidades de kg / mm². Esto se halla mediante un ensayo de tracción: $E = F/S$. Así, se tendría los siguientes valores:

TABLA 2. LÍMITE DE ELASTICIDAD

Metal	Límite de elasticidad en Kg./mm ²
Aluminio recocido	15
Plata	0.5
Hierro	20
Acero de 0.5% de C	28
Acero de 0.55% de C	43

Fuente :(Rosario Francia, 2014)

Plasticidad: es la capacidad que tienen los materiales de adquirir deformaciones permanentes. Así, si se aumenta la fuerza de deformación por encima del límite elástico en un metal, también aumenta la separación de los átomos y llegan a alcanzar otras posiciones en las que también tienen una estructura estable y, al cesar la fuerza exterior ya no se mueven. Los metales tienen, en general, muy buenas propiedades plásticas a causa del enlace metálico. Esta propiedad se concreta en dos:

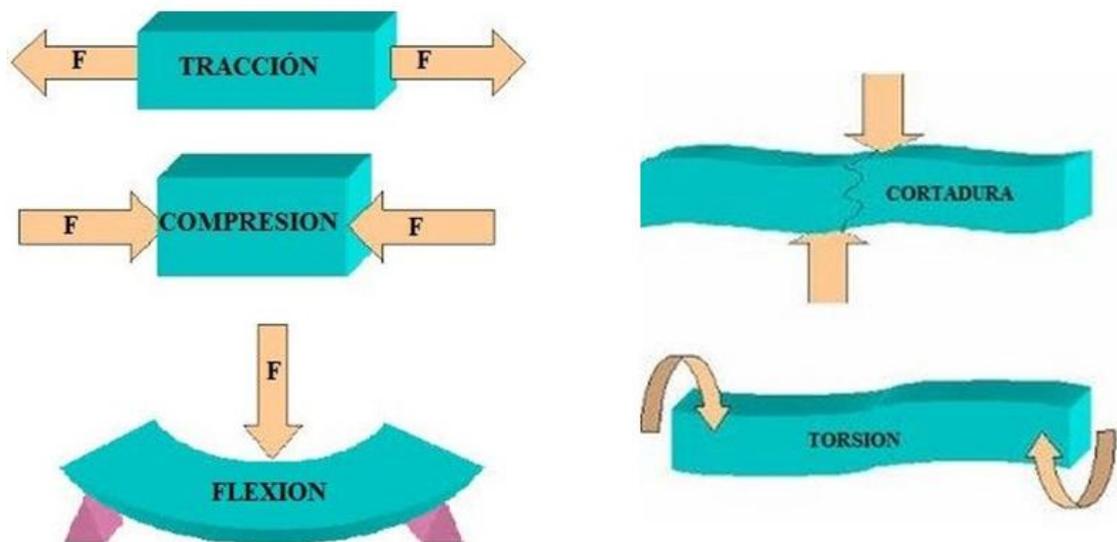
Ductilidad: Si los esfuerzos son de tracción. Los más dúctiles son el oro y la plata.

Maleabilidad: Si los esfuerzos son de compresión.

Resistencia a la rotura: si a un material se le aumentan el esfuerzo de deformación, se deformará primero elásticamente, luego plásticamente y, por último, se romperá. Es muy importante saber en cada material cual es la carga máxima por unidad de superficie que puede soportar sin romperse; a esta carga se le llama resistencia a la rotura. La resistencia a la rotura se expresa en las mismas unidades que el límite elástico (kg /

mm²), aunque los esfuerzos a que están sometidas las piezas pueden ser de 4 clases, tal como se presentan en la siguiente figura.

FIGURA 2. ESQUEMAS DE ESFUERZOS



Fuente : (Rosario Francia, 2014)

Tenacidad: es la capacidad que tienen los metales de absorber energía antes de romperse. Es importante no confundir tenacidad con gran resistencia a la rotura. Así pues, el diamante tiene gran resistencia a la rotura, pero es poco tenaz (Bravo Gálvez, 2003, págs. 3- 10).

Estricción: Otra característica del acero es su estricción en el acero. Para ello se debe realizar un ensayo de tracción sobre una probeta cilíndrica normalizada, de esta manera, el período de estricción se inicia cuando, una vez se supera el límite de fluencia, se produce una reducción gradual de la sección en la zona donde ocurrirá la rotura, una deformación permanente, hasta que se produce definitivamente el fallo. Es, por tanto,

un fenómeno que ocurre durante la plasticidad del acero, y sobretodo típico de los aceros suaves o dúctiles. La estricción es la responsable del tramo de bajada en la curva tensión-deformación, y hace que se llegue a la rotura cuando la carga es inferior a la carga máxima aplicada, diferencia que se acrecienta con la tenacidad de la materia (Ingemecánica, 2017).

Resiliencia: mediante la resiliencia se mide el grado de tenacidad o de ductilidad del acero a una determinada temperatura (generalmente, se establecen valores de resiliencia a temperatura ambiente, a 0°C, o a temperatura de -20°C).

El ensayo que proporciona el dato de la resiliencia del acero consiste en el ensayo de flexión por choque sobre una probeta Charpa, que es una probeta entallada de medidas normalizadas según la UNE 7475-1:1992. Mediante dicho ensayo, la resiliencia, medida en julios (J), se determina a una temperatura prefijada (Ingemecánica, 2017).

Soldabilidad: La soldabilidad mide la capacidad de un acero que tiene a ser soldado, y que va a depender tanto de las características del metal base, como del material de aporte empleado.

Un parámetro útil para evaluar la soldabilidad de los aceros es el concepto de carbono equivalente (CEV), que equipara las soldabilidades relativas de diferentes aleaciones de acero y las compara con las propiedades de un acero al carbono simple A medida

que se eleva el contenido equivalente de carbono, la soldabilidad de la aleación de acero que se trate decrece (Ingemecánica, 2017).

d) Aceros aleados

También llamados aceros especiales. Además de contar con más de cinco elementos: carbono, silicio, manganeso, fósforo y azufre, contienen también cantidades relativamente importantes de otros elementos como el cromo, níquel, molibdeno, entre otros., que sirven para mejorar alguna de sus características fundamentales.

Pueden considerarse aceros aleados los que contienen alguno de los cuatro elementos diferentes del carbono anteriormente citado, pero en mayor cantidad que los porcentajes que normalmente suelen contener los aceros al carbono, y cuyos límites superiores suelen ser generalmente los siguientes: Si=0.50%; Mn=0.90%; P=0.100% y S=0.100%, estos son aceros especiales. En un sentido más amplio, los aceros especiales pueden contener hasta el 50% de elementos de aleación. (Rosario Francia, 2014, págs. 21- 22).

Utilizando aceros especiales es posible fabricar piezas de gran espesor, con resistencias muy elevadas en el interior de las mismas. En elementos de máquinas y motores se llegan a alcanzar grandes durezas con gran tenacidad (Rosario Francia, 2014, págs. 21- 22). Algunas características al mezclarlo con otros minerales:

TABLA 3. CARACTERÍSTICAS DE LOS ACEROS ESPECIALES AL MEZCLARLOS CON MINERALES

Al	Empleado en pequeñas cantidades, actúa como un desoxidante para el acero fundido y produce un Acero de Grano Fino
Cr	Aumenta la profundidad del endurecimiento y mejora la resistencia al desgaste y corrosión
Mg	Elemento básico en todos los aceros comerciales. Actúa como un desoxidante y también neutraliza los efectos nocivos del azufre, facilitando operaciones de trabajo en caliente. Aumenta también la penetración de temple y contribuye a su resistencia y dureza
Ni	Mejora las propiedades del tratamiento térmico reduciendo la temperatura de endurecimiento y distorsión al ser templado. Al emplearse conjuntamente con el Cromo, aumenta la dureza y la resistencia al desgaste
Si	Se emplea como desoxidante y actúa como endurecedor en el acero de aleación
S	Es una impureza y se mantiene a un bajo nivel. Sin embargo, alguna vez se agrega intencionalmente en grandes cantidades (0,06 a 0,30%) para aumentar la maquinabilidad (habilidad para ser trabajado mediante cortes) de los aceros de aleación y al carbono
Ti	Se emplea como un desoxidante y para inhibir el crecimiento granular. Aumenta también la resistencia a altas temperaturas
W	Se emplea en muchos aceros de aleación para herramientas, impartiendo una gran resistencia al desgaste y dureza a altas temperaturas
V	Imparte dureza y ayuda en la formación de granos de tamaño fino. Aumenta la resistencia a los impactos (resistencia a las fracturas por impacto) y también la resistencia a la fatiga.

Fuente: (Universidad de la República de Uruguay, 2016, pág. 6)

e) Propiedades mecánicas en los efectos de aleación

Tienen por objetivo:

- Aumentar la dureza y la resistencia mecánica
- Conferir resistencia uniforme a través de toda la sección en piezas de grandes dimensiones.
- Disminuir el peso (consecuencia del aumento de la resistencia) de modo de reducir la inercia de una parte en movimiento o reducir la carga muerta en un vehículo o en una estructura.

- Conferir resistencia a la corrosión.
- Aumentar la resistencia al calor.
- Aumentar la resistencia al desgaste.
- Aumentar la capacidad de corte.
- Mejorar las propiedades eléctricas y magnéticas.

Los tres primeros requisitos son alcanzados porque los elementos de aleación aumentan la resistencia de la ferrita y forman además otros carburos, además del Fe₃C, los cuales modifican el tamaño y la distribución de las partículas existentes de Fe₃C, contribuyendo a mejorar la resistencia del acero sobre todo en secciones que, si se tratase de aceros al carbono común, difícilmente tendrían la resistencia alterada (Rosario Francia, 2014).

Generalmente ese aumento de la resistencia es conseguido por adición de uno o varios elementos en contenidos relativamente bajos, no sobrepasando su suma el valor de 5%. En esas condiciones, los principios fundamentales de los tratamientos térmicos permanecen porque, aunque la presencia de nuevos elementos de aleación obligue a un ajuste en las temperaturas de los tratamientos, la transformación de la austenita y las estructuras resultantes son las mismas que ocurren en los aceros al carbono.

Los aceros altamente aleados son más difíciles de fabricar y de tratar térmicamente de modo que son muy dispendiosos, incluso porque algunos de los elementos de aleación utilizados son relativamente raros.

Tendencia de la distribución de los elementos de aleación en los aceros recocidos. Como se sabe, en los aceros recocidos, los dos micro constituyentes esenciales son:

- Ferrita, esto es, hierro alfa conteniendo elementos disueltos.
- Carburo, esencialmente cementita o carburo de hierro conteniendo elementos disueltos o carburos especiales conteniendo hierro y elementos de aleación.

f) Acero de alta resistencia

Sin embargo, aunque se piense que la fabricación de aceros de alta resistencia es una invención de la última década, lo cierto es que su desarrollo comenzó a partir de la Primera Guerra Mundial y resurgió con fuerza en la década de 1970, debido a la crisis del petróleo (Garnelo Fenández, 2009).

En la medida que se descubría la influencia del carbono y otros elementos químicos, en las aleaciones de acero, se inventaron nuevas combinaciones dirigidas a labores cada vez más específicas de construcción o fabricación. Una de ellas es el acero de Alta Resistencia y baja aleación (HSLA), el cual también se denomina micro aleados, pues contienen menos de 0.1% de elementos aleantes, tales como: Nb, Cr.,

entre otros y muchos de son diseñados para estructuras, baros grúas, equipo pesado y tuberías para oleoductos (Mikayah, 2008, pág. 1)

El acero de alta resistencia es el producto que se obtiene de la reducción en frío de la lámina rolada en caliente decapada. El resultado es una lámina con excelente acabado superficial (rugosidad específica) y control de espesor. Estos rollos de acero pasan por un proceso de recocido a alta temperatura para regenerar la estructura interna y lograr propiedades mecánicas específicas (SERVIACERO Worthington, 2016). Otra característica genera de este tipo de acero es que soportan presiones de rotura por encima de los 210 MPa. (Garnelo Fenández, 2009, pág. 2).

Por último, la microestructura de estos aceros se halla constituida por dos fases: la ferrita, fase blanda, forma la matriz en tanto que la martensita, fase dura, en un porcentaje en torno al 20%, se encuentra dispersa a través de ella. La consecución de esta microestructura se logra mediante un enfriamiento rápido del acero hasta la temperatura en que se forma la ferrita, un mantenimiento a esta temperatura hasta obtener la cantidad deseada de esta fase, y un nuevo enfriamiento rápida a temperaturas muy bajas para obtener martensita. Por otro lado, se procura evitar al máximo que se formen perlita o bainita. Durante la deformación la presencia de las partículas duras en la ferrita, blanda, incrementa notablemente el índice de endurecimiento por deformación, permitiendo alcanzar una buena combinación de resistencia y ductilidad (Silveira, Eizaguirre, Azpiroz, Jiménez, & Irisarri, 2008, pág. 128).

g) Parrillas anti impacto

Usado típicamente como pantalla primaria, las barras de criba o grizzly tienen la función de eliminar los materiales no deseados en aplicaciones de servicio pesado. La fabricación de esta barra está compuesta por manganeso y acero aleado en un proceso de moldeo de alta intensidad que garantiza un producto resistente a las grietas y duradero.

Otra característica de estas varillas son sus propiedades de auto limpieza y las aberturas ahusadas aumentan la capacidad de cribado. Por otro lado, las plataformas de paso promueven un movimiento de caída fácil del material para asegurar una tasa de flujo eficiente (Haver & Boecker, 2017).

Para propósitos del estudio se integrará la ficha técnica de la plancha de acero anti impacto Chronos, la cual es utilizada para la fabricación de las parrillas acarteladas:

Descripción:

Acero especial duro al manganeso, muy anti – abrasivo, de estructura austenítica, no magnético. Muy alta resistencia a la ruptura, también en altísimas exigencias de golpe. Este acero de Bohler compacta y endurece en el trabajo al recibir golpes o presión, así tratado puede lograrse el rendimiento máximo, dado que el endurecimiento en frío es condición primordial para la resistencia al desgaste.

Sus aplicaciones se dan en planchas para tolvas de caminos para mineral, silos, embudos para graneleros, resbaladeras para concreto y mineral, entre otros.

Mecanización: debido a la alta resistencia al desgaste, se recomienda utilizar máquinas herramientas de gran potencia, avance automático y equipadas con herramientas de metal duro (Bohler Aceros, 2017).

4.5.3 Cargas de impacto, rompedor de banco (ROCKBREAKER)

a) Definición

Es un martillo hidráulico, que puede ser estacionario y portátil, utilizado para la construcción y demolición. Las aplicaciones de esta máquina abarcan desde sitios primarios y secundarios involucrados en la construcción, demolición o reciclaje, hasta canteras y operaciones mineras subterráneas tales como escalamiento y carga de explosivos (BTI, 2017).

Para su uso efectivo, la potencia del rompedor necesaria es determinada por la dureza, la tenacidad y el tamaño del material que debe romperse, por lo que el tamaño de la trituradora o la criba pueden afectar a la selección del tamaño del rompedor.

Uno de los elementos más importantes es el modelo de brazo, el cual se debe elegir según el rompedor seleccionado y la cobertura completa del área en la cual el material debe ser roto, rastrillado o eliminado.

Otro componente importante son los bloques de alimentación que deben ser los apropiados para el martillo y el brazo con la finalidad de conseguir un desempeño y confiabilidad óptimos, en función de las circunstancias de operación concretas que existan (Anexo 2).

b) Modelos y tipos

Para el desarrollo de esta sub sección se tomará como referencia los modelos de BTI (2017):

Aplicaciones grizzly: las operaciones mineras subterráneas usan típicamente una rejilla de acero llamada un grizzly para clasificar el material antes de que entre en un paso del mineral. El material que es demasiado grande no puede pasar a través de las aberturas y se dejan en la parte superior del grizzly para ser roto por un Rockbreaker, mientras que el material más pequeño pasa a través de la parrilla (Ver Anexo 3).

La trituradora giratoria: es el pilar de las plantas de trituración de servicio mediano a grande. Normalmente el material es llevado a la trituradora por grandes camiones de transporte y arrojado a una caja de rocas. La trituradora giratoria se encuentra en la parte inferior de la caja de roca, de esta manera, el material es triturado entre el cono de trituración giratorio montado y la garganta de aplastamiento fija y cónica (Ver Anexo 4).

