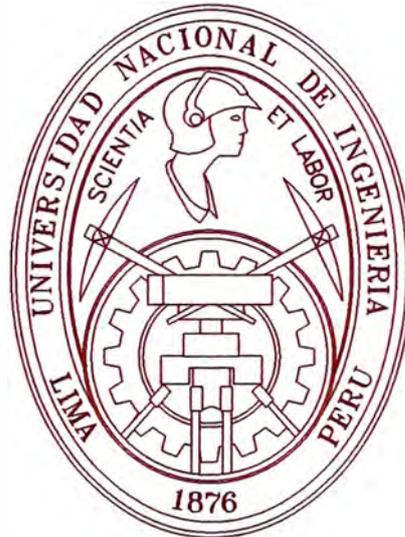


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA



**“METODOLOGIA PARA LA REPARACIÓN DE TOLVAS DE CAMIONES
MINEROS DE 240 TON. UTILIZANDO HERRAMIENTAS DE CALIDAD”.**

INFORME DE SUFICIENCIA

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECANICO**

CARLOS VIDAL DAVILA IGNACIO

PROMOCION 2000 - I

LIMA-PERU

2006

Dedicado a mi padre Julio Dávila Mendoza Q.E.P.D., a mi mamá Francisca Ignacio Vda de Dávila, a mi esposa Irene, hijo Julio, Juliet, Leandro, a mis hermanos.

Nora, Lucy, Julio Cesar, Hugo, Gavina primos. Elizabet, Mario, Zaida; en general a mi familia, sin el apoyo de ellos no hubiere sido posible el titularme.

Agradecimiento al Ing. Javier Franco Gonzáles; Gerente de Jaunfrank Contratistas S.A.C. por darme la oportunidad de trabajar en su empresa; a los Ingenieros Leoncio Goicochea Aguilar, Rafael Ccasani Soto, Douglas Rosales del Carpio compañeros de trabajo.

INDICE

PROLOGO	1
CAPITULO I	
1. INTRODUCCIÓN	4
1.1 Objetivos	4
1.2 Alcances	4
1.3 Limitaciones	5
1.4 Justificación	5
CAPITULO II	
CONCEPTOS TEÓRICOS INVOLUCRADOS EN LA REPARACIÓN DE TOLVAS Y HERRAMIENTAS DE CALIDAD	7
2.1 Definición de la tolva de camiones a reparar.	8
2.1.1 Lateral Izquierdo	8
2.1.2 Lateral Derecho	9
2.1.3 Frontal	9
2.1.4 Canopy	9
2.1.5 Interior de tolva	10
2.1.6 Inferior de tolva	10
2.1.7 Cola de pato	11
2.1.8 Deflector de lateral	11
2.1.9 Deflector de canopy	11
2.2 Definición de los Procesos de Soldadura utilizados en la reparación	11
2.2.1 Soldadura por Arco con Electrodo Revestido PROCESO SMAW.	12

2.2.2	Soldadura con Alambre Tubular PROCESO FCAW – G.	23
2.2.3	Tipos de junta.	31
2.2.4	Aprobación de los procedimientos de soldadura.	34
2.3	Conceptos y Marco teórico de la Calidad.	35
2.3.1	Definiciones trascendentes	35
2.3.2	Definiciones basadas en el producto.	35
2.3.3	Definiciones basadas en el usuario	37
2.3.4	Definiciones basadas en la producción	38
2.3.5	Definición en el valor	39
2.3.6	Definición de la calidad según UNE – EN ISO 9000 : 2000	39
2.4	Herramientas y Técnicas de Gestión de la Calidad.	41
2.4.1	Ciclo PDCA o Ciclo Deming.	41
2.4.2	Las siete herramientas de la calidad.	42
2.4.2.1	Hoja de Recogida de Datos.	42
2.4.2.2	Diagrama de Flujo.	43
2.4.2.3	Diagrama de Causa y Efecto.	44
2.4.2.4	Gráficos de Control.	46
2.4.2.5	Histograma.	46
2.4.2.6	Diagrama de Pareto.	47
2.4.2.7	Diagrama de Correlación.	48
2.5	Calculo de Costos.	50
2.5.1	Contabilidad de costos y contabilidad general .	50
2.5.2	Tipos de costos.	51
2.5.3	Sistemas de costos	51

2.5.3.1	Sistema de costos directos.	52
2.5.3.2	Sistema de costos totales.	52
2.6	Costos relativos a la calidad.	54
2.6.1	Definición de costos relativos a la calidad.	54
2.6.2	Clasificación de los costos relativos a la calidad.	54
2.6.2.1	Costos de calidad.	54
2.6.2.2	Costo de no calidad.	58
2.6.3	Costos totales de calidad.	61
2.6.3.1	Calculo de costos totales de calidad.	64
2.6.3.2	Costos de calidad por unidad de producto.	64

CAPITULO III

METODOLOGIA USADA EN LA REPARACIÓN DE TOLVAS	67	
3.1	Identificación de elementos críticos de la tolva.	67
3.2	Seguridad en los procesos de soldadura.	69
3.3	Procedimiento de reparación con soldadura de la tolva del camión minero.	73
3.3.1	Diagrama de flujo de las reparaciones.	73
3.3.2	Habilitación del taller de soldadura.	83
3.3.3	Evaluación de tolvas.	85
3.3.4	Selección de soldadores.	87
3.3.4.1	Evaluación de Soldadores.	87
3.4	Especificaciones para soldaduras de tolvas.	88
3.4.1	Distribución longitudinal de las uniones soldadas.	91
3.4.2	Posiciones de soldadura y homologaciones	92

CAPITULO IV

ANALISIS Y RESULTADOS DE LOS PROCESOS DE REPARACIÓN	93
4.1 Justificación del método a utilizar.	93
4.2 Análisis del proceso de Soldadura.	94
4.2.1 Evaluación de los cordones de Soldadura.	97
4.2.2 Ensayos no Destructivos.	98
4.2.2.1 Tintes Penetrantes.	98
4.2.2.2 Partículas Magnéticas	99
4.3 Calidad del proceso de Reparación.	100
4.3.1 Aplicación de la hoja de recogida de datos	100
4.3.2 Aplicación de los Histogramas.	104
4.3.3 Aplicación del Diagrama de Pareto.	106
4.3.4 Aplicación del Diagrama Causa y Efecto.	111
4.3.5 Ciclo de Deming.	114

CAPITULO V

ESTRUCTURA DE COSTOS	117
5.1 Costos Directos.	117
5.2 Costos Indirectos.	118
5.3 Costos de Reparación.	118
CONCLUSIONES	124
RECOMENDACIONES	126
BIBLIOGRAFÍA	128

- A. Esquemas de tolvas**
- B. Informe de Inspección.**
- C. Registro Fotográfico.**
- D. Método para calcular Costos de Calidad.**
- E. Diagrama de Causa y Efecto de trabajos de Soldadura de mala calidad.**
- F. Diagrama de Causa y Efecto de Mejoras en Seguridad Industrial.**

PROLOGO

El Departamento de Planeamiento de la Empresa Javfrank Contratistas SAC tiene la responsabilidad de planificar la reparación de las Tolvas de los Camiones Mineros de 240 Toneladas, dichos trabajos de reparación se realizan en una importante mina del Perú, realizando una inspección minuciosa, para posteriormente definir el orden de prioridad de las reparaciones de las tolvas de los camiones.

Los trabajos de reparación consisten generalmente en un cambio total de los componentes, es decir; reparación de: laterales, frontales, canopy (techo), interior tolva, inferior tolva.

La prioridad de la reparación va depender del grado de desgaste sufrido por cada camión, previamente se realiza la inspección visual de cada componente.

Luego de realizar la reparación el camión estará en óptimas condiciones para transportar los minerales desde el yacimiento hasta la chancadora o en su defecto en eliminar los materiales que no sirven hacia los botaderos.

El presente Informe de Suficiencia tiene la finalidad de aplicar los conocimientos adquiridos en el curso de Actualización Profesional para mejorar las reparaciones

haciendo uso de Las Siete Herramientas de la Calidad. Detallado en los siguientes capítulos:

En el *Capítulo I*, se realiza una descripción de las condiciones de operación de la tolva del camión, y el rol preponderante que desarrolla la planificación así como todas las áreas involucradas en la reparación, se realiza los alcances las limitaciones y justificación del trabajo.

En el *Capítulo II*, se detalla las los conceptos teóricos involucrados en la reparación de las tolvas, así como los conceptos concernientes a las Herramientas y técnicas de la Gestión de la Calidad.