Los trituradores móviles: son, como su nombre indica, diseñadas para ser trasladadas de un sitio a otro. Un sistema de disyuntores de tamaño

apropiado se montará en la trituradora de forma segura para que pueda ser movida sin antes desmontar el conjunto del interruptor y ser lo suficientemente grande como para manejar el rastrillo y la rotura (Ver Anexo 5)

Las trituradoras de mandíbulas: se usan típicamente en muchas aplicaciones de trituración primaria de servicio mediano. Una placa de mandíbula fija opuesta y la placa de mandíbula en movimiento dimensionan el material a medida que pasa la parte superior a la parte inferior de la trituradora. La trituradora de mandíbulas se alimenta típicamente de una caja de roca por un alimentador vibratorio (Ver Anexo 6 Fuente: BTI, 2017).

4.5.4 Soldadura

Los recubrimientos duros de piezas sometidos a desgaste son procedimientos que datan de hace 90 años atrás. Con los procesos de soldadura, se intentó restaurar las superficies desgastadas de las piezas de acero, algunas veces con éxito y otras insatisfactoriamente, situación que obligó a experimentar con metales y aleaciones que producían recubrimientos duros (Tabuchi Matsumoto, 1999). De esta manera, el recubrimiento duro para controlar el desgaste varía ampliamente, desde el desgaste por abrasión tal como la rotura y pulverización de rocas, hasta aplicaciones que requieren que el desgaste metal-metal sea el mínimo posible. De tal manera que el recubrimiento duro ha llegado a ser uno de los más importantes factores de mantenimiento en la industria (Tabuchi Matsumoto, 1999).

a) Desgaste

Es la remoción de partículas de la superficie de una pieza metálica por acción de fuerzas de fricción, combinada algunas veces con fuerzas de impacto y/o corrosión. El desgaste aparecerá en cualquier parte donde haya movimiento. Casi todas las industrias encuentran problemas de desgaste. Tabuchi Matsumoto (1999) indica que las principales causas del desgaste se deben a:

- Paradas de producción no planificadas.
- Reemplazos repetitivos de partes costosas.
- Costos elevados por mantenimiento no-planificados.
- Pérdidas de eficiencia producción.
- Pérdidas de ventas por pobres rendimientos de productos.

b) Tipos de desgaste

TABLA 4. TIPOS DE DESGASTE

Tipos	Explicación
Abrasión	<p>Originada por la acción de partículas abrasivas duras que bajo acción de cargas se mueven en la superficie de la pieza, creando surcos o canales por remoción de material más blando. El proceso de remoción se efectúa por uno de los siguientes mecanismos:</p> <ul style="list-style-type: none">- Cortante: ocurre en materiales dúctiles, cuando partículas con bordes agudos actúan formando virutas de metal.- Desconchado: cuando la superficie es dura y frágil, las partículas duras fracturan y desprenden el material en forma de astillas.- Labrado: se produce cuando partículas redondeadas actúan sobre superficies dúctiles produciendo deformación plástica y deposición de material en los bordes.- Erosión: causada por impactos de partículas sólidas a alta velocidad y determinado ángulo de incidencia.
Erosión	<p>Se produce por la acción cortante de partículas suspendidas en un medio fluido con alta energía cinética actuando bajo un determinado ángulo de impacto, cuyo daño al material puede verse acelerado por calor y corrosión.</p>
Impacto	<p>Se traduce en la colisión de partículas sobre la superficie metálica que origina un debilitamiento de sus propiedades mecánicas, por alteración de la estructura cristalina superficial.</p>
Corrosión	<p>Este mecanismo ocurre cuando se produce una reacción química o electroquímica. Y se puede considerar dos situaciones diferentes, el ataque químico directo en el cual los electrones abandonan el metal convirtiéndolos en cationes metálicos de un compuesto; y la corrosión electroquímica por acción de un electrolito y de otro metal que produzca una acción catódica, convirtiendo a la pieza metálica en parte anódica.</p>
Calor	<p>Este no es un factor que cause un desgaste directo, más bien es un factor coadyuvante a los otros mecanismos, que actúa acelerando la acción de los otros factores antes mencionados.</p>
Cavitación	<p>Ocurre cuando un líquido en circulación está sujeto a cambios rápidos de presión y dirección, en la superficie del material, manifestándose como pequeñas concavidades superficiales.</p>

Fuente: (Tabuchi Matsumoto, 1999)

c) El revestimiento duro

Es la aplicación de soldadura sobre una superficie metálica, con el fin de proporcionar propiedades y dimensiones deseadas (Bohler Thyssen - UTP, 2017). Entonces, para una buena aplicación de un recubrimiento duro, se debe tomar en cuenta algunas consideraciones básicas. En parte común, todo proceso de soldadura viene a ser el metal base, características físicas de la pieza, forma y composición de la aleación para el recubrimiento, y el proceso de soldadura; tanto como la habilidad del soldador y el costo de operación (Tabuchi Matsumoto, 1999).

d) Objetivos

Son los siguientes:

- Reponer el metal perdido en una pieza desgastada.
- Incrementar el período de vida útil de una pieza.
- Disminuir el costo por sustitución
- Reducir la pérdida de material
- Proporcionar propiedades y dimensiones deseadas.
- Reducir el número de piezas en stock (Bohler Thyssen - UTP, 2017, pág. 9).

e) Procedimientos de soldadura

Los procesos que se emplean se encuentran en orden de frecuencia con que se usan. De esta manera, se puede clasificar en:

- Manual: por oxiacetileno o por arco eléctrico.

- Semiautomático: con arco abierto, arco sumergido, o arco metálico con protección gaseosa.
- Automático: con arco abierto o sumergido.
- Por rociado de polvo¹.

f) Selección de proceso de soldadura

La mayoría de los procesos de recubrimiento y relleno involucran fusión por soldadura, donde el metal de relleno y la superficie del metal base funden juntos y solidifican y luego se solidifican. Por ello, los procesos oxiacetilénicos producen calentamiento y enfriamientos lentos, lo cual requiere tener un buen control del trabajo a realizar.

Los procesos de arco eléctrico, por otro lado, son más rápidos y más baratos en total si ha de realizarse una gran cantidad de trabajo y no requiere una habilidad especial para realizarlos, tal como los procesos de soldadura por gas.

Para trabajos pequeños y uso en el campo la elección suele ser entre procesos oxiacetilénicos o electrodos por arco eléctrico. Para usos en plantas de producción es preferible utilizar procesos automáticos o semiautomáticos como MIGIMAG (Metal gas inerte/Metal gas activo) o proceso por arco sumergido (Tabuchi Matsumoto, 1999).

¹ En el Anexo 7. se resumen algunas características de los procesos de soldadura y recubrimiento.

4.5.5 Fabricación de estructuras metálicas

La fabricación de estructuras metálicas se hace en plantas especializadas, con los equipos más modernos y adecuados para cada proceso, con una cuidadosa selección del personal, la cual se vigila constantemente, mediante un programa de control de calidad y además se continúa capacitando especialmente a los soldadores. Teniendo en cuenta la participación de la mano de obra en la fabricación de las estructuras metálicas, es muy importante que la planta de fabricación tenga las instalaciones más completas y adecuadas posibles (Villaseñor Ruiz, 2009).

Por otro lado, la tecnología moderna ha desarrollado máquinas y equipos para los diferentes procesos, tales como corte, enderezado y soldadura técnicas que permiten garantizar que el adecuado uso de estos equipos garantice productos de calidad. A su vez, es importante establecer normas a niveles internacionales, manejadas por instituciones científicas para observar la observancia y seguimiento de las mismas y lograr óptimos resultados, eliminando la ausencia de fallas en éstos procesos (Villaseñor Ruiz, 2009).

a) Procesos

Son los siguientes:

- Pedido y recepción del material: deberá tenerse en cuenta las dimensiones de las piezas por fabricar, con objeto de ajustar las

medidas de los materiales pedidos y tratar hasta donde sea posible, de evitar los desperdicios. Desde el punto de vista económico, el material deberá pedirse tratando de ajustarse a medidas comerciales. Por otra parte, al recibir el material en el patio del almacén, deberá hacerse una selección cuidadosa de éste, seleccionándolo de acuerdo con las longitudes y secciones, con objeto de evitar pérdidas de tiempo en el aprovisionamiento del taller.

- Habilitado de material: a través de herramientas de corte se habilitará - de acuerdo a los planos de despiece proporcionado por oficina técnica- considerando sus tolerancias para los acabados superficiales si fuese necesario (Paredes López, 2016, pág. 7).

- El armado: se realizará de acuerdo a los planos considerando las tolerancias establecidas. Tener en cuenta que posterior a este proceso debe estar en condiciones para el soldeo respectivo. La verificación de ello lo realizará el supervisor de calidad.

- Soldero respectivo según especificación: para ello se tendrá en cuenta, el procedimiento adecuado de soldadura según la estructura (Esta será evaluada según WPS precalificado por el código AWS D1.1. o procedimiento calificado según ASME secc. IX. El soldador responsable del trabajo en mención debe contar con la calificación apropiada para la posición de trabajo según las normas indicadas.

- Luego de finalizado el soldeo se realiza la inspección respectiva verificando el correcto empalme soldado en todas las juntas (Paredes López, 2016, pág. 4).

Para más detalles, los criterios a tener en cuenta durante la fase de fabricación se pueden ver en el Anexo 8.

b) Inspección y pruebas

Las soldaduras deberán ser inspeccionadas y aprobadas de acuerdo a lo estipulado por AWS D1.1. Se realizará una inspección visual al 100% de las soldaduras de taller De igual forma para las soldaduras de penetración completa deben ser revisadas por un método de ultrasonido o radiografía considerando la especificación del cliente o el 50% de la totalidad de juntas (Paredes López, 2016).

c) Ensayos no destructivos

Son una serie de ensayos considerados como una herramienta fundamental en el control de calidad o garantía de calidad de materiales. Su finalidad es conocer, descubrir, localizar y evaluar los defectos en la superficie o en el interior de dichos materiales, soldaduras, estructuras (puentes, edificios, etc.), medios de transporte (barcos, aviones, etc.), equipos, piezas o partes, verificación de montajes, desarrollo de procesos y en otros campos para la investigación, de tal modo que no se afecten sus propiedades y funcionalidad (Pinzón Candelario, 2015).

La mayor parte de los END se diseñan para descubrir discontinuidades, tras lo cual hay que decidir si éstos son significativos o no de acuerdo con estándares de aceptación (Íñiguez González, 207, pág. 35). Los END o NDT (non destructive test) se aplican en:

- La detección y Evaluación de Grietas.
- La detección de fugas.
- Localización de componentes.
- Medición de dimensiones.
- Determinación de estructuras y microestructuras.
- Estimación de propiedades físicas y mecánicas.
- Comportamiento dinámico.
- Selección de materiales y determinación de la composición química.

Tintas penetrantes (PT): Las tintas penetrantes son un ensayo no destructivo con amplia aplicación en la industria de los materiales, después de la radiografía industrial y las partículas magnéticas. Su origen viene del procedimiento de aceite y blanqueo. Cuando son aplicadas correctamente, las tintas penetrantes permiten detectar gran variedad de defectos como poros, picaduras, fisuras producidas por fatiga o esfuerzos térmicos y fugas en recipientes herméticos, entre otros.

Es muy importante que las superficies de los materiales o piezas no sean muy porosas, porque esto dificulta el análisis y las imperfecciones se pueden confundir.

Este tipo de ensayo es usado para revelar claramente grietas, hendiduras y cámaras aflorantes cuyo volumen total sea mayor a. El cual se basa en el principio de la capilaridad que permite la penetración y llenado de defectos aflorantes a la superficie, debido a líquidos con partículas de tinta. Los defectos son detectables, cuando estos tienen salida a la superficie (Pinzón Candelario, 2015).

d) Ensayos destructivos

Un ensayo destructivo es aquel que deteriora la pieza que inspecciona, pero dependiendo del tipo de ensayo, la pieza experimentara desde una leve marca, a una deformación permanente o incluso su rotura parcial o total.

Las propiedades mecánicas se definen como la forma en que un material soporta fuerzas aplicadas, incluyendo fuerzas de tensión, compresión, impacto, cíclicas o de fatiga, o fuerzas a altas temperaturas. Las principales propiedades son: dureza, tenacidad, fragilidad, cohesión, elasticidad, plasticidad, resiliencia y fatiga (Federación de Enseñanza de CC.OO, 2011).

Por otro lado, generalmente, suele usarse una probeta construida con el material que se desea ensayar y que servirá para una sola aplicación. Una probeta es una porción del material a ensayar con una forma y unas

dimensiones determinadas que se encuentran normalizadas estas probetas y/o especímenes sufren cambios irreversibles como producto de la prueba. Las probetas se usan una vez y se descartan. Los ensayos destructivos en la soldadura se vienen utilizando normalmente para:

- Efectuar un control de calidad durante el proceso de fabricación.
- Demostrar que este cumple con la normativa vigente y/o estándares sectoriales que le son aplicables.
- Determinar el tipo de material, tratamiento o composición más apropiado.
- Contrastar los modelos de simulación utilizados para el diseño de dicho producto.
- Investigar nuevos procesos de fabricación
- Estudiar nuevos tipos de materiales.
- Resolver problemas o incidencias aparecidas durante el uso de los productos y no previstas durante el diseño del mismo.
- Determinar las propiedades mecánicas y de conformación de los materiales y fijar su utilización.
- Conocer experimentalmente las características técnicas del producto más allá de las incertidumbres obtenidas mediante los procesos de diseño habituales.

Las ventajas más destacadas que tienen los ensayos destructivos son:

- Reproducir condiciones de uso de productos con el objeto de la resolver de problemas de funcionamiento de los que se desconoce su origen.
- Calibración de los modelos de comportamiento utilizados para simulación de componentes y desarrollo de producto.
- Obtención de información detallada acerca del comportamiento estructural de un elemento o producto y extracción de conclusiones de sus factores críticos. Dentro de los ensayos destructivos de propiedades mecánicas, se pueden diferenciar: los ensayos destructivos estáticos, ensayos destructivos dinámicos y los ensayos tecnológicos.

Los tipos de ensayos destructivos para el ensayo de Dureza son:

- **Martens:** se base en la medida de anchura de la raya que produce en el material una punta de diamante de forma piramidal y de ángulo en el vértice de 90°, con una carga constante y determinada. Se aplica sobre superficies nitruradas.
- **Ensayo Shore:** se basa en la reacción elástica del material cuando se deja caer sobre él un material más duro. Si el material es blando absorbe la energía del choque, si el material es duro produce un rebote cuya altura se mide. La práctica se realiza en un esclerómetro o escleroscopio, el aparato se gradúa dividiendo en 100 partes la altura media del rebote en una pieza de 7 gramos de acero duro templado y prolongando la escala en 40 divisiones más, iguales a las anteriores,

para poder realizar medidas en materiales extra duros. La ventaja del esclerómetro o escleroscopio de Shore es que no produce prácticamente ninguna huella en el material ensayado, por lo que se utiliza para medir la dureza superficial de piezas terminadas, como cilindros de laminación, para mapas de dureza de una misma pieza, piezas de pequeño tamaño, pero siempre del mismo material (Segura Pérez, 2008).

- **Ensayo Brinell:** consiste en una prensa mediante la cual aplica una presión (P) correspondiente para comprimir una bola de acero templado, de un diámetro determinado, sobre un material a ensayar, por medio de una carga y durante un tiempo también conocido. Después, por medio de una regla graduada o un microscopio provisto también de un retículo graduado, se mide el diámetro de la huella que la bola ha dejado en el material y mediante la fórmula o la tabla, se halla el número Brinell (Segura Pérez, 2008).
- **Ensayo Mohs:** se basa en la capacidad que tiene una sustancia sólida para resistir una deformación o la abrasión de su superficie. En mineralogía, la dureza se define como la resistencia al rayado de la superficie lisa de un mineral. Una superficie blanda se raya con más facilidad que una dura, de esta forma un mineral duro, como el diamante, rayará uno blando, como el acero, mientras que la situación inversa nunca se producirá. La dureza de un mineral determina en gran medida su durabilidad (Segura Pérez, 2008).

- **Ensayo Vickers:** El ensayo Vickers HV es como el ensayo Brinell, con la diferencia que en el ensayo Vickers el cuerpo penetrador tiene forma de pirámide cuadrangular de diamante, cuyo ángulo en el vértice es de 136°. Es un método muy difundido, ya que permite medir dureza en prácticamente todos los materiales metálicos independientemente del estado en que se encuentren y de su espesor. Se basa en el principio de calcular el valor de dureza relacionando la fuerza de aplicación sobre la superficie de la impresión en el material y su campo de aplicación es de muestras medianas (Segura Pérez, 2008).
- **Ensayo Rockwell:** se basa en la resistencia que oponen los materiales a ser penetrados, pero en lugar de determinar la dureza del material en función de la superficie de la huella que deja el cuerpo penetrante, se determina en función de la profundidad de ésta huella. El número de dureza encontrado es una función del grado de penetración de la pieza de ensayo por la acción de un penetrador bajo una carga elástica dada. La diferencia de este ensayo es que los penetradores y las cargas son menores, de ahí que la huella resultante sea menor y menos profunda.
- **Ensayo Poldi:** es una variante de la dureza Brinell, que consiste en un equipo portátil, donde el impulso se comunica directamente a un dardo de acero, golpeado con un martillo aplicado directamente con la mano. Se debe colocar el material muestra (probeta de comparación o patrón

cuya dureza es conocida) entre el dardo de acero y la bola. El efecto ha de ser lo suficientemente uniforme para servir de base a la medida (Segura Pérez, 2008).

- **Ensayo Knoop:** es similar al ensayo Brinell o Vickers, lo que varía es el penetrador, y se utiliza para medir la dureza en valores de escala absolutas y se valoran con la profundidad de señales grabadas sobre un material mediante un utensilio con una punta de diamante al que se le ejerce una fuerza estándar. El penetrador Knoop produce una huella relativamente poco profunda (1/30 de la longitud de la diagonal mayor), cuando se compara con una carga realizada por penetrador Vickers (Segura Pérez, 2008).

4.5.6 Montaje de estructuras metálicas

La estructura metálica está compuesta por elementos totalmente prefabricados, por lo tanto, el proceso de montaje consiste en el acomodo ordenado y previsto en la fabricación, de estos elementos. El resultado: un conjunto estructural proyectado. Aprovechando la prefabricación de la estructura, un montaje bien programado, los equipos y mano de obra adecuados, deberá desarrollarse en un tiempo menor al necesario para otro procedimiento con fabricación en el sitio (Villaseñor Ruiz, 2009, pág. 11).

Tomando en cuenta la participación de la mano de obra, se procura que ésta sea aplicada dando las mayores facilidades al operario y por consiguiente se esperen los mejores resultados. Otro factor a considerar es el control de calidad en el montaje, el cual se reduce a la vigilancia en la geometría de la estructura, en lo que se refiere a plomos, ejes, niveles, entre otros; y a la eficiencia de las juntas. Es importante señalar que un cuidadoso montaje de la estructura que, en su primer tramo, se respetaron niveles, plomos y posición de ejes, queda prácticamente garantizada la geometría del resto de la estructura (Villaseñor Ruiz, 2009, pág. 13).

a) Procedimientos

A continuación, se suscriben un conjunto de procedimientos regulares en el que desarrolla el montaje de estructuras metálicas:

Embarque de piezas para la obra: Uno de los aspectos más importantes para que un montaje sea redituable, es el cuidado que se tenga en la coordinación del fabricante con el montador para que no se interrumpan los embarques de las piezas de la obra, teniendo de ésta forma un avance continuo y garantizado.

Recepción y manejo del embarque en la obra: la persona encargada del montaje tiene que revisar la remisión de embarque que le envió el fabricante y checar que este correcto y completo el embarque. Es muy importante que el personal que trabaje en el montaje de estructura

metálica, tenga el conocimiento básico en el manejo de las maniobras, lo cual implica una gran responsabilidad, pues la falta de esos conocimientos pone en peligro la integridad física del personal.

Preparación de las piezas en la obra: para ensamblar las piezas se requiere de hacerlo con una secuencia lógica y teniendo mucho cuidado de las marcas que nos indican los planos de montaje. Por lo general, las dimensiones de las piezas son demasiado grandes en cuanto a su longitud se refiere, por lo que la fabricación se tiene que realizar en secciones para poderlas transportar.

Montaje: los diseños estructurales se deben preparar con una consideración muy amplia de la forma y facilidad con que pueden hacerse el montaje en la obra. Se debe planear el arreglo, la cantidad, tipo y localización de los empalmes y conexiones de campo, para evitar la duplicación innecesaria del equipo de construcción y proporcionar el plan de montaje más simple posible, con un mínimo de trabajo de campo.

Antes de empezar a montar o colocar piezas, hay que revisar la parte en la que se va a desplantar la estructura, en este caso se solucionó con zapatas aisladas, la revisión consiste en alineaciones y nivelaciones. Teniendo éstas revisiones y las piezas preparadas se procede al montaje.

b) Inspección

Se tratan de dos puntos fundamentales en la supervisión de un montaje de una estructura de acero: los controles y pruebas que se deben tener en la etapa del montaje y soldadura respectivamente.

Controles en el montaje: previo al montaje se revisarán, según los planos del fabricante las dimensiones de las piezas y según el proyecto la soldadura con la que se deben de contar esas piezas. Además, se tendrá que revisar el alineamiento, nivelación y posición de las piezas montadas, así como la pintura que debe llevar en las áreas quemadas por la soldadura que se aplica durante el montaje.

c) Pintura

Por lo general, las estructuras salen de la planta de fabricación completamente pintadas, por lo que la pintura en el montaje es sólo un resane, en las partes quemadas por la soldadura de campo o por los golpes recibidos en el transporte, carga o descarga, esta pintura es aplicada con brocha.

d) Entrega de la obra

Para la entrega de una obra se hace una carta en la que se especifica la fecha de terminación y el haber cumplido con los trabajos estipulados en el contrato, se dirige al propietario o a su representante, alguno de los dos, si no tiene objeción alguna, firmará la carta dando como aceptados los trabajos y su terminación (Villaseñor Ruiz, 2009, pág. 32).

4.6 Fases del proyecto

Para el desarrollo de este proyecto se han tenido en cuenta tres fases fundamentales las cuales son: planificación, ejecución y cierre.

4.6.1 Planificación

Una vez asignado el proyecto fabricación y montaje se debe planificar la ejecución del mismo entre las principales actividades a realizar en esta fase se tiene:

a) Desarrollo de la ingeniería

Se realiza la ingeniería básica de acuerdo:

- i. Información proporcionada por el cliente: el cliente proporciona las especificaciones técnicas, las normas a aplicar en el presente proyecto (AISC LRFD99, Cálculo de Tensiones Von Misses).
- ii. Información tomada en campo: El cliente proporciona el levantamiento topográfico del área del proyecto.

Como resultado se emite el plano de ingeniería básica (Anexo 9.) y con base a este se realiza el plano de fabricación de la parrilla acartelada (Anexo 10).

b) Cronograma detallado de la obra

Elaboración de un cronograma de obra detallado, el cual nos ayudara a controlar el tiempo asignado a cada una de las actividades y nos mostrara la ruta crítica del proyecto (Anexo 11).

4.6.2 Ejecución

Implica la construcción del proyecto de acuerdo a los estándares y procedimientos de V&J INGENIERÍA y CONSTRUCCIÓN, teniendo en cuenta las especificaciones técnicas requeridas, estándares del cliente y la normativa vigente en la cual se supervisan las siguientes actividades:

a) Proceso de Fabricación

Recepción de materiales: Durante la ejecución del proyecto, se lleva un registro de recepción de todos los materiales en el cual se especifica: la descripción, cantidad, especificaciones, proveedor y fecha de recepción. Asimismo, se registra el número de serie o colada el cual se verifica con el certificado de fabricación. En caso los materiales recibidos estén de acuerdo a lo requerido se aceptan y se da conformidad de lo recibo en el registro, caso contrario, se rechazan. Este tipo de control es importante porque permite hacer la trazabilidad de los materiales instalados en cualquier momento de la vida útil del proyecto. En el Anexo 12 se muestra el registro de trazabilidad de materiales.

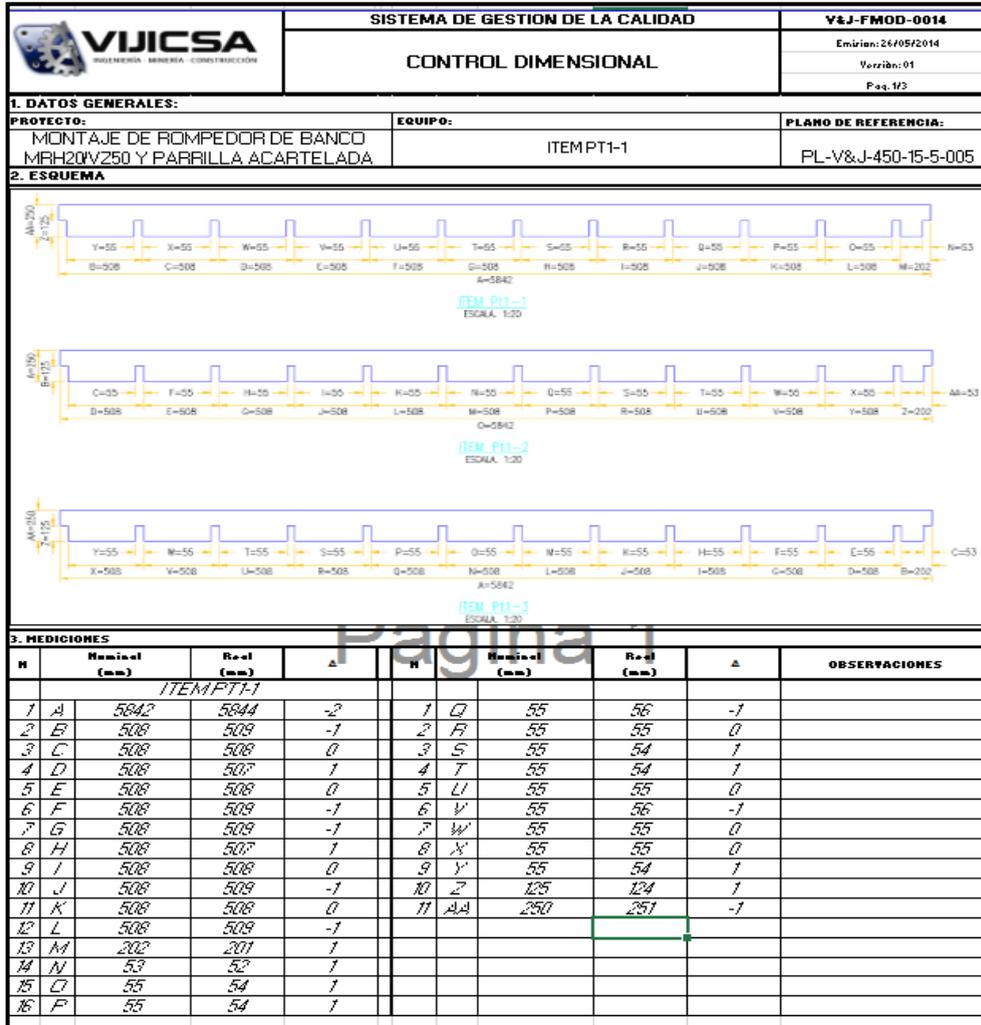
Asimismo, en el Anexo 13 se muestra el Certificado de Calidad de la plancha (donde se aprecia el número de certificado, información técnica, ensayos realizados).

b) Habilitado de materiales

Se realiza - según el plano de corte de la parrilla. Una vez terminado el corte se realiza el control dimensional según registro (Ver FIGURA 3).

Por otra parte, en la FIGURA 4 se muestra el corte de la plancha.

FIGURA 3. REGISTRO DE CONTROL DIMENSIONAL



Fuente: VIJICSA

FIGURA 4. CORTE DEL MATERIAL T1



Fuente: VIJICSA

c) Armado de la parrilla

Una vez terminado el habilitado se realiza el biselado de las planchas para las juntas de soldadura de penetración parcial como se observa en la siguiente figura.

FIGURA 5. BISELADO DE PL T1 500 BHN



Fuente: VIJICSA

Terminado esto se realiza el armado y se realiza la verificación dimensional según el registro, tal como se muestra en la FIGURA 6. y FIGURA 7.

FIGURA 6. ARMADO DE PARRILLA ACARTELADA



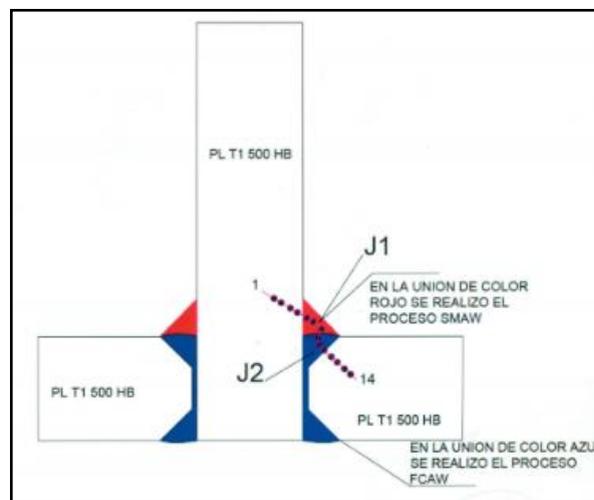
Fu

ente: VIJCSA

sido ejecutadas en forma manual de acuerdo al PQR (Registro de calificación del procedimiento) y WPS (especificación del procedimiento de soldadura) (Ver Anexo 14).

- Se realizó el precalentamiento de la plancha T1 500 BHN -según la hoja técnica del acero (Ver FIGURA 9)- esto se realiza para evitar agrietamiento que pueden presentarse posterior a la soldadura, esto debido al mayor porcentaje de C existente en la microestructura del acero. Por otro lado, el tipo de junta de soldadura se muestra en la FIGURA 10.

Figura 8. JUNTA TÍPICA DE SOLDADURA DE LA PARRILLA ACARTELADA



Fuente: VIJICSA

FIGURA 9. HOJA TÉCNICA DEL ACERO

CHRONIT T-1 400 Y CHRONIT T-1 500 PLANCHAS ANTIDESGASTE		W N° : 1.8721																		
<p>Tipo de aleación : C - Si - Mn - Mo - Ni - Cr - V - Nb - B. Los porcentajes de estos elementos de aleación varían según el espesor y la dureza de las planchas.</p> <p>Forma de suministro : planchas espesores de 1/4" a 4"</p> <p>Tolerancias de espesor : Según EN 10029, clase A.</p> <p>Plancha aleada de gran resistencia al desgaste por abrasión, impacto y deslizamiento.</p> <p>APLICACIONES: Para elementos de movimiento de tierra, minerales y materiales abrasivos tales como tolvas de volquetes, cucharas de máquinas cargadoras, tornamesa para tracto camiones, etc. (ver pág. 33)</p> <p>Para blindaje contra balas de armas de mano comerciales, elementos de máquinas trituradoras, chancadoras y prensas de chatarra, base para matrices de alto rendimiento. Además en todas las construcciones soldadas que requieren alta resistencia y una buena tenacidad a bajas temperaturas, tales como tanques de presión.</p>																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th>CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS</th> <th>CHRONIT T-1 400</th> <th>CHRONIT T-1 500</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Dureza suministro</td> <td>360 - 440 HB</td> <td>450 - 530 HB</td> </tr> <tr> <td>Resistencia a la tracción</td> <td>1300 N/mm²</td> <td>1650 N/mm²</td> </tr> <tr> <td>Límite de fluencia</td> <td>1000 N/mm²</td> <td>1300 N/mm²</td> </tr> <tr> <td>Elongación (Lo = 5,65·So)</td> <td>12%</td> <td>8%</td> </tr> <tr> <td>Tenacidad (longitudinal)</td> <td>30J (-40° C)</td> <td>25J (-20° C)</td> </tr> </tbody> </table>	CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS	CHRONIT T-1 400	CHRONIT T-1 500	Dureza suministro	360 - 440 HB	450 - 530 HB	Resistencia a la tracción	1300 N/mm ²	1650 N/mm ²	Límite de fluencia	1000 N/mm ²	1300 N/mm ²	Elongación (Lo = 5,65·So)	12%	8%	Tenacidad (longitudinal)	30J (-40° C)	25J (-20° C)		
CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS	CHRONIT T-1 400	CHRONIT T-1 500																		
Dureza suministro	360 - 440 HB	450 - 530 HB																		
Resistencia a la tracción	1300 N/mm ²	1650 N/mm ²																		
Límite de fluencia	1000 N/mm ²	1300 N/mm ²																		
Elongación (Lo = 5,65·So)	12%	8%																		
Tenacidad (longitudinal)	30J (-40° C)	25J (-20° C)																		
<p>MECANIZADO :</p> <p>Corte por oxiacetileno: No presenta dificultades; hasta espesores de 25 mm pre-calentar a 60 °C y mayores a 150 °C.</p> <p>Soldar: Use procedimientos bajos en hidrógeno, los electrodos deben estar completamente secos. La plancha debe estar seca y libre de aceites o grasas. Precalentar a 150 - 250 °C, remover la escoria entre cada pase (Martillando), electrodos recomendables BÖHLER- UTP 6020, UTP 65.</p> <p>Conformación en caliente:</p> <p>Temperatura : máx. 300 °C por corto tiempo.</p> <p>Radio de doblado mínimo : espesor x 3</p> <p>Conformación en frío:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Línea de doblado</th> <th>Transversal</th> <th>Longitudinal</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Radio de doblado mínimo: espesor x</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Luz entre dados mínimo: espesor x</td> <td>10</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table> <p>Los valores son válidos para ángulos de doblado 90° y tiempo de deformación mayor a 2 segundos. El esmerilado de los filos cortados (llama o cizalla) es recomendable para evitar rajaduras.</p>			Línea de doblado	Transversal	Longitudinal	Radio de doblado mínimo: espesor x	4	5	Luz entre dados mínimo: espesor x	10	5									
Línea de doblado	Transversal	Longitudinal																		
Radio de doblado mínimo: espesor x	4	5																		
Luz entre dados mínimo: espesor x	10	5																		

Fuente: BOHLER

FIGURA 10. PRECALENTAMIENTO DE LA PLANCHA T1 500 BHN



Fuente: VIJICSA

Se realiza el proceso de soldadura FCAW con el alambre tubular EXATUB 110 (Ver Figura 12) como pase de raíz y relleno (Ver FIGURA 11). Este alambre soporta cargas vivas de impacto producido por el picotón del rompebanco BTI.