Se realiza una definición de los componentes de la tolva, su evaluación, los procesos de soldadura, los conceptos de calidad, sus herramientas y los conceptos de costos de calidad.

En el *Capítulo III*, se detalla la metodología de la reparación, identificando las partes críticas, el procedimiento de reparación con soldadura del camión minero, las especificaciones para la soldadura de tolvas y finalmente se realiza una evaluación del proceso de soldadura.

En el *Capítulo IV*, se presenta el análisis y resultados del proceso de reparación, la calidad del proceso de reparación haciendo uso del diagrama de Pareto y diagrama de causa y efecto y los resultados del procedimiento de reparación y se indica la

propuesta de solución descritos a través de las herramientas utilizadas y resalta la importancia de la Planificación, y muestra los cambios que se tiene realizar para mejorar la eficiencia y eficacia de las reparaciones.

En el *Capítulo V*, se muestra los costos del proceso de reparación, ya sea en materiales como en mano de obra.

Y finalmente se adjunta las conclusiones, recomendaciones, bibliografías y anexos

CAPITULO I

INTRODUCCION

1.1 OBJETIVOS

El presente Informe de Suficiencia tiene como objetivo desarrollar una metodología para la reparación de las tolvas de los camiones Mineros cuya capacidad de carga es de 240 toneladas, la recuperación debe realizarse con eficiencia y eficacia, para lo cual utilizamos las Herramientas de la Calidad.

Si reparamos la tolva en los tiempos previstos y con calidad acorde a las exigencias del cliente, la empresa minera tendrá mayor disponibilidad de dichos equipos y la Empresa Contratista así como sus trabajadores tendrán la posibilidad de incrementar sus ingresos o asegurar un contrato que les permita una seguridad económica.

1.2 ALCANCES

Históricamente el programa de reparación de tolvas se hacía sin una metodología, actualmente se está realizando un planeamiento incompleto y el presente trabajo ayudará a aplicar una metodología que permita en el futuro realizar las reparaciones de acuerdo a las necesidades del trabajo e incluso permitirá dar más de lo que solicita el cliente.

Adicionalmente se podría aplicar a todo servicio en la que se utiliza la soldadura como herramienta de trabajo respetando su particularidad en cada caso.

1.3 LIMITACIONES

Las limitaciones del presente informe están referidos a:

- La empresa debe tener personal dedicado a los trabajos de Calidad, y su labor será la capacitación del personal en temas técnicos y de Seguridad Industrial, así como realizar el control de Calidad, dicho personal deberá dedicarse exclusivamente al taller de soldadura.
- La empresa deberá asignar los recursos necesarios para la contratación del personal especializado en temas de calidad, así como la compra de maquinarias, equipos, accesorios de las máquinas de soldar, implementos de seguridad, consumibles etc. que ayuden a realizar la reparación en los tiempos planificados y con la calidad esperada.

1.4 JUSTIFICACION

Los trabajos que se realizaban eran con una planificación deficiente, debido a que el personal de Planeamiento no tenía definida sus responsabilidades, utilizar la presente metodología ayudará a realizar las reparaciones en los tiempos previstos y tener una evaluación precisa de la flota.

Con la metodología propuesta se espera reducir los costos que se producen por rectificar trabajos y los costos que representan la entrega fuera del plazo presupuestado.

En el país existen gran cantidad de empresas que trabajan en la parte metal mecánica que pueden realizar la misma labor; por lo tanto la planificación, la calidad de las reparaciones, el tiempo de reparación y los costos son variables definitorias en la selección de la empresa contratista que realiza las labores de de mantenimiento con soldadura. Por lo tanto la empresa deberá ser competitivo y eficiente.

CAPITULO II

CONCEPTOS TEÓRICOS INVOLUCRADOS EN LA REPARACIÓN DE TOLVAS Y HERRAMIENTAS DE CALIDAD

Los Camiones Mineros tienen la finalidad de transportar los materiales (Mineral o lastre) desde los yacimientos hasta la chancadora y/o los botaderos. Las tolvas de los camiones están sometidas a constantes cargas de impacto y abrasión, motivo por el cual la reparación y/o reposición de las tolvas es una tarea crítica toda vez que juega un papel preponderante dentro de la operación de la mina.

Estos camiones transportan el material un promedio de 20 hrs. por día, solamente se detienen en el momento que se abastece combustible, en los cambios de guarda y en su Mantenimiento Programado, en el que básicamente se revisa la parte mecánica, no existiendo el tiempo suficiente como para realizar la reparación de las tolvas por soldadura, toda vez que se dispone de breves tiempos de parada, dicha rutina de trabajo hace que los componentes de las tolvas se deterioren más de lo deseado, motivo por el cual la reparación debe realizarse en el menor tiempo posible, ya que la disponibilidad de recambio es casi nula por los costos que perdería la mina por tener una unidad parada.

2.1 DEFINICIÓN DE LA TOLVA DE CAMIONES A REPARAR.

Los materiales constituyentes de las tolvas de los camiones de la Gran Minería, camiones CAT 793 son los Aceros de alta Resistencia a la abrasión y al Impacto; es decir la dureza está en el rango de los 400 y 500 HBN; así como Aceros Estructurales de gran Resistencia del Tipo ASTM A 514.

Las Tolvas tienen principalmente los siguientes componentes bien definidos.

2.1.1 Lateral Izquierdo

El lateral de Tolva viene a ser la parte vertical perpendicular al piso de la tolva, dicho material está fabricado por planchas que resisten desgastes e impacto, vale decir el material es Plancha de acero de HBN 400 en espesor de 3/8", material es anti abrasivo.

A su vez el lateral para tener mayor rigidez, esta constituido por canales horizontales y verticales; esto es para la parte lateral no se habrá debido al peso de mineral que traslada la tolva, dichos canales son fabricados con PL ASTM A 514, en espesor de 1/4".

El lateral es una parte importante de la tolva, pues gracias a ella el mineral puede almacenarse y posteriormente realizarse su transporte; es por ello que por diseño tiene más componentes como la envolvente que tiene la finalidad de proteger de los golpes, caídas de rocas la parte superior de la tolva y esta fabricado con Plancha de Acero de 400 HBN.

Otro componente viene a ser la plancha de transferencia que es una transición entre la plancha lateral y la plancha frontal así como con el piso, el material constituyente es el acero de 400 HBN cuyo espesor es de $\frac{3}{4}$ ".

2.1.2 Lateral Derecho

El lateral de tolva viene a ser la parte vertical perpendicular al piso de la tolva, dicho material está fabricado por planchas que resisten desgastes e impacto, vale decir el material es plancha de acero de HBN 400 en espesor de $\frac{3}{8}$ ", material es anti abrasivo, esta parte de la tolva viene a estar en el lado derecho y tiene los mismos constituyentes que el lateral izquierdo.

2.1.3 Frontal

LA Frontal, al igual que la parte lateral de la tolva sirve como contenedor del material, también está sujeto a cargas de impacto, abrasión, está fabricado con planchas de acero de 400 HBN con un espesor de $\frac{1}{2}$ ", para tener mayor rigidez a la parte frontal se le suelda canales horizontales y verticales.

2.1.4 Canopy

El Canopy es el techo del camión, su función es de proteger la cabina del operador del camión toda vez que pueden caer rocas en el momento de acarreo. Esta fabricado con plancha de acero de 400 HBN en un espesor de $\frac{3}{8}$ ", debido a su tamaño también necesita rigidizar su estructura para ello se colocan canales por debajo de la plancha, dichos canales cubren la parte

central y los laterales (extremos).

2.1.5 Interior de Tolva

Viene a ser la parte que soporta todo el peso del mineral que se transporta, está fabricado con plancha de acero de 400 HBN de $\frac{3}{4}$ " de espesor, se coloca ese espesor ya que las tolvas permanentemente transportan en promedio 250 toneladas las mismas ejercen impacto y abrasión y el tiempo estimado de duración es de 2 años, si se hace con menor espesor el tiempo de recambio también bajaría, para proteger el piso se suelda adicionalmente las planchas denominadas de impacto, que cubren parte del piso y su estructura es acero de 400 HBN en espesor de $\frac{3}{4}$ " y tiene la particularidad que conforme va actuando las cargas de impacto, esta aumenta su dureza, las planchas de impacto sirven para absorber la carga de caída del mineral luego de ser impulsadas por las palas, generalmente cubre el 40 % del piso.

2.1.6 Inferior de Tolva

El Inferior de Tolva viene a ser la zona que se encuentra debajo del piso de la tolva, está constituido por canales tipo U soldados al piso, fabricados con PL ASTM A 514, también está constituido por los soportes pin pivot y de levante, con lo que gracias a este mecanismo se puede hacer la descarga del mineral transportado.