FIGURA 11. PASE DE RAÍZ Y RELLENO CON PROCESO FCAW



Fuente: VIJICSA

Figura 12. HOJA TÉCNICA EXATUB 110

FCAW		SOLDEXA							
Acero al Carbono y Baja Aleación		EXATUB 110							
		<small>(Antes EXSATUB 110)</small>							
<p>El producto EXATUB 110 es un alambre tubular para trabajar en toda posición, produce depósitos de alta resistencia mecánica y excelentes propiedades al impacto, ofrece una excelente estabilidad del arco y baja cantidad de salpicaduras utilizando como gas protector la mezcla de gases 75-80%Ar / 20-25%CO₂. Posee una rápida solidificación de la escoria, muy apropiado para trabajar en posiciones forzadas. Su depósito es apropiado para soldar los aceros de gran resistencia mecánica.</p>									
Clasificación									
AWS A5.29 / ASME SFA-5.29		E111T1-1K3 MJ H8							
Análisis Químico de Metal Depositado (valores típicos) [%]									
C	Mn	Si	P	S	Mo	Ni	Cr	Cu	Otros
0,05	1,46	0,32	0,008	0,014	0,36	2,08	0,03	-	0,02 % V
Propiedades Mecánicas del Metal Depositado									
Tratamiento Térmico	Resistencia a la Tracción [MPa (psi)]	Límite de Fluencia [MPa (psi)]	Elongación en 2" [%]	Reducción de área [%]	Energía Absorbida ISO-V [°C (°F)] [J (Ft-Lbf)]				
Sin tratamiento	779 (113 000)	717 (104 000)	21	71	[-29°C (-20°F)] 61 (45)				
Gas de Protección: Ar/CO ₂ (80/20 ó 75/25)									
Conservación del Producto				Posiciones de Soldadura					
<ul style="list-style-type: none"> Mantener seco y evitar humedad. 				P, H, Sc, Va. 					
Parámetros de Soldeo Recomendados									
Diámetro [mm]	1,20		1,60						
Polaridad	Corriente continua electrodo al positivo (DCEP)								
Amperaje [A]	150 - 375			175 - 400					
Voltaje [V]	24 - 32			25 - 33					
Stick out (mm)	15 - 25								
Flujo de Gas (l/min)	15 - 25								
Aplicaciones									
<ul style="list-style-type: none"> Para aceros de alta resistencia a la tracción de hasta 760MPa (110Ksi). Para aceros de baja aleación y alta resistencia, es una soldadura que brinda alta resistencia al impacto, en piezas sometidas a bajas temperaturas. Se usa en carcasas de molinos, palas mecánicas, estructuras de maquinaria pesada, etc. Para aceros al carbono del tipo: ASTM A514 Gr E, Hardox 400, Hardox 600, Weldox 700. Como base de recubrimiento protector en aplicaciones especiales. 									

Fuente: SOLDEXA

Se realiza el proceso de soldadura SMAW en el pase acabado dándole un cateto de 15 mm, el electrodo utilizado es un recubrimiento duro UTP 65 (Ver Anexo 15) que llega a 65 HRC. En la siguiente figura se muestra el pase de acabado.

FIGURA 13. PASE DE ACABADO –PROCESO SMAW



Fuente: VIJICSA

e) Ensayos no destructivos (END)

Las soldaduras deberán ser inspeccionadas y aprobadas de acuerdo a lo estipulado por AWS B 2.1. Se realizará una inspección visual al 100% de las soldaduras.

Para las juntas de penetración parcial se considerará pruebas no destructivas (líquidos penetrantes solo el 15 % de todas las juntas soldadas. Los criterios de aceptación para los END han sido realizados

de acuerdo a ASTM E-165. En las siguientes figuras se aprecia la aplicación del penetrante y el revelador respectivamente

FIGURA 14. APLICACIÓN DEL PENETRANTE EN LA JUNTA SOLDADA



Fuente: VIJICSA

FIGURA 15. APLICACIÓN DEL REVELADOR EN LA JUNTA SOLDADA



Fuente: VIJICSA

Todo esto está en el registro de líquidos penetrantes, como se puede observar en la siguiente figura:

FIGURA 16. REGISTRO DE ENSAYO NO DESTRUCTIVO-LÍQUIDOS PENETRANTES

	SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD	V&J-FMOD-0019
	CONTROL DE INSPECCION POR LIQUIDOS PENETRANTES	Emission: 22/07/14
		Versión: 01
		Pag. 2/2



FIGURA Nº1: En la figura se observa, que se realizo la inspeccion por liquidos penetrantes. Se rocío con spray el PENETRANTE al cordon de soldadura, se espera un promedio de 5 minutos para su inspeccion.



FIGURA Nº2: En la figura se observa, que se realizo la inspeccion por liquidos penetrantes. Se rocío con spray el REVELADOR al cordon de soldadura, se espera un promedio de 10 minutos para su inspeccion.

OBSERVACIONES
Se inspecciono 01 elementos: PARRILLA 1-----> 1 unid.

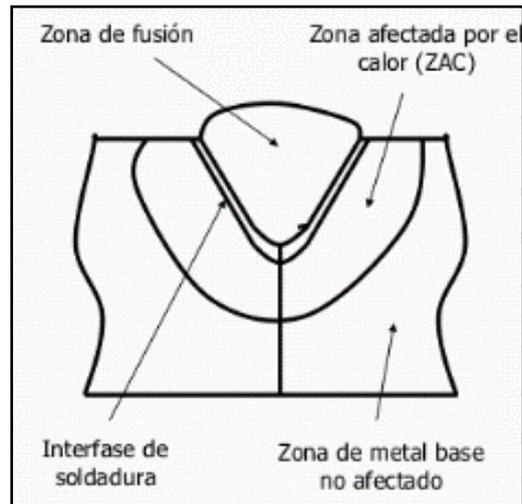
Fuente: VIJICSA

f) Ensayos destructivos.

Se ha realizado la prueba de impacto Vickers a una muestra de unión de soldadura -según informe MAT-MAR-0436/2016 (Ver Anexo16.

Los resultados indican que en la dureza obtenida en la zona de fusión de soldadura es constante en la ZAC, como se aprecia en la siguiente figura.

FIGURA 17. CARACTERÍSTICAS DE UNA JUNTA SOLDADA



Fuente: VIJICSA

g) Proceso de Montaje

Una vez terminado el proceso de fabricación se comienza con el montaje:

Desmontaje de parrilla existente:

Se ha desmontado la parrilla existente incluyendo las vigas y ménsulas soporte, como se presenta en la siguiente figura.

Figura 18. DESMONTAJE DE PARRILLA EXISTENTE



Fuente: VIJICSA

Montaje de estructuras base de la parrilla acartelada

Una vez terminado el desmontaje de la parrilla existente se realiza la nivelación, alineamiento según el registro topográfico (Ver Anexo 17).

Una vez terminado se realiza el montaje de las ménsulas y vigas base de la parrilla acartelada (Ver FIGURA 19).

FIGURA 19. MONTAJE DE ESTRUCTURAS BASE DE LA PARRILLA



Fuente: VIJICSA

Montaje de parrilla acartelada

Se realiza el montaje de la parrilla acartelada en la tolva de gruesos (Ver FIGURA 20).

FIGURA 20. MONTAJE DE LA ESTRUCTURA DE BASE DE LA PARRILLA



Fuente: VIJICSA

Puesta en marcha de la parrilla acartelada: se realizó la prueba con carga de la parrilla. Esto consiste en la acumulación del mineral (Ver FIGURA 21) en la parrilla para su posterior conminación (Ver FIGURA 22) a través de las cargas de impacto producido por el rompebanco hidráulico. Con esto se verifica la resistencia de la parrilla acartelada (Ver FIGURA 23).

FIGURA 21. ACUMULACIÓN DEL MINERAL EN LA TOLVA DE GRUESOS



Fuente: VIJICSA

Figura 22. CONMINUCION DEL MINERAL A TRAVÉS DE LAS CARGAS DE IMPACTO DEL ROMPEBANCO HIDRÁULICO



Fuente: VIJICSA

FIGURA 23. ROMPEDOR DE BANCO Y PARRILLA ACARTELADA EN PLENA OPERACIÓN



Fuente: VIJICSA

4.6.3 Cierre

Habiéndose concluido la fase de ejecución, se procede a integrar todos los documentos del proyecto tales como registros de recepción de materiales y equipos, registros de ensayos no destructivos, destructivos, registros de montaje y los planos as built en un dossier de calidad.

V. EVALUACIÓN TÉCNICO – ECONÓMICO

Se realiza el análisis de los precios unitarios:

5.1 Análisis de Precios Unitarios Desmontaje de Parrilla Existente

Costo Unitario		USD \$/Kg	0.19
Materiales y Consumibles	(USD \$)		323.1
Mano de Obra	(USD \$)		2,109.9
Alquiler Equipos y Herr.	(USD \$)		404.4
Horas Hombre	(H-h)		216
Peso:	15,100.0 Kg.	Jornal (hr/día)	8
Area:	0.0 m ²	Plazo (días)	3.0
		Nº Personas	9

Análisis de Precios Unitarios Desmontaje de Parrilla Existente						
1.- MATERIALES		Unid.	Cant.	C.Unit. US\$/Unid	C.Total US\$	
1.01	Materiales (Acero Astm A36)	kg.	75.5	1.15	86.8	
1.03	Pemera Astm A325, C/T/Apl./Apr. (Galv.)	Unid.	0	0.50	0.0	
Sub Total USD \$					86.8	

2.- MANO DE OBRA		Jornal (hr/día)	8	Días:	3.0	R.G. (kg / H-h)	70.0
Item	Descripción	Relaciones		Unid.	Cant.	C.Unit. US\$/Unid	C.Total US\$
		Hombres	Cuad.				
2.01	Montajista	4	100.0%	H-h	96	11.21	1,074.7
2.02	Soldador Estructural	1	100.0%	H-h	24	12.19	292.2
2.03	Operario Calderero	0	100.0%	H-h	0	9.72	0.0
2.04	Oficial Calderero	2	100.0%	H-h	48	8.74	419.0
2.05	Ayudante	2	100.0%	H-h	48	6.76	324.1
Total Cuad.		9	9	Total H-h	216		
Sub Total USD \$					2,109.9		

3.- EQUIPOS, MAQUINAS HERRAMIENTAS							
Item	Descripción	Eq/Maq	F. Util	Unid.	Cant.	C.Unit. US\$/Unid	C.Total US\$
3.01	Cajon de herramientas	1	100.0%	H-m	24	0.50	12.0
3.02	Carro porta botellas para gas	2	60.0%	H-m	29	0.10	2.9
3.03	Equipo de Oxidorte AGA C/Mang./Man.	2	70.0%	H-m	34	0.50	16.8
3.04	Esmeril Ang. de 4 1/2", @6500 rpm	0	80.0%	H-m	0	0.40	0.0
3.05	Esmeril Ang. de 7", @5800 rpm	2	80.0%	H-m	38	0.56	21.5
3.06	Homo de soldadura de 5 kg	1	75.0%	H-m	18	0.25	4.5
3.07	Maletin de herramientas p/calcerero	1	75.0%	H-m	18	0.32	5.8
3.08	Taladro Magnetico	1	0.0%	H-m	0	1.87	0.0
3.09	Maquina de soldar	1	50.0%	H-m	12	3.50	41.9
3.10	Maquina de soldar apuntalar	1	80.0%	H-m	19	2.00	38.3
3.11	Tecte de 2 ton	4	100.0%	H-m	96	0.50	47.9
3.12	Estrobos	4	100.0%	H-m	96	0.35	33.6
3.13	Andamios	4	100.0%	H-m	96	1.87	179.3
3.14	Cam. Hiab Ratio: 91.7\$/Ton	0	100.0%	Unid.	0.00	91.70	0.0
3.15	Tablero de Distribucion c/dif(220,380,440)	1	0.0%	H-m/Ton.	0	0.63	0.0
3.16	Brocas Ratio: 9.775\$/Ton	1	0.0%	Unid.	0	9.78	0.0
Sub Total USD \$					404.4		

4.- CONSUMIBLES							
Item	Descripción	Relaciones		Unid.	Cant.	C.Unit. US\$/Unid	C.Total US\$
		Each	Unit				
4.01	Oxigeno	0.5	m3 / Ton.	Und	7.6	3.95	29.8
4.02	Acetileno	0.5	Kg/m3(Ox.)	Und	3.8	12.90	48.7
4.03	Soldadura Supercito E-7018	0.10	%(W Fab.)	Und	15	4.57	69.0
4.04	Soldadura Cellocord E-6011	0.05	%(W Fab.)	Und	8	4.57	34.5
4.05	Disco de Corte 1/8"x4.5"x7/8"	0	Und / Ton.	Und	0	2.50	0.0
4.06	Disco de Corte 1/8"x7"x7/8"	0.1	Und / Ton.	Und	2	2.00	3.0
4.07	Disco de Desbaste 1/8"x4.5"x7/8"	0	Und / Ton.	Und	0	1.50	0.0
4.08	Disco de Desbaste 1/8"x7"x7/8"	0.2	Und / Ton.	Und	3	3.00	9.1
4.09	Consumibles menores	2%	% MO	Und	1	42.20	42.2
Sub Total USD \$					236.3		

5.- SERVICIOS DE TERCEROS						
Item	Descripción	Unid.	Cant.	C.Unit. US\$/Unid	C.Total US\$	
5.01	Arenado	m2	0	5.26	0.0	
5.02	Base (.3mills) + Acabado mills) en Amerlock 400	m2	0	12.75	0.0	
5.03	Transporte a pintura Ratio: 81 \$/Ton.	kg.	0	0.08	0.0	
Sub Total USD \$					0.0	
Total Costo Directo USD \$					2,837.5	

5.2 Análisis de Precios Unitarios Montaje de Parrilla Acartelada

 VIJICSA <small>INGENIERÍA - MINERÍA - CONSTRUCCIÓN</small>									
Análisis de Precios Unitarios Montaje de Parrilla Acartelada									
				Costo Unitario	USD \$/Kg	0.41			
				Materiales y Consumibles	(USD \$)	604.1			
				Mano de Obra	(USD \$)	7,754.3			
				Alquiler Equipos y Herr.	(USD \$)	1,627.2			
				Horas Hombre	(H-h)	804			
Peso:	24.133.0	Kg.		Jornal (hr/día)		8			
Area:	0.0	m ²		Plazo (días)		11.8			
				Nº Personas		9			
1.- MATERIALES									
Item	Descripción			Unid.	Cant.	C.Unit. US\$/Unid	C.Total US\$		
1.01	Materiales (Acero T1 500 BHN)			kg.	120.7	1.15	138.8		
1.03	Pernera Astm A325, C/T/Apl./Apr. (Galv.)			Unid.	0	0.50	0.0		
Sub Total USD \$						138.8			
2.- MANO DE OBRA									
			Jornal (hr/día)	8	Dias:	11.8	R.G.(kg / H-h)	30.0	
Item	Descripción			Relaciones		Unid.	Cant.	C.Unit. US\$/Unid	C.Total US\$
				Hombres	Cuad.				
2.01	Montajista			4	100.0%	H-h	379	11.21	4,243.6
2.02	Soldador Estructural			1	50.0%	H-h	47	12.19	576.8
2.03	Operario Calderero			0	100.0%	H-h	0	9.72	0.0
2.04	Oficial Calderero			2	100.0%	H-h	189	8.74	1,654.3
2.05	Ayudante			2	100.0%	H-h	189	6.76	1,279.5
				Total Cuad.	9	Total H-h	804		
Sub Total USD \$						7,754.3			
3.- EQUIPOS, MAQUINAS HERRAMIENTAS									
Item	Descripción			Eq/Maq	F. Util	Unid.	Cant.	C.Unit. US\$/Unid	C.Total US\$
3.01	Cajon de herramientas			1	100.0%	H-m	95	0.50	47.3
3.02	Carro porta botellas para gas			2	60.0%	H-m	114	0.10	11.4
3.03	Equipo de Oxidorte AGA C/Mang./Man.			2	70.0%	H-m	132	0.50	66.2
3.04	Esmeril Ang. de 4 1/2", @6500 rpm			1	80.0%	H-m	76	0.40	30.3
3.05	Esmeril Ang. de 7", @5800 rpm			2	80.0%	H-m	151	0.56	84.8
3.06	Homo de soldadura de 5 kg			1	75.0%	H-m	71	0.25	17.7
3.07	Maletin de herramientas p/calcerero			1	75.0%	H-m	71	0.32	22.7
3.08	Taladro Magnetico			1	0.0%	H-m	0	1.87	0.0
3.09	Maquina de soldar			1	50.0%	H-m	47	3.50	165.6
3.10	Maquina de soldar apuntalar			1	80.0%	H-m	76	2.00	151.4
3.10	Tecl de 2 ton			4	100.0%	H-m	379	0.50	189.3
3.10	Estrobos			4	100.0%	H-m	379	0.35	132.5
3.10	Andamios			4	100.0%	H-m	379	1.87	707.9
3.11	Cam. Hiab	Ratio:	91.7 \$/Ton	0	100.0%	Unid.	0.00	91.70	0.0
3.11	Tablero de Distribucion c/dif(220,380,440)			1	0.0%	H-m/Ton.	0	0.63	0.0
3.12	Brocas	Ratio:	9.775 \$/Ton	1	0.0%	Unid.	0	9.78	0.0
Sub Total USD \$						1,627.2			
4.- CONSUMIBLES									
Item	Descripción			Relaciones		Unid.	Cant.	C.Unit. US\$/Unid	C.Total US\$
				Each	Unit				
4.01	Oxigeno			0.5	m3 / Ton.	Und	12.1	3.95	47.7
4.02	Acetileno			0.5	Kg/m3(Ox.)	Und	6.0	12.90	77.8
4.03	Soldadura Supercito E-7018			0.10	%(W Fab.)	Und	24	4.57	110.3
4.04	Soldadura Cellocord E-6011			0.05	%(W Fab.)	Und	12	4.57	55.1
4.05	Disco de Corte 1/8"x4.5"x7/8"			0	Und / Ton.	Und	0	2.50	0.0
4.06	Disco de Corte 1/8"x7"x7/8"			0.1	Und / Ton.	Und	2	2.00	4.8
4.07	Disco de Desbaste 1/8"x4.5"x7/8"			0	Und / Ton.	Und	0	1.50	0.0
4.08	Disco de Desbaste 1/8"x7"x7/8"			0.2	Und / Ton.	Und	5	3.00	14.5
4.09	Consumibles menores			2%	% MO	Und	1	155.09	155.1
Sub Total USD \$						465.3			
5.- SERVICIOS DE TERCEROS									
Item	Descripción			Unid.	Cant.	C.Unit. US\$/Unid	C.Total US\$		
5.01	Arenado			m2	0	5.26	0.0		
5.02	Base (3mills) + Acabado mills) en Amerlock 400			m2	0	12.75	0.0		
5.03	Transporte a pintura	Ratio:	81 \$/Ton.	kg.	0	0.08	0.0		
Sub Total USD \$						0.0			
Total Costo Directo USD \$						9,985.5			

5.3 Gastos generales

 Gastos Generales - Rev. 0							
GASTOS VARIABLES							34,875.41
PERSONAL PROFESIONAL Y AUXILIAR							
cant	Descripción	Unidad	Participacion	Tiempo (m)	Precio	Parcial	
1	Gerente de Proyecto	mes	0.05	2.33	4500	525.00	
1	Ing. Residente de Obra	mes	1.00	2.33	3200	7,466.67	
1	Ing. Supervisor Civil	mes	1.00	1	2500	2,500.00	
1	Ing. Supervisor Mecánico eléctrico	mes	1.00	1	2200	2,200.00	
1	Ing. Jefe de Seguridad	mes	1.00	2.33	2800	6,533.33	
1	Administrador de Obra	mes	1.00	2.33	1800	4,200.00	
Subtotal						23,425.00	
PERSONAL TECNICO							
cant	Descripción	Unidad	Personas	Tiempo (m)	Sueldo/Jon	Parcial	
	Almacenero	mes	0	0	700	0.00	
	Chofer	mes	1	2.33	900	2,100.00	
Subtotal						2,100.00	
ALQUILER DE EQUIPO							
cant	Descripción	Unidad	Cantidad	Tiempo (día)	Costo	Parcial	
1	Radio transmisor	Und	1	30	0.72	21.73	
1	Camioneta 4x4	Und	1	50	60.00	3,000.00	
1	Combustible	gal	6	50	3.57	1,071.43	
1	Andamios certificados ULMA (2x2x10m)	Und.	4	15	19.61	1,176.47	
Subtotal						5,269.63	
HOSPEDAJE Y SERVICIOS							
	Descripción	Unidad	Cantidad	Tiempo (d)	Costo	Parcial	
	Alimentación y alojamiento personal adminis	dia	6	0	12.96	0.00	
Subtotal						0.00	
MOBILIARIO Y OTROS							
cant	Descripción	Unidad	Cantidad (m)	Precio	Parcial		
1	Escritorio con sillas	mes		2.33	85	198.33	
2	Computador personal e impresora	mes		2.33	125	583.33	
1	Señalética	mes		2	450	900.00	
1	Seguridad en obra	und.		2	680	1,360.00	
0	Diseños de mezcla	und.		0	0	0.00	
0	Ensayos de calidad externos	g/b.		0	0	0.00	
0	Dossier de calidad	und.		0	0	0.00	
Subtotal						3,041.67	
GASTOS FINANCIEROS Y SEGUROS							
	Descripción	Cant.	%Tasa	De %Prop.	Precio	Parcial	
	Trámites administrativos	1			150	150.00	
	Carta fianza	1			157.11	157.11	
	Seguros	1			732	732.00	
Subtotal						1,039.11	
Total gastos generales					US\$	34,875.41	
Total costo directo					US\$	108,139.39	
% de gastos generales						32.25%	

5.4 Lista de Metrados

RELACION DE PARTIDAS CON CANTIDADES SEGÚN METRADO			
Señores: COMPAÑÍA MINERA LOS QUENUALES			
Proyecto: FABRICACION, MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA DE PARRILLA ACARTELADA			
Ítem	Descripción	Und	Cant
1.00	INGENIERIA		
1.01	Revisión de Ingeniería Básica y detalle	Glb.	1.00
2.00	OBRA ESTRUCTURAL		
2.100	Tolva N 2 (LADO IZQUIERDO) FABRICACION NUEVA		
2,01,01	Desmontaje de parrilla existente 4.0 mx 5.6 m (PARRILLA DELANTERA)	Kg.	15,100.00
2,01,02	Desmontaje de parrilla existente 4.1m x 5.6m (PARRILLA POSTERIOR)	Kg.	15,320.00
2,01,03	Desmontaje de 02 vigas Principales W24"x 94# para modificación de soporte	Kg.	1,846.70
2,01,04	Suministro y fabricación de 02 columnas W24"x94#	Kg.	514.90
2,01,05	Montaje de parrillas nuevas 4.03x5.6	Kg.	24,133.00
2,01,06	Montaje de 02 Vigas W24"x94#	Kg.	1,846.70
2,01,07	Montaje de 02 columnas W24"x94#	Kg.	514.90
3.00	PUESTA EN MARCHA		
3.01	Puesta en marcha.	Glb	1.00
SUMINISTRO DE PARRILLA FABRICACION EN LIMA NO SUJETA A GASTOS GENERALES Y UTILIDADES			
10.00	Suministro y fabricación de parrillas nuevas 5.580 m x 5.985m Incluye vigas secundarias		
	Suministro, fabricación de PARRILLA ACARTELADA conformado en PL. ANTI ABRAS.500 BRINEL de ESPESOR 50.8 mm (2"), la abertura de la parrilla tendrá una configuración de 17" x 22"		
10.02	Suministro fabricación de parrilla en PLANCHAS T-1 DE 2" de espesor	Kg.	18,017.00
10.03	Suministro y fabricación Vigas secundarias para soporte de parrillas conformado en W14"x43#, Recubrimiento para evitar desgaste con plancha A-36 de 1/2" Y 5/8" de espesor	Kg.	5,304.38

5.5 Cotización

Una vez realizado el análisis de los precios unitarios, gastos generales y metrados de la fabricación, montaje y puesta en marcha de la parrilla acartelada se realiza la cotización:

Señores: EMPRESA MINERA LOS QUENUALES S.A.						
Atención : Ing. MARIO NARVAEZ / GERENTE DE LOGÍSTICA						
Proyecto: FABRICACION,MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA DE UNA PARRILLA ACARTELADA						
Fecha	lunes, 11 de enero de 2016					
Contratista	V&J INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.					
Licitación N°						
Presupuesto N°	105-TRE-V&J-16					
Ítem	Descripción	Und	Cant	P.U. US\$/Und	Parcial US\$	SUB-TOTAL US\$
1.00	INGENIERIA					1,250.00
1.01	Revisión de Ingeniería Basica y detalle	Gib.	1.00	1,250.00		
2.00	OBRA ESTRUCTURAL					
2.100	Tolva N 2 (LADO IZQUIERDO) FABRICACION NUEVA					15,545.48
2.01.01	Desmontaje de parrilla existente 4.0 mx 5.6 m (PARRILLA DELANTERA)	Kg.	15,100.00	0.19	2,869.00	
2.01.02	Desmontaje de parrilla existente 4.1m x 5.6m (PARRILLA POSTERIOR)	Kg.	15,320.00	0.19	2,910.80	
2.01.03	Desmontaje de 02 vigas Principales W24"x 94# para modificación de soporte	Kg.	1,846.70	0.19	350.87	
2.01.07	Montaje de parrillas nuevas 4.03x5.6	Kg.	24,133.00	0.35	8,446.55	
2.01.08	Montaje de 02 Vigas W24"x94#	Kg.	1,846.70	0.41	757.15	
2.01.09	Montaje de 02 columnas W24"x94#	Kg.	514.90	0.41	211.11	
3.00	PUESTA EN MARCHA					2,500.00
3.01	Puesta en marcha.	Gib	1.00	2,500.00	2,500.00	
TOTAL COSTO DIRECTO					(US\$)	19,295.48
GASTOS GENERALES					%	15.00
GASTOS GENERALES					(US\$)	2,894.32
UTILIDAD					%	10.00
UTILIDAD					(US\$)	1,929.55
A- VALOR DE VENTA TOTAL SIN IGV					(US\$)	24,119.35
SUMINISTRO DE PARRILLA FABRICACION EN LIMA NO SUJETA A GASTOS GENERALES Y UTILIDADES						
10.00	Suministro y fabricación de parrillas nuevas 5.580 m x 5.985m Incluye vigas secundarias					74,308.38
10.01	Suministro, fabricación de PARRILLA ACARTELADA conformado en PL. ANTI ABRAS.500 BRINEL de ESPESOR 50.8 mm (2"), la abertura de la parrilla tendrá una configuración de 17" x 22"					
10.02	Suministro fabricación de parrilla en PLANCHAS T-1 DE 2" de espesor	Kg.	18,017.00	3.30	59,456.10	
10.03	Suministro y fabricación Vigas secundarias para soporte de parrillas conformado en W14"x43#, Recubrimiento para evitar desgaste con plancha A-36 de 1/2" Y 5/8" de	Kg.	5,304.38	2.80	14,852.28	
3.2					(U.S.\$)	74,308.38
COSTO TOTAL PRESUPUESTO EN DOLARES SIN IGV (A+B)						98,427.72
PAZO DE EJECUCIÓN				60 DIAS CALENDARIOS		
Nota :						
Llenar solo celdas amarillas						
Consideraciones Generales:						
1 - EMLQSA proporcionará cargador frontal para limpieza de área a excavar.						
2 - EMLQSA entregará limpio la tolva de gruesos.						
3 - EMLQSA estará a cargo del transporte de Lima hacia Mina de fabricaciones del contratista para el proyecto.						
4 - EMLQSA proporcionará Alojamiento y Alimentación para el personal en Mina						
5 - El presupuesto incluye el montaje del Rompebancos y no su reparación, por lo que no considerar repuestos para el mismo.						
6 - EMLQSA Suministra combustible para camión Hiab en Mina.						
7 - EMLQSA suministra agregados, cemento, Grout y acero para las obras.						
8 - EMLQSA , suministra los materiales eléctricos (Cable de fuerza, de control y accesorios)						

5.6 Evaluación técnica

La elaboración del proyecto se ha basado en el cumplimiento de todas las normativas internacionales y nacionales vigentes.

Para la construcción de esta parrilla acartelada, se ha contado con caldereros con amplia experiencia en el rubro, además, con soldadores debidamente homologados que garantizan la correcta fabricación de la parrilla acartelada

Se ha realizado los registros de calidad durante el proceso de construcción de la parrilla acartelada, el cual garantiza la correcta ejecución del proyecto de acuerdo a la ISO 9001-2008.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Como resultado de la realización de este proyecto se concluye:

La fabricación, montaje y puesta en marcha de una parrilla acartelada nos permitió aumentar el flujo del mineral hacia el sistema de chancado, esto se ve en los índices mensuales de producción del mineral (2000 TMSPD) y a la vez disminuir costos de operación producido por el mantenimiento (Las paradas de planta han bajado un 80%).

El realizar un plan de ejecución influyo en la fabricación, montaje y puesta en marcha de la parrilla acartelada para realizar la construcción del proyecto de acuerdo a las normas de diseño, fabricación y especificaciones aplicables en la recuperación de piezas de desgaste.

Se ha construido una parrilla acartelada con un material base y de relleno de la junta soldada con el objetivo de resistir las cargas de trabajo constante del rockbreaker, producto de ello la parrilla trabaja actualmente sin generar paradas de planta.

Se seleccionó un material de aporte en la junta soldada con el objetivo que tenga las mismas propiedades mecánicas (esfuerzo de fluencia) que el material base utilizado en la parrilla.

Se ha hecho pruebas destructivas tanto al material base como la junta soldada con el fin de verificar la dureza que es un parámetro relacionado con las cargas vivas de impacto.

6.2 Recomendaciones

Debido a las altas cargas de impacto que resiste la parrilla acartelada se ha visto en la necesidad de utilizar aceros tipo T1 500 BHN que resistan estas cargas, además que se seleccionó un material de aporte en la unión de las juntas soldadas que tengan la misma resistencia que el material base.

El proyecto ha tenido un conjunto de limitaciones debido al presupuesto ajustado aprobado por la Minera, esto ocasiono que no se hicieran pruebas no destructivas adicionales (Macrografía, Gammagrafía), además impidió que se utilizara el recubrimiento duro en toda la junta soldada (raíz, relleno y acabado) debido a su alto costo.

Se requiere un estudio a profundidad para realizar la selección del tipo de acero y el material de relleno de la junta soldada de acuerdo a las cargas de trabajo en las cuales se desenvuelve la estructura o equipo.

Para la ejecución de un proyecto de fabricación de una parrilla anti impacto se recomienda contratar los servicios de una empresa calificada que tenga experiencia en la recuperación de piezas de alto desgaste, esto asegurara el éxito del proyecto y garantizara una operación segura y confiable.

VII. REFERENCIALES

AGUILAR GONZÁLES, L. A. (2008). **Plan Cierre de mina en U.E.A San Andrés - Mina San Juan de la Compañía Caraveli S.A.C.** Lima: UNI - Facultad de Ingeniería Geológica Minera y Metalúrgica.

ALACERO. (17 de Abril de 2017). **Introducción al acero.** Obtenido de <http://www.alacero.org/es/page/el-acero/caracteristicas-del-acero>

ARIADEL SAMANIEGO, C. Y. (2016). **Diseño de una tolva de finos con planchas de acero estructural ASTM A36 para almacenar mineral polimetálico a 300 MSNM.** Machala: Universidad Técnica de Machala.