2.1.7 Cola de Pato

La cola de Pato es la parte final del piso de la tolva, se dice así por su forma, en ese sector de la tolva se colocan platinas anti desgaste que protegen al piso de la abrasión, sirve para retener las rosas que se deslizan en la tolva.

2.1.8 Deflector de Lateral

El deflector de lateral, viene a ser como su nombre indica la parte que sirve de protección a la parte lateral de la tolva, ya que muchas veces la pala no puede descargar con precisión las rocas, por cuya razón puede haber rocas sueltas fuera de la tolva, y esta parte sirve para proteger las ruedas de tracción del camión, si la roca cae en esta parte, el deflector no permite que caiga directamente a las llantas.

2.1.9 Deflector de Canopy

Al igual que el caso anterior, sirve como protección a las ruedas delanteras del camión.

2.2 DEFINICIÓN DE LOS PROCESOS DE SOLDADURA UTILIZADOS EN LA REPARACIÓN

Soldadura es la unión de piezas metálicas, con o sin metal de aporte, aplicando presión exclusivamente, calentando los materiales a una temperatura determinada, con o sin aplicación de presión. Se denomina “materiales base” a las piezas a unir y “material de aporte” al material con que se suelda.

El tipo de soldadura más adecuado para unir dos piezas de metal depende de las propiedades físicas de los metales, de la utilización a la que está destinada la pieza y las instalaciones disponibles.

Existen diversos procesos de soldadura, los que difieren en el modo que se aplica la energía para la unión. Así hay métodos en los que se calientan las piezas de metal hasta que se funden y se unen entre si o que se calientan a una temperatura inferior a su punto de fusión y se unen o ligan con un metal fundido como relleno. Otro método es calentarlas hasta que se ablanden lo suficiente para poder unirlos por martilleo; algunos procesos requieren solo presión para la unión, otros requieren de un metal de aporte y energía térmica que derrita a dicho metal; etc.

La tecnología y la ciencia de la soldadura han avanzado con tal rapidez en los últimos años, que sería casi imposible enumerar todos los métodos diferentes de soldadura que actualmente están en uso.

Para el presente trabajo detallaremos 02 procesos de soldadura utilizados en la recuperación de las tolvas, es decir: El proceso SMAW y el proceso FCAW.

2.2.1 Soldadura por Arco con Electrodo Revestido PROCESO SMAW.

Según ANSI/AWS A3.0: SMAW Shielded metal arc welding. Este el proceso en el que su energía se obtiene por medio del calor producido por un arco eléctrico que se forma en el espacio o entrehierro comprendido

entre la pieza a soldar y una varilla que sirve como electrodo. Por lo general el electrodo también provee el material de aporte, el que con el arco eléctrico se funde, depositándose entre las piezas a unir. La temperatura que se genera en este proceso es superior a los 5500 C°.

La corriente que se emplea en este sistema puede ser de continua o alterna, utilizándose en la mayoría de los trabajos del tipo continua, debido a que la energía es constante, con lo que se puede generar un arco más estable.

La corriente alterna efectúa operaciones de soldadura con el objeto de trabajo en posición horizontal y preferentemente en materiales ferrosos, mientras que la corriente continua no presenta esas limitaciones de posición y material.

El arco se enciende cortocircuitando el electrodo con la pieza a soldar. En esa situación, en el punto de contacto el calentamiento óhmico es tan intenso que se empieza a fundir el extremo del electrodo, se produce ionización térmica y se establece el arco.

Para la generación del arco existen los siguientes tipos de electrodos:

Electrodo de carbón: En la actualidad son poco utilizados, el electrodo se utiliza solo como conductor para generar calor, el metal de aporte se agrega por separado.

Electrodo metálico: el propio electrodo sirve de metal de aporte al derretirse sobre los materiales a unir.

Electrodo recubierto: Los electrodos metálicos con recubrimientos que mejoran las características de la soldadura son los más utilizados en la actualidad. Las funciones de los recubrimientos son las siguientes.

- Proveen una atmósfera protectora
- Proporcionan escoria de características adecuadas para proteger el metal fundido
- Estabilizan el arco
- Añaden elementos de aleación al metal de la soldadura
- Desarrollan operaciones de enfriamiento metalúrgico
- Reducen la salpicadura del metal
- Aumentan la eficiencia de deposición
- Eliminan las impurezas y óxidos
- Influyen en la profundidad del arco
- Disminuyen la velocidad de enfriamiento de la soldadura.

Algunos electrodos se pueden usar ya sea con corriente alterna o con corriente continua. Se han desarrollado ciertos revestimientos con propósito de incrementar la cantidad de metal de aporte que se deposita por unidad de tiempo. Otros revestimientos contienen aditivos que aumentan la resistencia y mejoran la calidad de la soldadura.

A pesar de que la mayoría de los revestimientos facilitan mucho el trabajo con los electrodos, otros requieren mayor habilidad del soldador.

Las composiciones de los recubrimientos de los electrodos pueden ser orgánicas o inorgánicas, y estas sustancias se pueden subdividir en las que forman escoria y las que son fundentes. Algunos de los principales compuestos son:

- Para la formación de escoria se utilizan SiO_2 , MnO_2 y FeO
- Para mejorar el arco se utilizan Na_2O , CaO , MgO y TiO_2

El núcleo del electrodo está constituido por una varilla o alambre metálico que conduce la corriente eléctrica y permite establecer el arco eléctrico. El intenso calor del arco hace que progresivamente se funda la punta del alambre y que se deposite en el cordón de soldadura en forma de pequeñas gotas, proporcionando así el material de aporte. El metal del núcleo depende del tipo de metal base que se requiere soldar. Si es acero generalmente se usará acero y si es aluminio el núcleo será aluminio. El diámetro del electrodo se mide en el núcleo y determina la intensidad de corriente promedio que debe utilizarse. Por ejemplo, para un diámetro de 3.25 mm. puede emplearse una corriente de unos 90 a 160 A. En cuanto a la longitud de los electrodos la medida más usual es la de 356 mm (14”).

Algunas características de la soldadura por arco eléctrico revestido

El factor principal que hace del proceso de soldadura con electrodo revestido un método tan útil es su simplicidad y su bajo costo. Otros procesos, como el de soldadura de arco con electrodo de tungsteno y gas inerte y el de arco metálico y gas inerte y de soldadura de arco con núcleo fundente, no han podido desplazar del mercado a la soldadura con electrodo revestido.

Todo lo que se necesita un soldador para trabajar con este proceso es una fuente de poder, cables, un porta electrodo y electrodos; además de los elementos de seguridad como máscara, casco y guantes de protección.

Las fuentes de poder se consiguen fácilmente, vienen en distintos tamaños y formas, y su costo es relativamente bajo. Se conocen muy bien los factores que intervienen en el diseño de las fuentes de poder que se utilizan en la soldadura con electrodo revestido, y por esa razón es fácil fabricarlas y no se tienen que hacer grandes inversiones en equipo.

Normalmente las fuentes de poder son pequeñas, ligeras y portátiles. Pueden abarcar desde un transformador sencillo para soldadura con alterna, hasta un generador impulsado por un motor de combustión interna o un transformador trifásico con rectificadores para soldadura con continua.

Las máquinas de soldar utilizadas en el taller de soldadura son de tipo trifásico de hasta 500 Amperios de capacidad, para soldar se requiere hasta 200 amperios y mayores amperajes son necesarios para el proceso de corte y/o biselado proceso de ARCAIR (aire-arco). Hay que tener en cuenta que en el momento de encender el arco, tocando el trabajo con el electrodo ($V_a = 0$), la corriente de cortocircuito resultante debe permanecer limitada, normalmente a 1,2 veces la corriente nominal, para no dar origen a perforaciones o defectos cada vez que se inicia el arco. Otro factor a considerar es la de tensión en vacío, que debe ser superior a la del arco para facilitar el encendido. El ajuste de la corriente de soldadura en función del tipo de electrodo y el trabajo a efectuar, puede hacerse por medio de transformadores con múltiples derivaciones intermedias, o para trabajos de mayor calidad, mediante distintos dispositivos de salida continuamente variable, como desplazamiento de bobinas del transformador, tiristores, reóstatos, impedancias variables por desplazamiento del núcleo, derivador magnético o por saturación del núcleo con CC, etc. En los casos de convertidores rotativos, se emplean generadores compuestos diferenciales.