Obtenido de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/7664/1/ARIALDE.pdf>

BERNAL TORRES, C. A. (2006). **Metodología de la Investigación para administración, economía humanidad y ciencias sociales** (Segunda ed.). México D.F, México, México: Pearson Educación. Recuperado el 14 de Abril de 2017

BOHLER ACEROS. (2017). **Plancha anti - impactos chronos.** Lima: Bohler Aceros.

BOHLER THYSSEN - UTP. (2017). **Revestimientos duros con soldadura.** Lima:

BOHLER THYSSEN - UTP. Obtenido de <http://www.bohlerperu.com/2898.php>

BRAVO GÁLVEZ, A. C. (2003). **Planta Concentradora - Manual de chancado**. 33: Empresa Minera Yauliyacu S.A.

BTI. (2017). **Leaders in rock breaking Technology**. Maine: BTI .

CARRASCO DÍAZ, S. (2009). **Metodología de la investigación científica** (Segunda ed.). Lima, Lima, Perú: Editorial San Marcos.
Recuperado el 9 de Abril de 2017

CONDE VILCA, M. A. (2010). **Implementación de procedimiento de reparación por soldadura de cucharones de pala P&H 4100 de 56 yadardas cúbicas para la empresa Southern Perú - Toquepala**. Facultad de Producción y Servicios, Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa .

FEDERACIÓN DE ENSEÑANZA DE CC.OO. (14 de Mayo de 2011). **Ensayos destructivos metalúrgicos**. *Temas para la Educacion - Revista digital para profesionales de la enseñanza*, 14. Obtenido de <https://www.feandalucia.ccoo.es/docu/p5sd8427.pdf>

GARNELO FENÁNDEZ, A. (2009). **Aceros de alta resistencia**. *CESVIMAP*, 74, 10 - 12. Obtenido de https://www.fundacionmapfre.org/documentacion/publico/es/catalogo_ima/genes/grupo.cmd?path=1062612

GONZÁLEZ ORTIZ, O., & VILLAMIL ROZO, M. E. (2013). ***Introducción a la ingeniería: una perspectiva desde el currículo en la formación del ingeniero*** (Primera ed.). Bogotá, Bogotá, Colombia: Ecoe Ediciones.

HAYER & BOECKER. (2017). ***Grizzly Bars***. Canadá: Haver & Boecker. Obtenido de <http://www.havercanada.com/grizzly-bars-specialty-screen-media/>

INDUSTRIAL MAGNETICS. (2013). ***Imanes suspendidos***. Lima : IM.

Ingemecánica. (2017). ***Características mecánicas del acero***. Madrid: Ingemecánica. Obtenido de <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn100.html#anexos1>

ÍÑIGUEZ GONZÁLEZ, G. (207). ***Clasificación mediante técnicas destructivas y evaluación de las propiedades mecánicas de la madera aserrada de coníferas de gran escuadría para uso estructural***. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid. Obtenido de http://oa.upm.es/415/1/FRANCISCO_INIGUEZ_GONZALEZ.pdf

JORVEX. (2014). ***Fajas Transportadoras con núcleo textil y cables de acero***. Lima: JORVEX. Obtenido de http://jorvex.com/wp-content/uploads/2014/08/Catálogo-Fajas-Transportadoras_opt_opt.pdf

MAGNE, L. (1998). ***Procesamiento de minerales***. Santiago, Santiago, Chile: Univesidad de Santiago de Chile.

MIKAYAH, L. (2008). **Los aceros de alta resistencia y baja aleación**. Colombia: Soldadura Latinoamérica. Obtenido de <http://www.soldaduralatinoamerica.com>

PAREDES LÓPEZ, C. Y. (2016). **Procedimiento general de Fabricación de estructuras metálicas**. Lima: VIJICSA.

PINZÓN CANDELARIO, M. (2015). **Ensayos no destructivos PT - PM - RX**. Pererira: Universidad Tecnológica de Pereira. Obtenido de <http://blog.utp.edu.co/metalografia/ensayos-no-destructivos-pt-pm-rx/>

PORTAL MINERO S.A. (2006). **Manual General de Minería y Metalurgia**. Santiago, Santiago , Chile: Portal Minero Ediciones. Recuperado el 8 de Abril de 2017, de https://issuu.com/sicrometrico/docs/gu__a_de_ingenier__a_en_operacion es

ROSARIO FRANCIA, S. (2014). **Introducción a los Aceros Especiales**. Lima: Bohler - UNMSM. Obtenido de <http://www.bohlerperu.com/files/Intro-AcerosEspeciales.pdf>

SEGURA PÉREZ, I. (2008). **Caracterización del proceso de descalificación en mortero, mediante ensayos destructivos y no destructivos**. Madrid : E.T.S.I Caminos, Canales y Puertos (UPM=.

SERVIACERO WORTHINGTON. (2016). **Acero de Alta Resistencia Baja Aleación (HSLA)**. Madrid: SERVIACERO Worthington. Obtenido de <http://www.serviacero.com/worthington/productos?prod=172&cate=2>

SILVEIRA, E., EIZAGUIRRE, I., AZPIROZ, X., JIMÉNEZ, C., & IRISARRI, A. M. (2008). Efecto de la velocidad de deformación y la temperatura sobre propiedades mecánicas de un acero de alta resistencia. **Anales de Mecánica de la Fractura**, 1(25), 127 -132.

SOCIEDAD MINERA EL BROCAL S.A.A. (2013). **Programa de Ampliación de Operaciones**. Sociedad Minera El Brocal S.A.A. Recuperado el 13 de Abril de 2017, de <http://www.convencionminera.com/perumin31/encuentros/topmining/miercoles18/1530-ysaac-cruz.pdf>

TABUCHI MATSUMOTO, E. (Diciembre de 1999). **Selección de recubrimientos duros aplicados a piezas industriales**. *Revista del Instituto de Investigación de la Geología, Minas, Metalurgia y Ciencias Geográficas*, II(4). Obtenido de http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/geologia/v02_n4/recubrimientos_pindustriales.htm

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA DE URUGUAY. (2016). **Aceros Aleados**. Montevideo: Facultad de Ingeniería. Obtenido de Impartedureza y ayuda en la formación de granos de tamaño fino.

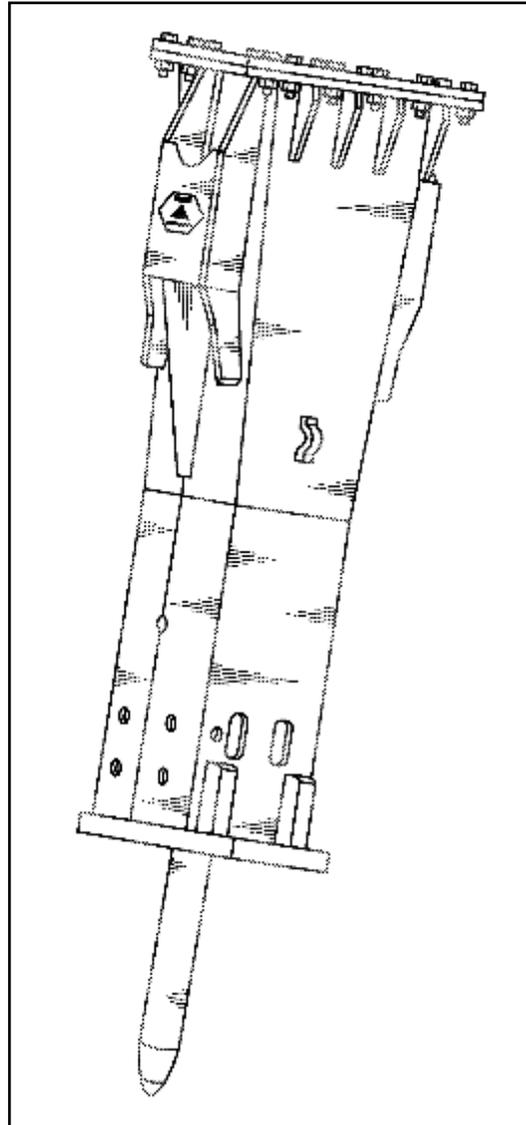
UNIVERSIDADE DA CORUÑA. (2013). **Procesamiento de áridos**. Obras Públicas, Coruña. Obtenido de ftp://ceres.udc.es/IT_Obras_Publicas/Troncales/Procedimientos_Construccion_Maquinaria/tema_9_10_11.pdf

VILLASEÑOR RUIZ, O. G. (2009). **Fabricación y montaje de una estructura metálica**. México D.F: Instituto Tecnológico de Construcción.

Obtenido de

http://infontavit.janium.net/janium/TESIS/Licenciatura/Villasenor_Ruiz_Oscar_Gerardo_44548.pdf

Anexo 2. MODELO DE BRAZO DE UN ROCKBREAKER



Fuente: BTI, 2017

Anexo 3. APLICACIONES GRIZZLY



Fuente: BTI, 2017

Anexo 4. APLICACIONES DE TRITURADORAS GIRATORIAS



Fuente: BTI, 2017

Anexo 5. APLICACIONES MÓVILES



Fuente: BTI, 2017

Anexo 6. APLICACIONES DE TRITURADORA ESTACIONARIA



Fuente: BTI, 2017

Anexo 7. PROCESOS DE SOLDADURA RECUBRIMIENTO DURO ENMANTEQUILLADO Y RELLENO

PROCESO	MODO DE APLICACIÓN	FORMA DEL METAL DE APLICACIÓN	METALES APLICABLES	FORMA DEL METAL DE APLICACIÓN	METALES APLICABLES	OBSERVACIONES
OXIACETILÉNICO	Manual y Automático	Varilla fundida o varilla tubular	Base Co, Ni y Fe; compuestos de Carburo de W	----	----	----
	Manual	Polvo	Base Co, Ni y Fe; compuestos de Carburo de W	----	----	----
ARCO ELÉCTRICO CON METAL DESNUDO	Manual y semiautomático	Alambre desnudo o alambre tubular	Aceros austeníticos al manganeso	----	----	Uso limitado
ARCO ELÉCTRICO PROTEGIDO	Manual	Varilla fundida o alambre o varilla tubular revestida	Base Co, Ni y Fe; compuestos de Carburo de W	Alambre revestido	Aceros Stainless Steel, base Ni, Cu y Fe	----
ARCO ABIERTO (AUTOPROTEGIDO)	Semiautomático	Alambre tubular	Base Fe	Alambre tubular	Aceros Stainless Steel, base Fe	----
	Automático	Alambre tubular	Base Fe	Alambre tubular	Aceros Stainless Steel, base Fe	----
TIG (tungsteno GAS INERTE)	Manual	Varilla fundida o varilla tubular	Base Co, Ni, y Fe; compuestos de Carburo de W	Alambre desnudo o varilla	Aceros Stainless Steel, base Ni, Cu y Fe	----
	Automático	Alambre tubular, varilla fundida extra larga; polvo de Carburo de W con alambre desnudo	Base Co, Ni, y Fe; compuestos de Carburo de W	Alambre desnudo	Aceros Stainless Steel, base Ni, Cu y Fe	----
MAG (metal GAS ACTIVO)	Semiautomático, automático	----	----	Alambre desnudo	Aceros Stainless Steel, base Ni, Cu y Fe	----
ARCO SUMERGIDO: ALAMBRE MONOELECTRODO	Semiautomático	Alambre sólido o alambre tubular	Base Fe	----	----	Uso limitado
MULTIELECTRODO	Automático	Alambre sólido o alambre tubular	Base Fe	Alambre desnudo o alambre tubular	Aceros Stainless Steel, base Ni, Cu y Fe	Uso limitado con aleaciones base Cu

ARCOS EN SERIE	Automático	Alambre sólido o tubular	Base Fe	Alambre desnudo o tubular	Aceros Stainless Steel, base Ni, Cu y Fe	Uso limitado con aleaciones base Cu
ELECTRODO DESNUDO	Automático	Alambre sólido	Base Fe	Alambre desnudo	Aceros Stainless Steel, base Ni	Usado primariamente para relleno de grandes embarcaciones
ELECTRODO AUXILIAR DE CINTA	Automático	----	----	Banda metálica	Aceros Stainless Steel, base Ni	Usado primariamente para relleno de grandes embarcaciones
ELECTRODO DE POLVO AUXILIAR	Automático	Alambre sólido o alambre con polvo metálico	Base Fe y Co	Alambre sólido con polvo metálico	Aceros Stainless Steel, base Ni	----
ARCO PLASMA (arco transferido): POLVO	Automático	Polvo con o sin Carburo de W granulado	Base Fe, Ni, Co; carburo de W compuesto	Polvo	Aceros Stainless Steel, base Cu y Ni	Usado primariamente para producir recubrimiento duro
ALAMBRE PRECALENTADO	Automático	Alambre sólido o alambre tubular	Base Fe	Alambre sólido o alambre tubular	Aceros Stainless Steel, base Cu, Ni y Fe	Usado primariamente para relleno de grandes embarcaciones y componentes relacionados
ELECTROESCORIA	Automático	----	----	Platina o alambre	Aceros Stainless Steel, base Ni y Fe	Usado solamente en grandes secciones

Fuente: (Tabuchi Matsumoto, 1999)

Anexo 8. CRITERIOS EN LA FABRICACIÓN

i.	Espacio intermedio, distancia al borde, distancia a los extremos de los agujeros deberán seguir la norma AISC “Especificaciones para edificios de acero estructural”.
ii.	Los agujeros no serán realizados con proceso de oxicorte, para ello se podría considerar con punzonado o taladrado.
iii.	Los agujeros en material de más de 22 mm, deberán ser taladrados necesariamente.
iv.	La soldadura deberá ser de acuerdo a lo estipulado en AWS D1.1 “Código de soldadura estructural” y la norma AISC “Especificaciones para edificios de acero estructural” procesos como SMAG – GMAW – SAW-FCAW deberán ser usados.
v.	Las placas bases de columnas deben ser rectas.
vi.	Las placas de hasta 38 mm de espesor debe ser aplanada por presión.
vii.	Los extremos de todas las columnas estructurales que afecten a las placas bases se las debe dejar a escuadra.
viii.	Las placas bases deben ser soldadas en taller
ix.	Todos los perfiles y demás materiales deberán ser laminados y deberán cumplir con la especificación

Fuente: (Bohler Thyssen - UTP, 2017, pág. 9).