El proceso de soldadura con electrodo revestido es el más conocido y probablemente el más utilizado de los procesos de soldadura con arco, y es a la vez versátil y flexible. El soldador puede trabajar lejos de la fuente de poder y además no hay necesidad de utilizar gases comprimidos como protección. El procedimiento es excelente para diferentes trabajos de reparación, fabricación y construcción. Gran parte del trabajo de soldadura

con arco que se realiza en forma rutinaria se efectúa con el proceso de soldadura con electrodo revestido.

Con este proceso se puede soldar metal de casi cualquier espesor y se pueden hacer uniones con la configuración que sea. Hay electrodos que se pueden usar con los aceros al carbono y de baja aleación, aceros inoxidable, aceros de alta aleación, resistentes a la corrosión, y aun aceros templados, hierro colado y maleable. A pesar de que no se utilizan tanto, también hay electrodos para soldar cobre, níquel y otras aleaciones. Se efectúa algo de trabajo de soldadura de piezas gruesas de aluminio, pero en cantidades muy pequeñas, sin embargo, el procedimiento de soldadura con electrodo revestido no se presta para su utilización con equipos automáticos o semiautomáticos; su aplicación es esencialmente manual. La longitud de los electrodos es relativamente corta, por lo que bastan unos cuantos minutos para consumir el electrodo.

Debido a que el electrodo se agota en muy poco tiempo, el soldador tiene que interrumpir el trabajo a intervalos regulares para cambiarlo, y además debe picar y limpiar el punto de inicio antes de empezar a usar electrodo nuevo. Normalmente, el arco funciona menos de la mitad del tiempo total. Sin embargo, aun con todo este tiempo muerto y de preparación, un soldador eficiente puede ser muy productivo. Al soldar, los gases provenientes del metal caliente y del revestimiento ejercen un efecto de chorro sobre el núcleo de metal fundido. Los gases empujan el metal

fundido del electrodo hacia fuera, en dirección de la pieza de trabajo. El chorro no es completamente uniforme por lo que es posible que los gases se formen más rápidamente de un lado que del otro. Por lo tanto, los efectos del chorro actúan sobre el metal en direcciones diferentes. Es este carácter aleatorio de la transferencia lo que hace que el cordón sea ancho y que se produzcan salpicaduras. Sin embargo, si se mantiene el electrodo cerca de la pieza y si además se desliza sobre ella, el chorro de la punta sirve para dirigir las fuerzas del arco. Este llegará a penetrar mejor y la transferencia de metal será mas uniforme.

Puesto que el revestimiento del electrodo aísla eléctricamente la varilla metálica del núcleo, no hay peligro de hacer un cortocircuito contra otras partes cercanas y apagar el arco.

Con algunos electrodos se obtienen mejores resultados cuando se mantienen alejados del objeto a soldar, que cuando se aplica la técnica de arrastre. Hay que tratar de que la distancia entre la punta del electrodo y el objeto sea siempre la misma. La soldadura presenta un mejor aspecto cuando se avanza a una velocidad constante y se mantiene un arco de longitud uniforme. Cada vez que se hace una pausa en algún sitio, el cordón se hace más ancho. Cuando el metal depositado se solidifica, se notan con claridad los lugares en que varió la velocidad de avance. La transferencia de metal da como resultado un cordón bien formado cuando la velocidad de avance es constante.

La energía del arco y la transferencia de metal varían con la dirección del flujo de la corriente. Cuando se utilice corriente continua, hay que asegurarse de que la polaridad sea la correcta. Es necesario utilizar el tipo de corriente correcto, es decir, no hay que usar corriente continua en lugar de corriente alterna, o viceversa. Los electrodos están diseñados para trabajar con una determinada cantidad de corriente y polaridad. Si se emplea la corriente equivocada, el arco puede resultar inestable e imposible de manejar. El que las salpicaduras aumenten es un síntoma de que la polaridad no es correcta. Otros síntomas son las variaciones en la forma que se espera que tenga el arco, una penetración insuficiente, demasiada turbulencia del chorro y una cantidad considerable de salpicaduras. Puede llegar a ser imposible encender el arco. Cuando se observa algo raro sucede con éste o con la transferencia del metal, hay que revisar las conexiones de la fuente de poder.

La transferencia de metal y la fuerza del arco se controlan con la longitud de éste y con la corriente circulante. Cuando hay poca corriente, el arco pierde fuerza y disminuye la penetración. El cordón se adelgaza y el metal se empieza a acumular. También puede suceder que el electrodo se pegue a la pieza de trabajo. Cuando hay demasiada corriente, el arco tiene mucha fuerza; penetra demasiado en el objeto y produce demasiada salpicadura. Un exceso de corriente produce adelgazamientos a lo largo de la orilla de la soldadura y puede llegar a perforar el objeto.

Cuando el arco es demasiado corto, excava en el objeto. Un arco corto puede hacer que la transferencia de metal sea dispareja y que las ondulaciones del cordón sean grandes. Hay una tendencia a que se formen agujeros de escoria y porosidad. Si el arco es largo, las fuerzas de penetración disminuyen. Puede ser que el arco se aparte de su trayectoria normal y que los bordes del cordón resulten irregulares y disparejos. El ángulo que forma el electrodo con la pieza también afecta la transferencia de metal, pues este ángulo dirige la fuerza del arco. Al acercar el ángulo hacia la vertical, aumenta la penetración. A medida que se disminuye el ángulo, se reduce la penetración. Cuando se inclina el electrodo hacia la izquierda o hacia la derecha, que es lo que se conoce como ángulo de trabajo, el cordón se desplaza del centro. Hay que manejar el electrodo como si de su punta emergiera un chorro imaginario de aire. El aire puede empujar el metal fundido, en cualquier punto que se dirija electrodo.

Se debe tener cuidado al seleccionar los electrodos, pues resulta importante que su composición sea adecuada al metal que se desea soldar. Si el electrodo y el metal depositado no son compatibles, es muy probable que la soldadura obtenida no sea buena. No es posible esperar que una soldadura soporte la carga para la que se diseñó si no se realiza con el electrodo correcto. Un electrodo inadecuado da origen a porosidad, poca resistencia a la corrosión, soldaduras débiles y otros defectos.

Electrodos utilizados en la reparación (electrodos existentes en el mercado local)

Normas:

AWS / ASME A – 5.1 - 91
E 7018

Análisis químico del metal:

Depositado (%)

C	Mn	Si
0.08	1.20	0.50

Características

- Electrodo básico con bajo tenor de hidrógeno que otorga al material depositado buenas propiedades mecánicas.
- Su contenido de hierro en polvo mejora la soldabilidad, aumentando la penetración, deposición y mejorando al mismo tiempo su comportamiento en distintas posiciones.
- Rendimiento de 98 %.

Resecado

- Cuando el electrodo ha estado expuesto excesivamente a la intemperie, resecar a 250 – 350 ° C durante 2 horas.

Propiedades Mecánicas:

Tratamiento térmico	Resistencia a la tracción	Límite Elástico	Elongación en 2"	Ch V
				- 20 C
sin	510-610 N/mm ²	> 380 N/mm ²	24 %	>140 J
alivio de tensiones	480-580 N/mm ²	> 380 N/mm ²	24 %	>140 J
Normalizado	420-520 N/mm ²	>290 N/mm ²	26 %	>140 J

Posiciones de Soldar: P, H, Vd, Sc.

Corriente, Polaridad

Para corriente alterna o continua – Electrodo al polo positivo					
Ø	3/32"	1/8"	5/32"	3/16"	1 /4"
	2.5 mm	3.25 mm	4.0 mm	5.0 mm	6.30 mm
Amp. min	45	70	100	190	260
Amp. Max.	60	90	140	250	340

Aplicaciones:

- Para aceros de alto contenido de carbono, alta resistencia y baja aleación.
- Para soldar aceros de alto contenido de azufre y fácil fresado
- Para soldar aceros laminados al frío.
- Por su características de resistencia a la deformación a altas temperaturas y fácil manejo, adecuado para soldadura de tuberías de vapor, piezas de maquinaria pesada.

2.2.2 Soldadura con Alambre Tubular PROCESO FCAW – G.

El proceso de soldeo por arco **con** alambre tubular con protección gaseosa se le conoce por los siguientes nombres:

Según ANSI/AWS A3.0: **FCAW – G** gas Shielded flux cored arc welding

El proceso de soldeo por arco con alambre tubular **sin** protección gaseosa se le conoce por los siguientes nombres:

Según ANSI/AWS A3.0: **FCAW – S**, self-Shielded flux cored arc welding

En el proceso de soldeo por arco con electrodo tubular la soldadura se consigue con el calor de un arco eléctrico establecido entre un alambre tubular-electrodo consumible continuo y la pieza que se suelda, la protección se obtiene del fundente contenido dentro de un alambre tubular pudiéndose utilizar con o sin gas de protección adicional. Este proceso combina las características del soldeo con electrodo revestido, el soldeo por arco sumergido y el soldeo MIG/MAG.

La técnica del soldeo del alambre tubular se diferencia del soldeo MIG/MAG en el tipo de electrodo que, como su nombre indica este caso, es un alambre hueco y relleno de fundente el cual, al fundirse por la acción del arco eléctrico, deposita un metal fundido protegido con una fina capa de escoria; se podría decir que es un electrodo revestido al revés.

En éste proceso existen dos variantes :

- Auto protegido (self-shielded ó innershielded), que protege el baño de fusión gracias a la descomposición y vaporización del fundente.
- Con protección de gas (gas-shielded ó outershielded), que suele ser CO₂ o mezclas de CO₂ y argón, que utiliza gas de protección además de la acción protectora del fundente.

Con ambos métodos electrodo forma una escoria que cubre y protege el metal de soldadura hasta solidifica y, en ambos casos, la protección del arco puede soportar el viento y los agentes atmosféricos en mayor medida que los procesos con protección gaseosa (TIG y MIG/MAG). Es un proceso semiautomático, aunque puede utilizarse en el proceso mecanizado y automatizado.

Aplicaciones. Ventajas y Limitaciones.

Este proceso se utiliza para el soldeo de aceros al carbono, aceros de baja aleación, aceros inoxidable y fundiciones, también se suele utilizar para realizar recargues.

La elección del tipo de proceso (autoprotegido o protegido con gas) depende de las propiedades mecánicas deseadas, del tipo de alambre disponible y del tipo de unión; generalmente se utiliza el autoprotegido en las mismas aplicaciones en las que se elegiría el soldeo con electrodo revestido, mientras que el protegido por gas se utiliza en aquellas aplicaciones en las que se selecciona el proceso MIG/MAG. Los procesos semiautomáticos con protección de gas (como el MIG/MAG), cuando son utilizados al aire libre han de ser necesariamente aislados del viento que desplazaría el gas y dejaría desprotegido el baño de fusión.

Al igual que los electrodos revestidos, los alambres utilizados en este proceso de soldeo generan por si mismos el gas protector. Dicho gas se

produce dentro del arco lo le afecta en menor medida las corrientes de aire, haciendo idóneo para utilizarlo en lugares donde las condiciones climatológicas sean adversas. Para el caso de la reparación de tolvas evidentemente elegimos el proceso con protección de gas, toda vez que los cordones generados deben garantizarnos la durabilidad, la calidad de la soldadura debido a que el trabajo se realiza en altura y con corrientes de aire a pesar de trabajar en un taller con techo, adicionalmente sería costoso trasladar los componentes hacia una ciudad industrializada, donde las condiciones de trabajo son mas convenientes. La principal desventaja frente al proceso MIG/MAG es el tiempo que se emplea en retirar la escoria, que puede convertirle en un proceso no competitivo, especialmente en las pasadas de raíz. Otra desventaja es la cantidad de humos que se producen durante el soldeo.

Alambres Tubulares utilizados en la reparación

Entre los alambre utilizados tenemos alambres que se comercializa en el Perú en las siguientes presentaciones.

EXSATUB 71:

Producto EXATUB 71T – I: Alambre tubular para toda posición, diseñado para brindar óptimas propiedades mecánicas al trabajar con CO₂ o mezcla Aragón / CO₂ como gas protector.

Normas:

AWS / ASME / SFA – 5.20
E 71T - I

Análisis químico del metal:**Depositado (%)**

C	Mn	Si
0.06	1.47	0.6

Características

- En comparación con alambres tubulares auto protegidos, brinda buenas propiedades frente al impacto a baja temperatura y buena apariencia del cordón.
- La transferencia del metal de aporte suave y fácil remoción de escoria, lo cual facilita el depósito de cordones en posición vertical ascendente.
- El contorno de la soldadura en filete es plano a ligeramente convexo con buena humectación en bordes de la junta. Este alambre tolera cascarillas y óxidos ligeros sobre el material base.

Propiedades Mecánicas:

	Resistencia a la tracción	Límite Elástico	Elongación (L = 5d)	Reducción de área	Ch V	
					22 C	- 18 C
Después de soldado	593 N/mm ² 86 000 lb/pulg ²	524 N/mm ² 76 000 lb/pulg ²	27 %	67 %	89 J	43 J
Con alivio de tensiones, 8hrs. A 600° C	572 N/mm ² 83 000 lb/pulg ²	503 N/mm ² 73 000 lb/pulg ²	28 %	68 %	43 J	27 J

Posiciones de Soldar: P, Fh, H, Va, Vd, Sc.

Tipo de Corriente, Polaridad, fuente de Poder, Gas de Protección:

- Corriente Continua – Electrodo al polo positivo / CC (+)
- Voltaje constante (de preferencia) ó
- Amperaje constante con alimentador de alambre.

Diámetros , Amperajes y presentación:

Diámetro (mm)	1.60					
Presentación (Kg.)	15 (carrete) ó 27.27 (rollo)					
Gas de protección	100 % CO ₂ , Ar/CO ₂ (80/20 ó 75/25)					
Amperaje (Amp.)	210	220	240	275	300	350
Voltaje (V)	24 25 26 28 28					
	29					
Velocidad de alimentación del alambre (cm/min)	302	315	348	455	541	645
Velocidad de deposición (kg/hr)	2.2	2.5	3.5	3.9	4.2	5.3
Rendimiento (%)	87	87	86	88	87	87

Aplicaciones:

- Este alambre está diseñado para soldaduras en toda posición en un solo pase y/o multipase sobre aceros de mediano y bajo carbono y aceros de baja aleación.
- Empleado en la fabricación y reparación de equipos de minería, tolvas, chutes, molinos, tanques, carretas, lampones, cucharas de palas y de cargadores frontales, etc.

EXSATUB 74:

Normas:

AWS 5.20 - 89
E 70 T - 4

Análisis químico del metal:**Depositado (%)**

C	Si	Mn	P	S	Al
0.20	0.25	1.3	0.007	0.002	1.1

Características

- El EXATUB 74 es un alambre para arco abierto auto protegido. Está diseñado para cubrir las necesidades de operación donde es impracticable el uso de equipos de protección externa. Los componentes internos logran una operación estable resistente a las fisuras y fácil remoción de escoria.
- Cordones de soldadura lisos, planos y con buena humectación de los bordes de la junta. Resistente a la porosidad cuando se suelda sobre una moderada capa de suciedad y laminilla.
- Puede soldar en posición plana y filete horizontal sin gas protector en simple y multipase

Propiedades Mecánicas:

Unidad	Resistencia a la tracción	Límite Elástico	Elongación 2"
lb/pulg ²	87 000	64 000	26 %
Mpa	600	441	

Posiciones de Soldar: P.

Aplicaciones:

- Sobre aceros de bajo y mediano contenido de carbono en condiciones

donde no se requiere altas propiedades de resistencia al impacto.

- Estructura y conjuntos relacionados con componentes en la construcción de maquinaria, automóviles, tractores, vagones de ferrocarril y equipos pesados de construcción, así como también fabricaciones estructurales.

Presentación:

En diámetros de 1.6 mm, 2.4 mm, 2.8 mm y 3.15 mm presentado en rollos de plástico de 22.7 kg (50 lb) y contenido en bolsas de plástico selladas al vacío.

EXSATUB 71 I

Normas:

AWS 5.20 - 89
E 71 T - II

Análisis químico del metal:

Depositado (%)

C	Si	Mn	P	S	Al
0.25	0.40	0.65	0.007	0.004	2.4

Características

- Alambre tubular auto protegido diseñado para soldaduras en todas las posiciones para aplicaciones en un solo pase o multipase sobre aceros de bajo carbono.
- Excelente uso en un solo pase o multipase en juntas a solape, filete y soldadura a tope en toda posición.

- La acción del arco es suave y la escoria que cubre completamente todo el ancho del cordón es de fácil remoción. Tiene pocas salpicaduras.
- El aspecto del cordón y el de los bordes de las soldaduras son lisos y no requiere gas de protección.