Anexo 9. PLANOS DE FABRICACIÓN

MODULO 1
ESCALA 1:50

MODULO 2
ESCALA 1:50

DETALLE SOLDADURA
ESCALA 1:50

DETALLE SOLDADURA
ESCALA 1:50

DETALLE SOLDADURA
ESCALA 1:50

ITEM	CANT.	DESCRIPCION	ANCHO	LARGO	MATERIAL	COS.	UNID.	TOTAL	PRECIO	10100.0
PL 1	1	PL 1	100	200	ASB 20		104	104		
PL 2	1	PL 2	100	200	ASB 20		104	104		
PL 3	1	MODULO 1	100	200	ASB 20		104	104		
PL 4	1	PL 4	100	200	ASB 20		104	104		
PL 5	1	PL 5	100	200	ASB 20		104	104		
PL 6	1	MODULO 2	100	200	ASB 20		104	104		
PL 7	1	PL 7	100	200	ASB 20		104	104		
PL 8	1	MODULO 1	100	200	ASB 20		104	104		
PL 9	1	PL 9	100	200	ASB 20		104	104		
PL 10	1	PL 10	100	200	ASB 20		104	104		
PL 11	1	MODULO 2	100	200	ASB 20		104	104		
PL 12	1	PL 12	100	200	ASB 20		104	104		
PL 13	1	MODULO 1	100	200	ASB 20		104	104		
PL 14	1	PL 14	100	200	ASB 20		104	104		
PL 15	1	MODULO 2	100	200	ASB 20		104	104		
PL 16	1	PL 16	100	200	ASB 20		104	104		
PL 17	1	MODULO 1	100	200	ASB 20		104	104		
PL 18	1	PL 18	100	200	ASB 20		104	104		
PL 19	1	MODULO 2	100	200	ASB 20		104	104		
PL 20	1	PL 20	100	200	ASB 20		104	104		
PL 21	1	MODULO 1	100	200	ASB 20		104	104		
PL 22	1	PL 22	100	200	ASB 20		104	104		
PL 23	1	MODULO 2	100	200	ASB 20		104	104		
PL 24	1	PL 24	100	200	ASB 20		104	104		
PL 25	1	MODULO 1	100	200	ASB 20		104	104		
PL 26	1	PL 26	100	200	ASB 20		104	104		
PL 27	1	MODULO 2	100	200	ASB 20		104	104		
PL 28	1	PL 28	100	200	ASB 20		104	104		
PL 29	1	MODULO 1	100	200	ASB 20		104	104		
PL 30	1	PL 30	100	200	ASB 20		104	104		
PL 31	1	MODULO 2	100	200	ASB 20		104	104		
PL 32	1	PL 32	100	200	ASB 20		104	104		
PL 33	1	MODULO 1	100	200	ASB 20		104	104		
PL 34	1	PL 34	100	200	ASB 20		104	104		
PL 35	1	MODULO 2	100	200	ASB 20		104	104		
PL 36	1	PL 36	100	200	ASB 20		104	104		
PL 37	1	MODULO 1	100	200	ASB 20		104	104		
PL 38	1	PL 38	100	200	ASB 20		104	104		
PL 39	1	MODULO 2	100	200	ASB 20		104	104		
PL 40	1	PL 40	100	200	ASB 20		104	104		
PL 41	1	MODULO 1	100	200	ASB 20		104	104		
PL 42	1	PL 42	100	200	ASB 20		104	104		
PL 43	1	MODULO 2	100	200	ASB 20		104	104		
PL 44	1	PL 44	100	200	ASB 20		104	104		
PL 45	1	MODULO 1	100	200	ASB 20		104	104		
PL 46	1	PL 46	100	200	ASB 20		104	104		
PL 47	1	MODULO 2	100	200	ASB 20		104	104		
PL 48	1	PL 48	100	200	ASB 20		104	104		
PL 49	1	MODULO 1	100	200	ASB 20		104	104		
PL 50	1	PL 50	100	200	ASB 20		104	104		
PL 51	1	MODULO 2	100	200	ASB 20		104	104		
PL 52	1	PL 52	100	200	ASB 20		104	104		
PL 53	1	MODULO 1	100	200	ASB 20		104	104		
PL 54	1	PL 54	100	200	ASB 20		104	104		
PL 55	1	MODULO 2	100	200	ASB 20		104	104		
PL 56	1	PL 56	100	200	ASB 20		104	104		
PL 57	1	MODULO 1	100	200	ASB 20		104	104		
PL 58	1	PL 58	100	200	ASB 20		104	104		
PL 59	1	MODULO 2	100	200	ASB 20		104	104		
PL 60	1	PL 60	100	200	ASB 20		104	104		
PL 61	1	MODULO 1	100	200	ASB 20		104	104		
PL 62	1	PL 62	100	200	ASB 20		104	104		
PL 63	1	MODULO 2	100	200	ASB 20		104	104		
PL 64	1	PL 64	100	200	ASB 20		104	104		
PL 65	1	MODULO 1	100	200	ASB 20		104	104		
PL 66	1	PL 66	100	200	ASB 20		104	104		
PL 67	1	MODULO 2	100	200	ASB 20		104	104		
PL 68	1	PL 68	100	200	ASB 20		104	104		
PL 69	1	MODULO 1	100	200	ASB 20		104	104		
PL 70	1	PL 70	100	200	ASB 20		104	104		
PL 71	1	MODULO 2	100	200	ASB 20		104	104		
PL 72	1	PL 72	100	200	ASB 20		104	104		
PL 73	1	MODULO 1	100	200	ASB 20		104	104		
PL 74	1	PL 74	100	200	ASB 20		104	104		
PL 75	1	MODULO 2	100	200	ASB 20		104	104		
PL 76	1	PL 76	100	200	ASB 20		104	104		
PL 77	1	MODULO 1	100	200	ASB 20		104	104		
PL 78	1	PL 78	100	200	ASB 20		104	104		
PL 79	1	MODULO 2	100	200	ASB 20		104	104		
PL 80	1	PL 80	100	200	ASB 20		104	104		
PL 81	1	MODULO 1	100	200	ASB 20		104	104		
PL 82	1	PL 82	100	200	ASB 20		104	104		
PL 83	1	MODULO 2	100	200	ASB 20		104	104		
PL 84	1	PL 84	100	200	ASB 20		104	104		
PL 85	1	MODULO 1	100	200	ASB 20		104	104		
PL 86	1	PL 86	100	200	ASB 20		104	104		
PL 87	1	MODULO 2	100	200	ASB 20		104	104		
PL 88	1	PL 88	100	200	ASB 20		104	104		
PL 89	1	MODULO 1	100	200	ASB 20		104	104		
PL 90	1	PL 90	100	200	ASB 20		104	104		
PL 91	1	MODULO 2	100	200	ASB 20		104	104		
PL 92	1	PL 92	100	200	ASB 20		104	104		
PL 93	1	MODULO 1	100	200	ASB 20		104	104		
PL 94	1	PL 94	100	200	ASB 20		104	104		
PL 95	1	MODULO 2	100	200	ASB 20		104	104		
PL 96	1	PL 96	100	200	ASB 20		104	104		
PL 97	1	MODULO 1	100	200	ASB 20		104	104		
PL 98	1	PL 98	100	200	ASB 20		104	104		
PL 99	1	MODULO 2	100	200	ASB 20		104	104		
PL 100	1	PL 100	100	200	ASB 20		104	104		

NOTA:

1. TODAS LAS MEDIDAS SON EN MILIMETROS (M.M.).
2. TODAS LAS DIMENSIONES Y COORDENADAS EN METROS (M.).
3. VERIFICAR MEDIDAS EN TERRENO.

FECHA	REVISION	DESCRIPCION	ELAB.	VER.	APR.	OTR.	OTRO
12-11-10	REVISION INTERNA						
12-11-10	PARA FABRICACION						
12-11-10	PARA CONSTRUCCION						

UNIDAD MINERA TREVALI

MONTAJE DE ROMPELOR DE BANCO

MRH20/V250 Y PARRILLA ACARTELADA

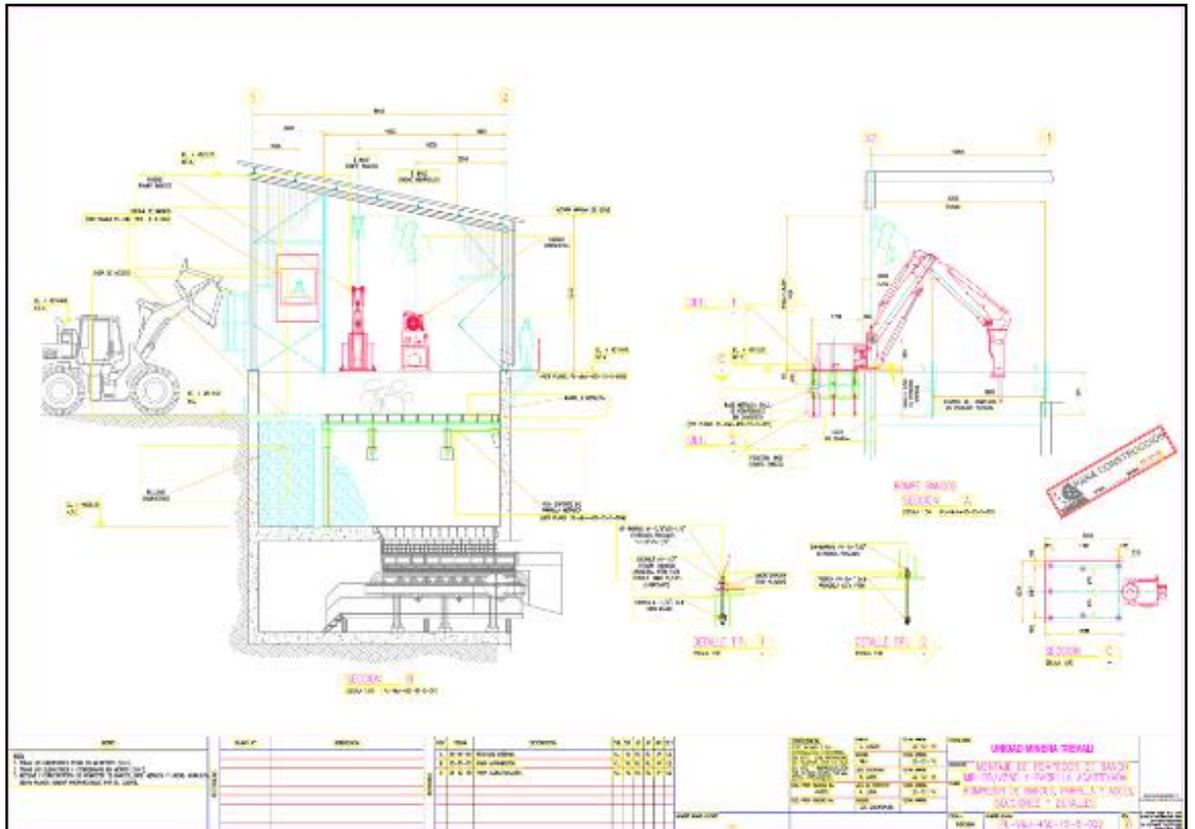
PARRILLA METALICA 18"x18"

DETALLES

ESCALA: PL-1801-450-15-5-007

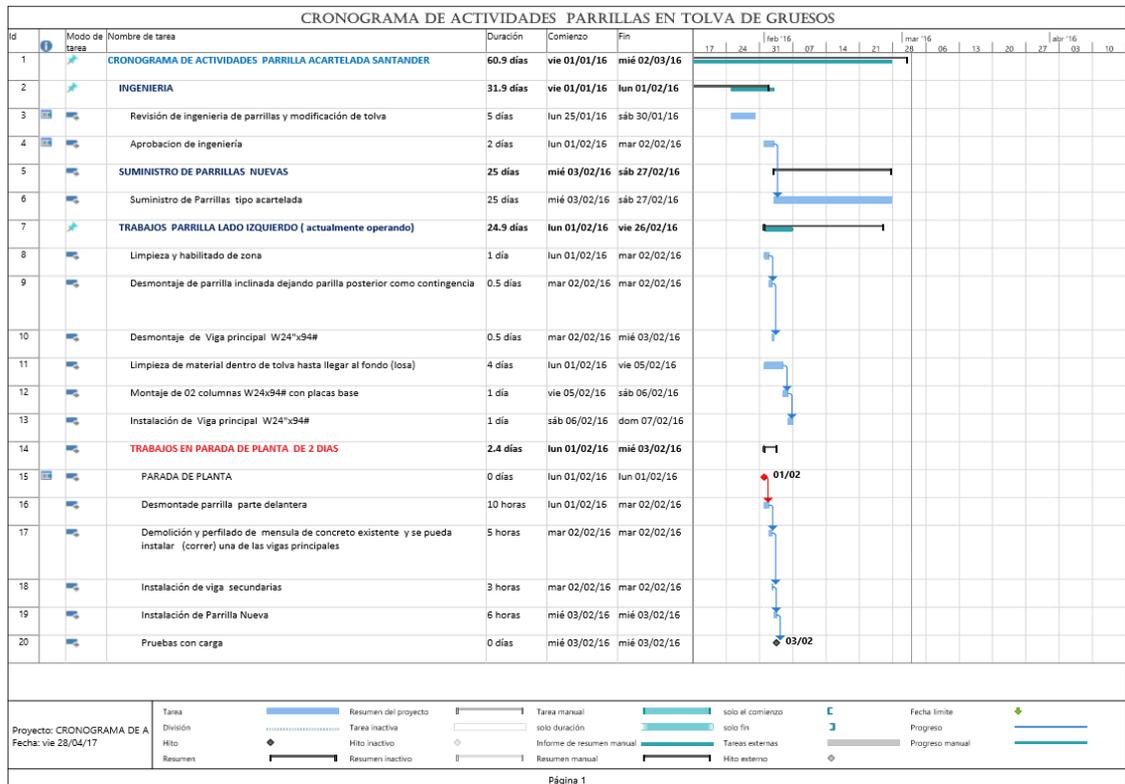
Fuente: VIJICSA

Anexo 10. PLANO BÁSICO DE INGENIERÍA



Fuente: VIJICSA

Anexo 11. CRONOGRAMA DEL PROYECTO



Fuente: VIJICSA

Anexo 12. REGISTRO DE TRAZABILIDAD

	PLAN DE CALIDAD PROYECTO FABRICACION DE FAJA NUEVA C-2		CODIGO: V&J-FMOD-0002				
	REGISTRO DE TRAZABILIDAD		FECHA: 121115				
					REVISION: 01		
					HOJA N°: 1 DE 21		
DESCRIPCION: MONTAJE DE ROMPEDOR DE BANCO MRH20/YZ50 Y PARRILLA ACARTELADA				CODIGO:pt1,pt2,pg3,pt4,pt5,pt6,pt7		Registro N°	
REFERENCIA: PARRILLA ACARTELADA						Fecha :	11/2/16
							
Item	Marca	Número de Plano	Descripción	Colada/Ref.	N° de Certificado	Material	Cantidad
1	pt1	PL-V&J-450-15-5-007	PL 2"x584x250	325748	340593-001	T1500BR	
2	pt2	PL-V&J-450-15-5-007	PL 2"x1067x250	325748	340593-001	T1500BR	
3	pt3	PL-V&J-450-15-5-007	PL 2"x1180x250	325748	340593-001	T1500BR	
4	pt4	PL-V&J-450-15-5-007	PL 2"x5262x250	325748	340593-001	T1500BR	
5	pt5	PL-V&J-450-15-5-007	PL 2"x384x250	325748	340593-001	T1500BR	
6	pt6	PL-V&J-450-15-5-007	PL 2"x631x250	325748	340593-001	T1500BR	
7	pt7	PL-V&J-450-15-5-007	PL 2"x846x250	325748	340593-001	T1500BR	

Fuente: VIJCSA

Anexo 13. CERTIFICADO DE CALIDAD PLANCHA T1 500 BHN


DILLINGER HÜTTE

Dillinger Hütte is a registered trademark of the Dillinger Hütte Group. For more information, please visit our website: www.dillinger-huette.com

A00 INSPECTION CERTIFICATE 3.1 AS PER EN 10204:2004 INSPECTION CERTIFICATE 3.1.B AS PER EN 10204:1991+A1:1995 + AS PER ISO 10474:1991 MATERIAL TEST REPORT (MTR)	A10 Advice of Dispatch No / Date of dispatch 319007-18.10.08	A30 Manufacturer's order A31 Certificate No. 340593-001 1/...
A06 Customer's receiving body Dill	A05 Purchaser AM TRADING, LUXEMBOURG Final receiver TRADI LINA	A07.1 No 10065103 AM TRADING A07.2 No TRADI PERU
D007 Special design DILLINGERBODV D00 Any special requirements DILLING-B03:04	B01 Product HOT ROLLED PLATES	

B01-B99 Description of the product									
B14 Item No.	B06 Number of pieces	B09 Thickness	B10 Width	B11 Length	B12 Theoretical mass KG	B04 Product delivery condition	B07.2 Heat No.	B07.1 Rolled plate No./ Test No.	A08 Purchaser article number
01	1	50,80	x 2430	x 7315	7112 Q	Q	325747	15855-01	ITEM 010
01	1	50,80	x 2430	x 7315	7112 Q	Q	325747	15855-02	ITEM 010
01	1	50,80	x 2430	x 7315	7112 Q	Q	325747	15856-01	ITEM 010
01	1	50,80	x 2430	x 7315	7112 Q	Q	325747	15856-02	ITEM 010
01	1	50,80	x 2430	x 7315	7112 Q	Q	325747	15857-01	ITEM 010
01	1	50,80	x 2430	x 7315	7112 Q	Q	325747	15857-02	ITEM 010
01	1	50,80	x 2430	x 7315	7112 Q	Q	325747	15858-01	ITEM 010
01	1	50,80	x 2430	x 7315	7112 Q	Q	325747	15858-02	ITEM 010
01	1	50,80	x 2430	x 7315	7112 Q	Q	325748	15773-01	ITEM 010
01	1	50,80	x 2430	x 7315	7112 Q	Q	325748	15773-02	ITEM 010
01	1	50,80	x 2430	x 7315	7112 Q	Q	325748	15775-01	ITEM 010
01	1	50,80	x 2430	x 7315	7112 Q	Q	325748	15775-02	ITEM 010
01	1	50,80	x 2430	x 7315	7112 Q	Q	325748	15776-01	ITEM 010
01	1	50,80	x 2430	x 7315	7112 Q	Q	325748	15787-01	ITEM 010
01	1	50,80	x 2430	x 7315	7112 Q	Q	325748	15787-02	ITEM 010
01	1	50,80	x 2430	x 7315	7112 Q	Q	325748	15791-01	ITEM 010
01	1	50,80	x 2430	x 7315	7112 Q	Q	325748	15791-02	ITEM 010
01	1	50,80	x 2430	x 7315	7112 Q	Q	325748	15839-01	ITEM 010
01	1	50,80	x 2430	x 7315	7112 Q	Q	325748	15839-02	ITEM 010
01	1	50,80	x 2430	x 7315	7112 Q	Q	325748	15845-01	ITEM 010
01	1	50,80	x 2430	x 7315	7112 Q	Q	325748	15845-02	ITEM 010
01	1	50,80	x 2430	x 7315	7112 Q	Q	325748	15851-01	ITEM 010
01	1	50,80	x 2430	x 7315	7112 Q	Q	325748	15851-02	ITEM 010

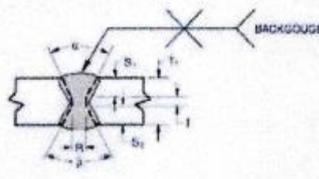


	201/020/021 We hereby certify that the above mentioned materials have been delivered in accordance with the terms of order. QM-System: Certification as per ISO 9001	 R. HUELLER Test House Manager	 AG der Dillinger Hüttenwerke Postfach 1560, D-66748 Dillingen/Saar Inspection department	ADI
---	--	---	---	-----

Order No. 20.30.08 Rev. 1

Fuente: VIJICSA

Anexo 14. WPS Y PQR

SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD		Rev. 0	15/12/2014					
		ESPECIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS) SI <input type="checkbox"/> Precalificado <input type="checkbox"/> Calificado por Ensayo <input checked="" type="checkbox"/> ó RECORDS DE CALIFICACION DE PROCEDIMIENTO (PQR) SI <input checked="" type="checkbox"/> (According to Specification for Welding Procedure and Performance Qualification AWS B2.1)						
Empresa: <u>VIJCSA</u> Proceso de Soldadura (s): <u>FCAW-G</u> N° del PQR de soporte: <u>Calificado</u>		Número de Identificación #: <u>VIJCSA - WPS - 01</u> Revisión: <u>0</u> Fecha: <u>11-05-2016</u> Por: <u>Paolo Dapello Perez</u> Autorizado por: <u>Omar Montellanos</u> Fecha: <u>11-05-2016</u> Tipo: Manual: <input type="checkbox"/> Semi-Automático: <input checked="" type="checkbox"/> Mecánico: <input type="checkbox"/> Automático: <input type="checkbox"/>						
DISEÑO DE JUNTA USADO: Tipo: <u>Junta a Tope BUS-GF</u> Simple: <input type="checkbox"/> Doble: <input checked="" type="checkbox"/> Respaldo: Si: <input type="checkbox"/> No: <input checked="" type="checkbox"/> Material de Respaldo: <u>RAEX 800</u> Abertura de Raíz: <u>0 - 3 mm</u> Cera de la raíz: <u>0 - 5 mm</u> Ángulo de bisel(pulg): <u>55° - 70°</u> Radio(J-U): <u>---</u> Remoción de raíz: Si: <input type="checkbox"/> No: <input checked="" type="checkbox"/> Método: <u>---</u>		POSICIÓN: Posición de Ranura: <u>Vertical</u> Filete: <u>Plana, Horizontal y Vertical</u> Progresión Vertical: Ascendente: <input checked="" type="checkbox"/> Descendente: <input type="checkbox"/>						
METALES BASE: Especificaciones de Material: <u>RAEX 500</u> Tipo o Grado: <u>---</u> Espesor: Bisel: <u>4 ≤ T ≤ 203 mm</u> Filete: <u>4 ≤ T ≤ 203 mm</u> Diámetro (Tubo): <u>---</u>		CARACTERÍSTICAS ELECTRICAS: Modo de Transferencia(GMAW): <u>Corto-Circuito</u> Globular: <input checked="" type="checkbox"/> Pulsado: <input type="checkbox"/> Spray: <input type="checkbox"/> Corriente: AC: <input type="checkbox"/> DCEP: <input checked="" type="checkbox"/> DCEN: <input type="checkbox"/> Fuente de Alimentación: CC: <input type="checkbox"/> CV: <input checked="" type="checkbox"/> Otro: <u>---</u> Electrodo de Tugstano(GTAW): <u>---</u> Tamaño: <u>---</u> Tipo: <u>---</u>						
METALES DE APORTE: Especificación AWS: <u>AWS A5.29</u> Clasificación AWS: <u>E111T1-1K3</u>		TÉCNICA: Cordón de Arrastre u Oscilación: <u>Oscilacion</u> Pasada Simple o Múltiple(por lado): <u>Múltiple</u> Número de Electrodo(s): <u>1</u> Espaciado de Electrodo(s): Longitudinal: <u>---</u> Lateral: <u>---</u> Ángulo: <u>---</u> Distancia de Contacto del Tubo a la Pieza de Trabajo: <u>19 - 25.4 mm</u> Martillado: <u>Ninguno</u> Limpieza entre Pasadas: <u>1" (Disco Abrasivo), 2" - n" (Capillo de Alambre)</u>						
PROTECCIÓN .: Fundente: <u>---</u> Gas: <u>Ar - CO₂</u> Composición: <u>80% - 20%</u> Electrodo-Fundente(Clase): <u>---</u> Caudal: <u>17 - 25 lt/min</u> Diám. Tobera: <u>16 mm</u>		TRATAMIENTO TÉRMICO POST-SOLDADURA: Temperatura: <u>N.A.</u> Tiempo: <u>N.A.</u>						
PRECALENTAMIENTO: Temp. Min. De Precalentamiento: <u>200°C</u> Temp. Min. Entre Pasos: <u>200°C</u> Máx: <u>220°C</u>		PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA:						
Pase o Capa(s) de Soldadura	Proceso	Metal de Aporte		Corriente		Voltaje	Velocidad de Avance	Detalle de Junta
		Clase	Diámetro	Tipo y Polaridad	Amperaje			
1 ^a -a	FCAW	E111T1-1K3	1.6 mm	DCEP	120 - 300 ampS	23 - 28 Volts	5.1 mm/s	
 Omar Montellanos Sicchi CWT: 13074111 GO-EXP. 7/7/2016								11 01 16

Fuente: VIJCSA

Anexo 15. HOJA TÉCNICA ELECTRODO PARA REVESTIMIENTO DURO UTP 65

Especificación
DIN 8555 : E 10 UM-65-GRZ

UTP

LEDURIT 65

Electrodo básico de alta eficiencia para revestimientos resistentes a la extrema abrasión a elevadas temperaturas.

Campo de aplicación

UTP LEDURIT 65 se aplica en revestimientos duros, con alta resistencia al desgaste por roce y abrasión a temperaturas de trabajo hasta 500°C. Los carburos de columbio, en combinación con los otros componentes de aleación de alto valor, dan por resultado una resistencia a la abrasión considerablemente más elevada. UTP LEDURIT 65 se aplica en piezas de máquinas como gusanos transportadores, barras de molino de impacto, trituradoras de escoria, máquinas para limpiar con chorro de arena, mezcladoras, amasadoras, etc, así como instalaciones para beneficio de minerales a temperaturas de trabajo elevadas.

Característica de la soldadura

UTP LEDURIT 65 se suelda en posición horizontal y ligeramente ascendente. Tiene arco suave y generalmente no necesita acabado por esmerilado. Rendimiento 200%

Dureza del depósito de soldadura pura: 62 – 67 HRC

Resistencia al calor: hasta 500°C

Análisis estándar del depósito (% en peso)

C	Cr	Mo	Cb	W	V	Fe
---	----	----	----	---	---	----

Instrucciones para soldar

Mantenga el electrodo en posición vertical tanto como sea posible con arco corto. Reduzca la dilución con el metal base aplicando el electrodo con bajos amperajes y con oscilación. Cuando una pieza está sujeta a fuertes impactos y libres de grietas, se recomienda una capa de colchón con UTP 630. En ese caso, las propiedades mecánicas óptimas sólo se alcanzan en la tercera capa de UTP LEDURIT 65.

POSICIÓN DE SOLDADURAS

Tipos de corriente: (= +)



1 G

Parámetros recomendados

Electrodos	Ø x L (mm)	3,2 x 350	4,0 x 450	5,0 x 450
Amperaje	(A)	110 – 150	140 – 200	190 – 250

Los valores y datos que aparecen en este manual son obtenidos en nuestros Laboratorios de Aseguramiento de Calidad y se basan en un amplio desarrollo en tecnología de materiales. No asumimos responsabilidad por su exactitud en cada aplicación y sugerimos al usuario, verificar bajo su propia evaluación los datos en su aplicación específica.

 **Böhler Welding**
GROUP

53

5

Fuente: VIJICSA

Anexo 16. INFORME PUCP

 PUCP	LABORATORIO DE MATERIALES CON SISTEMA DE GESTION ISO/IEC 17025	 INACAL INSTITUTO NACIONAL DE ACCREDITACION																																																																																													
MAT-MAR-0436-1/2016																																																																																															
ENSAYO DE DUREZA																																																																																															
MAT-Lab-4.04 Rev.6																																																																																															
INFORME DE LABORATORIO																																																																																															
Número Total de Páginas: 3																																																																																															
RESULTADOS:																																																																																															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">PUNTO</th> <th colspan="3">DIMENSIONES DE LA HUELLA (µm)</th> <th rowspan="2">DUREZA HV10</th> <th rowspan="2">OBSERVACIONES</th> </tr> <tr> <th>d₁</th> <th>d₂</th> <th>d_{prom}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>238.7</td><td>243.3</td><td>241.0</td><td>319</td><td>---</td></tr> <tr><td>2</td><td>260.8</td><td>259.9</td><td>260.4</td><td>274</td><td>---</td></tr> <tr><td>3</td><td>282.9</td><td>288.4</td><td>285.7</td><td>227</td><td>---</td></tr> <tr><td>4</td><td>280.1</td><td>282.0</td><td>281.1</td><td>235</td><td>---</td></tr> <tr><td>5</td><td>270.0</td><td>274.6</td><td>272.3</td><td>250</td><td>---</td></tr> <tr><td>6</td><td>257.1</td><td>257.1</td><td>257.1</td><td>280</td><td>---</td></tr> <tr><td>7</td><td>252.5</td><td>262.6</td><td>257.6</td><td>279</td><td>---</td></tr> <tr><td>8</td><td>284.7</td><td>285.6</td><td>285.2</td><td>228</td><td>---</td></tr> <tr><td>9</td><td>256.2</td><td>260.8</td><td>258.5</td><td>277</td><td>---</td></tr> <tr><td>10</td><td>247.9</td><td>249.8</td><td>248.9</td><td>299</td><td>---</td></tr> <tr><td>11</td><td>205.6</td><td>215.7</td><td>210.7</td><td>418</td><td>---</td></tr> <tr><td>12</td><td>220.3</td><td>224.0</td><td>222.2</td><td>376</td><td>---</td></tr> <tr><td>13</td><td>231.4</td><td>232.3</td><td>231.9</td><td>345</td><td>---</td></tr> <tr><td>14</td><td>224.9</td><td>231.4</td><td>228.2</td><td>356</td><td>---</td></tr> </tbody> </table>	PUNTO	DIMENSIONES DE LA HUELLA (µm)			DUREZA HV10	OBSERVACIONES	d ₁	d ₂	d _{prom}	1	238.7	243.3	241.0	319	---	2	260.8	259.9	260.4	274	---	3	282.9	288.4	285.7	227	---	4	280.1	282.0	281.1	235	---	5	270.0	274.6	272.3	250	---	6	257.1	257.1	257.1	280	---	7	252.5	262.6	257.6	279	---	8	284.7	285.6	285.2	228	---	9	256.2	260.8	258.5	277	---	10	247.9	249.8	248.9	299	---	11	205.6	215.7	210.7	418	---	12	220.3	224.0	222.2	376	---	13	231.4	232.3	231.9	345	---	14	224.9	231.4	228.2	356	---		
PUNTO		DIMENSIONES DE LA HUELLA (µm)					DUREZA HV10	OBSERVACIONES																																																																																							
	d ₁	d ₂	d _{prom}																																																																																												
1	238.7	243.3	241.0	319	---																																																																																										
2	260.8	259.9	260.4	274	---																																																																																										
3	282.9	288.4	285.7	227	---																																																																																										
4	280.1	282.0	281.1	235	---																																																																																										
5	270.0	274.6	272.3	250	---																																																																																										
6	257.1	257.1	257.1	280	---																																																																																										
7	252.5	262.6	257.6	279	---																																																																																										
8	284.7	285.6	285.2	228	---																																																																																										
9	256.2	260.8	258.5	277	---																																																																																										
10	247.9	249.8	248.9	299	---																																																																																										
11	205.6	215.7	210.7	418	---																																																																																										
12	220.3	224.0	222.2	376	---																																																																																										
13	231.4	232.3	231.9	345	---																																																																																										
14	224.9	231.4	228.2	356	---																																																																																										
Incertidumbre (factor de cobertura K=2, para un nivel de confianza de 95%): ± 3.2 HV.																																																																																															
OBSERVACIONES: <ul style="list-style-type: none"> • Condición de la muestra: Visualmente en buen estado • La probeta ensayada fue proporcionada por el solicitante. • Norma de ensayo: ASTM E384-11e1. 																																																																																															
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU Sección Ingeniería-Mecánica  MSc. ANIBAL ROSAS-GARCIGOS CIP. 123020 jefe de Laboratorio de Materiales																																																																																															
Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas. Prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del Laboratorio de Materiales. Los resultados no pueden ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.																																																																																															
3 de 3																																																																																															
Prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del Laboratorio de Materiales – PUCP																																																																																															
Av. Universitaria 1801 – San Miguel, Lima – Perú http://www.pucp.edu.pe	Apartado Postal N° 1761 Lima 100 – Perú labmat@pucp.edu.pe	Teléfono (511) 626 - 2000 Anexo: 4842																																																																																													
Av. Universitaria 1801 – San Miguel, Lima – Perú Teléfono (511) 626 - 2855	Fax (511) 626 - 2855																																																																																														
LABORATORIO DE MATERIALES Departamento de Ingeniería Sección Ingeniería Mecánica		PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU																																																																																													

Fuente: VIJICSA

Anexo 17. REGISTRO TOPOGRÁFICO

VIJICSA <small>INGENIERÍA - MINERÍA - CONSTRUCCIÓN</small>	CONSTRUCCION	Nº Formato:	V&J-CIV-006
	trazado De Ejes DE Vigas De Soporte	Revision :	0
		Fecha	10/03/2016

PROYECTO: MONTAJE ROMPEDOR DE BANCO MRHT20/VZ50 Y PARRILLA ACARTELADA AREA: TOLVA DE GRUESOS CONTRATISTA: V&J INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A. ESPECIFICACIÓN: PARRILLA METALICA 18"X18" PLANOS: PL-V&J-460-16-5-005	FECHA: 17/07/2016 N° REGISTRO: 14 PÁGINA: 1 DE 1
--	--

ELEMENTO (s): TRAZO DE VIGAS PRINCIPALES /PARRILLA

ESQUEMA DE REFERENCIA

VIGAS DE SOPORTE/PARRILLA
PLANTA IV.4513.530-PLANTA

ELEVACION

INSTRUMENTO DE VERIFICACIÓN (equipo, marca, modelo, precisión, etc): ESTACION TOTAL LEICA TS-02

BM REFERENCIAL (cota y coordenadas):

Nº	NORTE	ESTE	ALTURA	DESCRIPCION
W1	8762425.066	333747.866	4513.467	MURO DE CONCRETO
W2	8762448.041	333729.433	4516.072	PIEDRA
AUX-01	8762415.017	333734.992	4516.016	ESTACA DE FIERRO

TOLERANCIA DIF. EN ELEVACION: 0.002 mts. TOLERANCIA DIF. EN LONGITUD: 0.002 mts.

EJES	COTA Y DISTANCIA NOMINAL			COTA Y DISTANCIA REAL			COMENTARIOS
	X	Y	ELEVACION	X	Y	ELEVACION	
1 / 1.1	----	2.525	4513.530	----	2.525	4513.530	
1 / 1.2	----	4.049	4513.530	----	4.049	4513.530	
1 / 1.3	----	6.589	4513.530	----	6.589	4513.530	
1 / 1.4	----	8.171	4513.530	----	8.375	4513.530	

LEYENDA DE RESULTADO: C: CONFORME NC: NO CONFORME N/A: NO APLICA

TOPÓGRAFO: Freddy Rivera Honorio FIRMA:

COMENTARIOS/OBSERVACIONES:
la cota de elevacion =4513.530 corresponde al nivel superior de parrilla

POR EL CONTRATISTA	FIRMA	FECHA	POR SANTANDER	FIRMA	FECHA
CONTROL DE CALIDAD			ASEGURAMIENTO DE CALIDAD		
JEFE DE OBRA			SUPERVISOR DE CONSTRUCCION		

Fuente: VIJICSA