Propiedades Mecánicas:

Unidad	Resistencia a la tracción	Límite Elástico	Elongación 2"
lb/pulg ²	65 000 a 88 500	62 500 a 65 000	24 %
Mpa	600 a 629	431 a 448	

Posiciones de Soldar: P, Fh, H, Va, Vd, Sc

Aplicaciones:

- Excelente para fabricaciones metálicas en general, sobre aceros de bajo contenido de carbono, en espesores de 1.6 mm o más, donde hay exigencia de soldadura en posiciones forzadas.

Presentación:

En diámetros de 1.6 mm, 2.0 mm, 2.5 mm presentado en rollos de plástico de 11.3 kg (25 lb) y contenido en bolsas de plástico selladas al vacío.

2.2.3 Tipos de junta.

Los tipos de junta se determinan por la posición de las partes a empalmar y la preparación de las partes integrantes.

La descripción de los tipos de junta se establece en la Norma AWS 2.0

- **Junta a Tope.**- Es utilizada principalmente para unir los extremos de planchas planas del mismo o casi del mismo espesor. La principal ventaja de junta es eliminar la excentricidad que se produce en juntas de solo solape. Si es usado junto con penetración completa, las juntas a tope minimizan el tamaño de la conexión y son por lo general estéticamente más agradables que las juntas construidas. Su desventaja principal es que sus bordes a conectar deben ser preparados adecuadamente (biselado y esmerilado a ras). Y requiere un alineamiento muy cuidadoso antes de soldar. Es posible que exista poco ajuste y las piezas deben ser fabricadas con mucho detalle y controlar con exactitud el proceso de soldadura, En la figura 2.1 se muestra una junta a tope con bordes rectos y la figura 2.2 se muestra una junta a tope con bordes biselados



Figura 2.1: Junta a tope con bordes rectos

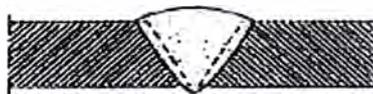


Figura 2.2: Junta a tope con bordes biselados

- **Juntas en Solape.**- Es el tipo más común de junta y es usada en una gran variedad de conexiones, existen dos ventajas principales para el uso de éste tipo de juntas.
 1. Facilidad de ajuste de las piezas que son unidas no requieren la presión de fabricación como otros tipos de juntas. Las piezas pueden moverse ligeramente para acomodar errores menores en la fabricación o hacer ajustes en longitud.
 2. Facilidad con que se pueden unir planchas de espesor diferente, como en la junta de solape doble, especialmente en armaduras y tomar en consideración la dificultad para hacer tal conexión por algún otro tipo de junta.
- **Junta en T.**- Es usado para fabricar secciones construidas como Tees, formas de H, vigas de planchas, atiesadotes de carga, colgadores y en general piezas de ensamble en ángulos rectos. Como la figura 2.3 y figura 2.4.

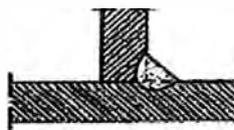


Figura 2.3: Junta de filete con soldadura de un lado

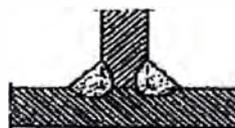


Figura 2.4: Junta de filete con soldadura de ambos lados

- **Juntas en Esquina**, las juntas en esquina son usadas principalmente para formar secciones de caja, construidas rectangularmente. Ver figura 2.5 y figura 2.6.

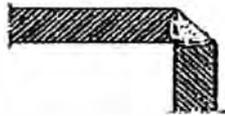


Figura 2.5: Junta en ángulo

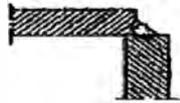


Figura 2.6: Junta de filete

2.2.4 Aprobación de los procedimientos de soldadura.

Al diseñar y calcular una estructura quedan definidos con toda precisión los diferentes empalmes a ser realizados por soldadura tanto en el proceso de fabricación como en el montaje. Se establece el tipo de material, los espesores en juego y la forma de las juntas; posteriormente y con los planos a la vista se preparan los diferentes procedimientos de soldadura donde, para cada junta o grupo de juntas iguales, se indica el número de pasadas y su secuencia, el tipo y diámetro de consumible a utilizar, los valores de la intensidad de corriente, voltaje y la velocidad de avance a imprimir, el tipo de máquina a emplear, el tipo de control no destructivo a realizar y el tratamiento térmico que debe aplicarse (pre o post-calentamiento, alivio de tensiones), etc.

2.3 CONCEPTOS Y MARCO TEÓRICO DE LA CALIDAD.

Vamos a aclarar en primer lugar los distintos significados que en el uso diario y en determinados ámbitos se da al término calidad, y después pasaremos a ver la definición formal de calidad:

2.3.1 Definiciones trascendentes

Consideran la calidad como una cualidad innata, es una característica absoluta y universalmente reconocida. Se consideran trabajos de gran calidad aquellos que están por encima de las modas, cuya imagen de calidad perdura inamovible en el tiempo. Ocasionalmente se relaciona la calidad con los trabajos artesanos de precisión, en oposición con la fabricación en masa.

Los seguidores de esta visión trascendente de la calidad afirman que no puede darse una definición precisa sobre la calidad, ya que aprendemos a reconocerla a través de la propia experiencia.

Ejemplos de definiciones trascendentes:

- Aunque la calidad no puede definirse, uno sabe lo que es.
- Calidad significa llegar a un estándar más alto en lugar de estar satisfecho con el mediocre.

2.3.2 Definiciones basadas en el producto.

Consideran la calidad como una característica medible. Las diferencias de calidad significan diferencias en la cantidad de un ingrediente o cualidad

que posee el producto. Esto conduce a una concepción jerárquica de la calidad, ya que según la cantidad del atributo deseado que contenga el producto, podemos ordenar los productos de menor a mayor calidad. Sólo será posible una clasificación libre de ambigüedades si tenemos una clasificación equivalente, válida para todos los compradores, según la característica en cuestión.

Este tipo de definiciones surgieron en el campo de la economía. En un primer momento la economía identificó la calidad con la durabilidad del producto, ya que así la calidad era fácilmente incorporable a los modelos económicos.

Estas definiciones a pesar de ser una aproximación acertada, en ciertas ocasiones fallan. Por ejemplo la calidad de ciertos productos depende de los distintos gustos. Además puede haber productos de alta calidad, pero muy diferentes entre sí.

Ejemplo de definiciones basadas en el producto:

- Diferencias en la calidad son diferencias cuantitativas respecto de algún atributo requerido.
- La calidad se refiere a la cantidad de un atributo no cuantificable monetariamente que contiene cada unidad de un atributo que sí puede ser valorado en términos económicos.

2.3.3 Definiciones basadas en el usuario

Parten de la idea de que la calidad debe ser definida desde la óptica del usuario. Estas definiciones asumen que los compradores individuales tienen gustos diferentes, además asumen que los productos que mejor satisfacen sus necesidades son los que consideran como productos de más calidad. Por ejemplo en un desfile de moda, los artículos que más gusten al público serán los que se considerarán de mayor calidad. Esto hace de la calidad una característica altamente subjetiva.

En Marketing se dice que determinadas combinaciones de los atributos de un producto conducen a la mayor satisfacción de un cliente específico. En el campo de la Economía se considera que las diferencias de calidad pueden interpretarse como desplazamientos en la curva de demanda del producto.

Pero los anteriores enfoques tienen dos problemas:

Cómo agregar las preferencias individuales: suele resolverse este problema asumiendo que los productos de alta calidad son los que satisfacen las necesidades de la mayoría de los consumidores, pero este planteamiento no tiene en cuenta la diferencia de peso que cada individuo otorga a las características de calidad y la dificultad de lograr un modelo estadístico sin sesgos a la hora de agregar las preferencias.

Cómo distinguir aquellos atributos del producto que añaden calidad al producto de aquellos que simplemente maximizan la satisfacción del cliente.

Ejemplo de definiciones basadas en el usuario:

- La calidad consiste en la capacidad de satisfacer los deseos de los consumidores.
- La calidad de un producto depende de cómo responda a las preferencias de los clientes.

2.3.4 Definiciones basadas en la producción

Están basadas en la oferta. Prácticamente todas identifican la calidad con el cumplimiento de las especificaciones. Se determinan unas tolerancias, y las desviaciones respecto a las mismas, se consideran disminuciones de la calidad. Por ejemplo si definimos que un tornillo tiene que medir 5 mm de largo con unas tolerancias de $\pm 0,05$ mm, cualquier tornillo con más de 5,05 mm se considerará de mala calidad.

La misma concepción se aplica también a los servicios. En este caso, las exigencias son la adecuación a cada cliente y el cumplimiento de los horarios previstos. Este tipo de definiciones se centran en el proceso interno del producto y no prestan la debida atención a las percepciones del cliente.

Ejemplo de definiciones basadas en la producción:

- Calidad es el grado en que un producto se adecua a las especificaciones del diseño.

2.3.5 Definición en el valor

Definen la calidad en términos de costos y precios. Es decir un producto de calidad es aquel que satisface determinadas necesidades a un precio razonable. Es decir, si el usuario nos pide un coche muy económico y fácil de aparcar en ciudad, el modelo que cumpla con las condiciones a un mejor precio será el de mejor calidad. Esta concepción es cada vez más importante, diversos estudios así lo demuestran, pero es difícil de aplicar en la práctica.

Ejemplo de definiciones basadas en el valor:

- Calidad significa lo más apto para ciertas condiciones que ponga el cliente. Estas condiciones son el tipo de uso y el precio del producto.
- Calidad se refiere a minimizar las pérdidas que un producto pueda causar a la sociedad humana.

2.3.6 Definición de la calidad según UNE – EN ISO 9000 : 2000

La definición de calidad que ofrece la UNE-EN ISO 9000:20002 es muy general, ya que trata de responder a todos los interrogantes posibles, en todos los campos posibles. Es la siguiente:

Calidad: Grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos.

UNE-EN ISO 9000:2000 Apartado 3.1.1

Los requisitos a los que se refiere la norma son:

Las necesidades o expectativas establecidas o las implícitas u obligatorias.

Para comprender mejor esta definición Vamos a imaginarnos que somos un carpintero. Nuestro cliente viene a nosotros, y nos pide que le hagamos una mesa. Nos definirá con seguridad un conjunto de características de la mesa. Por ejemplo nos indicará cómo debe ser, si la quiere ovalada, redonda, cuadrada o rectangular... en caso de que sea rectangular, nos indicará el ancho y el largo de la mesa, la altura que debe tener toda esta serie de características, son las necesidades establecidas.

Pero hay todo un conjunto de necesidades implícitas que también definen si nuestra mesa va a satisfacer las necesidades de nuestro cliente o no. Por ejemplo, nuestro cliente seguramente no nos lo va a mencionar específicamente pero podemos estar seguros de que le gustaría que la mesa no fuera coja! También podemos adivinar, que no quiere que al apoyar peso en la mesa ésta se parta! Y también quiere que la pintura o el barniz no se estropeen con el tiempo!

Se ha puesto unos ejemplos de características implícitas algo exagerados, pero la idea que hay detrás de este concepto es el que debe quedar claro. Los clientes no pueden especificarnos toda la lista completa y exacta de características que el producto o servicio debe reunir. El proveedor debe “adivinar” todas las características que el cliente desea y que influyen en la calidad que va a percibir en el producto o servicio. Además dependiendo

del producto o servicio del que se trate la identificación de dichas características será más o menos complicada.

2.4 HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS DE GESTIÓN DE LA CALIDAD.

Las herramientas y técnicas de gestión de la calidad son instrumentos y métodos que se emplean en gestión de la calidad para ayudar a solucionar problemas específicos en distintos niveles de la organización.

2.4.1 Ciclo PDCA o Ciclo Deming.

Un modelo sencillo que ilustra la resolución de problemas es el ciclo de Deming o ciclo PDCA, el cual se basa el principio de mejora continua de la gestión de la calidad, es una de las bases que inspiran la filosofía de la calidad.

- Plan (P),
- Do (D),
- Check (C),
- Act (A).

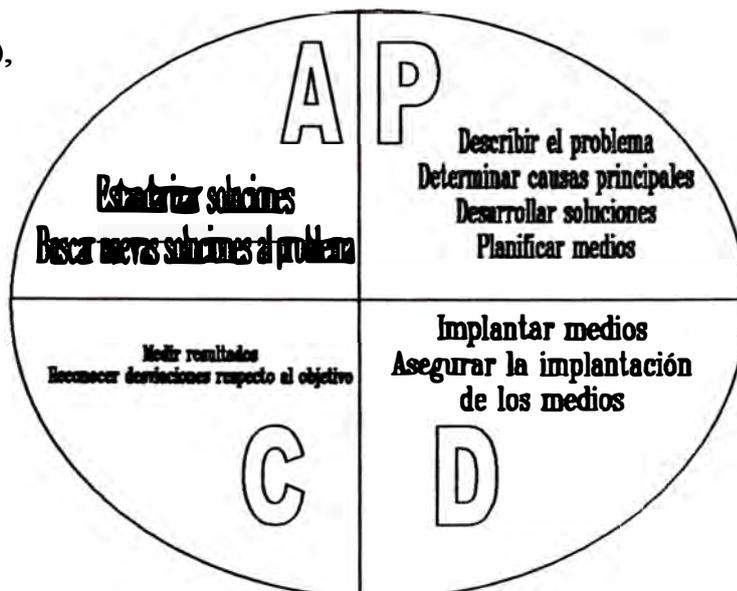


Figura 2.7: Diagrama del Ciclo Deming.

2.4.2 Las siete herramientas de la calidad.

Las siete herramientas de la calidad sirven para la recopilación sistemática de datos y para la visualización y análisis de los resultados. Ishikawa llevó a cabo la recopilación de estas siete herramientas, que a excepción del diagrama causa-efecto ya eran conocidas con anterioridad. La gran novedad la supuso sobre todo el empleo sistemático conjunto de todas ellas, lográndose con ello una gran efectividad. Las siete herramientas iniciales han ido ampliándose con otras y dependiendo de autores, la composición de estas siete herramientas básicas es variable.

2.4.2.1 Hoja de Recogida de Datos.

Es un sencillo y práctico instrumento que sirve para recoger los datos de una forma estructurada y documentada. Estas hojas pueden tener distintas formas, según el tipo de datos, el lugar y número que vayan a recogerse. Los datos recogidos con este instrumento suelen emplearse para el posterior desarrollo de otras herramientas.

Vamos a ver a continuación un sencillo ejemplo:

Fallas más frecuentes de tolvas

En la hoja de recogida de datos de la figura se recoge el número de tolvas recuperadas en el taller y los componentes reparados, cambios de laterales, canales de Canopy y de canales inferiores, reparación de chasis, etc. Otras hojas de recogida de datos podrían elaborarse para recoger los números de fallos en cada una de las partes de la tolva, y el de aparecidos en cada turno etc.

2.4.2.2 Diagrama de Flujo.

Los diagramas de flujo son representaciones gráficas de la secuencia o relaciones lógicas de los correspondientes pasos de un proceso. Son un instrumento muy apropiado para representar secuencias de pasos complejos.

La importancia de los diagramas de flujo:

- Provee una visión clara del PROCESO actual.
- Muestra los roles y las relaciones de actividad.
- Ayuda a explicar y comprender un PROCESO.
- Permite detectar de manera fácil complejidades innecesarias y repetición de tareas.

Simbología para la elaboración de diagramas de flujo:

En la figura 2.8, se muestra la simbología utilizada para realizar los diagramas de flujo.

Inicio



Descripción de una actividad



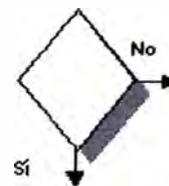
Documento generado



Conector



Punto de decisión



Línea de Flujo

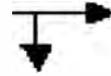


Figura 2.8: Simbología para la elaboración de diagramas de flujo

2.4.2.3 Diagrama de Causa y Efecto.

El diagrama de causa-efecto también denominado diagrama de Ishikawa o diagrama de espina de pez es una herramienta muy eficaz para desarrollar un análisis estructurado o discusión sobre un problema o tema concreto. Ayuda a la identificación de las posibles causas de un efecto (normalmente problema).

Se sitúa en el centro del diagrama una flecha apuntando hacia el efecto que se vaya a tratar. Se dibujan flechas que desembocan en esta flecha central, cada una dedicada a una categoría.

Se considera que las distintas categorías que pueden ser causa de un problema son las siguientes:

- Mano de obra
- Método
- Material
- Máquina

Dentro de cada una de estas categorías se intentan identificar las causas principales y secundarias que pueden ser responsabilidad de esta categoría.

En la siguiente gráfica para un problema concreto: fallo en pintura, se establecen las distintas causas ordenadas en las categorías antes mencionadas:

- Por ejemplo como posibles causas del fallo de pintura se identifican dentro de la categoría hombre: que el empleado que realiza la operación no lleve los guantes puestos.
- Dentro de la categoría material se identifican entre otras causas, un fallo en el proveedor.
- Dentro de la categoría máquina se apunta la posibilidad de que la pistola que se emplea en la operación este a una excesiva presión. Además como causa de esta primera causa se indica la posibilidad de que exista un parámetro mal especificado.
- Para la categoría método una posible causa sería una falta de explicación detallada de cómo llevar a cabo la operación.

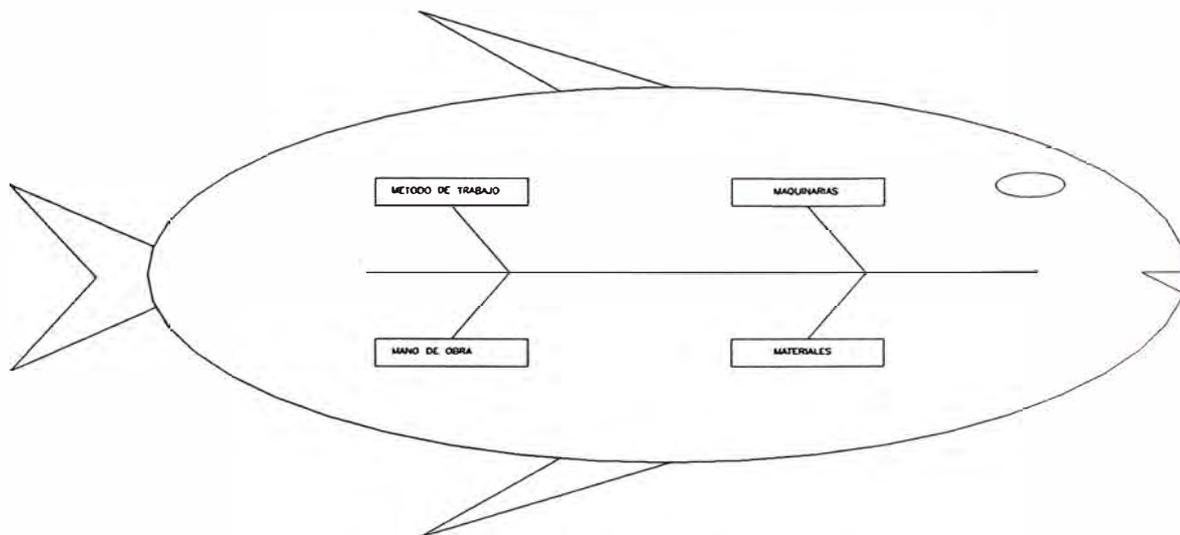


Figura 2.9: Esquema General del Diagrama de Pescado

2.4.2.4 Gráficos de Control.

Tiene como objetivo entregar un medio para evaluar si un proceso de fabricación, servicio o proceso administrativo está o no en un estado de control estadístico; es decir, evaluar la estabilidad de un proceso.

Las características:

- Gráfico donde representan los valores de alguna medición estadística para una serie de muestras y que consta de una línea límite superior y una línea límite inferior, que definen los límites de capacidad del sistema.
- Muestra cuales son los resultados que requieren explicación.

Ventajas

- Son útiles para vigilar la variación de un proceso en el tiempo, probar la efectividad de las acciones de mejora emprendidas, así como para estimar la capacidad del proceso.
- Permite distinguir entre causa aleatorias (desconocidas) y específicas (asignables) de variación de los procesos.

2.4.2.5 Histograma.

El histograma es un diagrama de barras que muestra gráficamente la distribución de frecuencias ordenadas por clases. En el eje de abscisas se presentan las clases o características y en el eje de ordenadas la frecuencia. La superficie de cada barra es proporcional a la frecuencia de su correspondiente clase. Para realizar un histograma suele ser interesante basarse en una hoja de recogida de datos.

- Su construcción ayudará a comprender la tendencia central, dispersión y frecuencias relativas de los distintos valores.
- Muestra grandes cantidades de datos, dando una visión clara y sencilla de su distribución.
- Es un medio eficaz para transmitir a otras personas información sobre un proceso en forma de forma precisa e inteligible.

2.4.2.6 Diagrama de Pareto.

El diagrama de Pareto es una forma particular de histograma. La diferencia fundamental respecto a un histograma normal es que se ordena los fallos no sólo respecto a su número sino también respecto a su importancia relativa (de mayor a menor importancia).

Las ventajas de éste diagrama son:

- Con ello facilita la identificación de las causas principales que son responsables de la mayor parte de los efectos.
- Proporciona una visión simple y rápida de la importancia relativa de los problemas.
- Ayuda a evitar que empeoren algunas causas al tratar de solucionar otras.

Para construir un diagrama de Pareto podemos partir de una hoja de recogida de datos, por lo que partimos de las causas de fallo y su número, en un periodo determinado. A continuación los pasos a seguir son los siguientes:

- Otorgamos un peso relativo a cada una de las causas dependiendo de su importancia (G).
- Multiplicamos el número de fallos (n) debido a cada causa por la importancia relativa que le hayamos otorgado, es decir, por su peso (G).
- A continuación calculamos el porcentaje respecto al total que supone cada una de las causas.
- Construimos un histograma situando las causas ordenadas de mayor a menor importancia.
- Dibujamos en el mismo histograma una línea que represente las frecuencias acumuladas.

Para interpretar el diagrama aplicamos la Regla de Pareto:

Regla de Pareto: está regla nos dice que el 20-30% de las causas son responsables de un 70-80% de los fallos. Por lo tanto concentrándonos en la eliminación de estas causas principales, acabaremos con la mayor parte de los fallos.

Vamos a verlo detalladamente mediante un ejemplo de fallos aparecidos en un taller productivo.

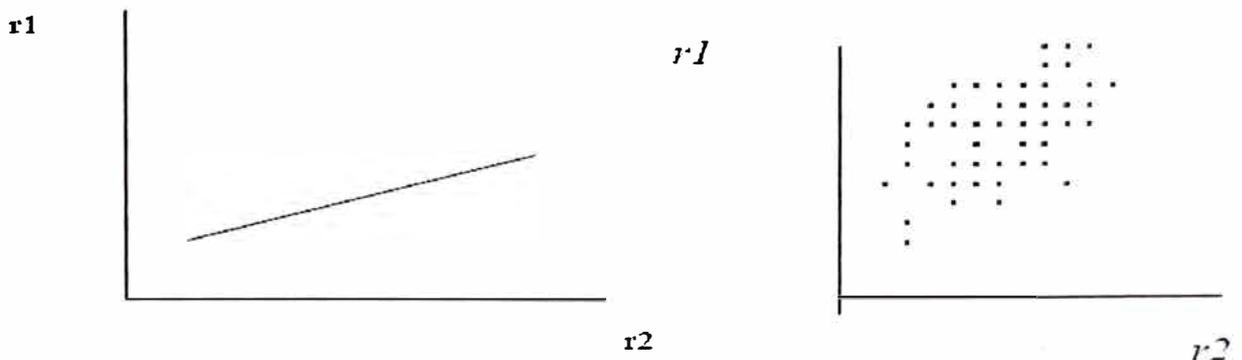
2.4.2.7 Diagrama de Correlación.

Éste tipo de diagramas también es conocido como diagramas de Dispersión.

El uso de estos diagramas esta referido a averiguar si existe correlación entre dos características o variables; es decir, cuando sospechamos que la variación de una está ligada a la otra. Las ventajas de utilizar éste tipo de diagramas:

- Es una herramienta especialmente útil para estudiar e identificar las posibles relaciones entre los cambios observados en dos conjuntos diferentes de variables.
- Proporciona un medio visual para probar la fuerza de una posible relación.

Entendemos por correlación la dependencia estadística entre dos variables aleatorias. Los diagramas de correlación muestran gráficamente esta dependencia.



La figura 2.10, representa el diagrama de correlación correspondiente al tonelaje movido por las tolvas y las horas de operación.

4.3.2 Aplicación de los Histogramas

Los histogramas nos ayudarán a encontrar las diversas fallas analizadas, permitiendo visualizar gráficamente dichas fallas y hacer una comparación una respecto la otra, teniendo ésta descripción gráfica detectamos los principales problemas y nos ayudara a encontrar las soluciones correspondientes.

Presentamos el cuadro 4.4, que representa la detección de fallas de la organización.

El *cuadro 4.4* nos muestra el histograma de fallas de la tolva HT10,

HISTOGRAMA DE FALLA DE TOLVA HT010		
TIPO DE DEFECTO	FRECUENCIA	TOTAL
INFERIOR	7	30%
LATERAL IZQUIERO	6	26%
LATERAL DERECHO	4	17%
INTERIOR	3	13%
FRONTAL	2	9%
CANOPY	1	4%
FALLAS TOTALES	23	100%

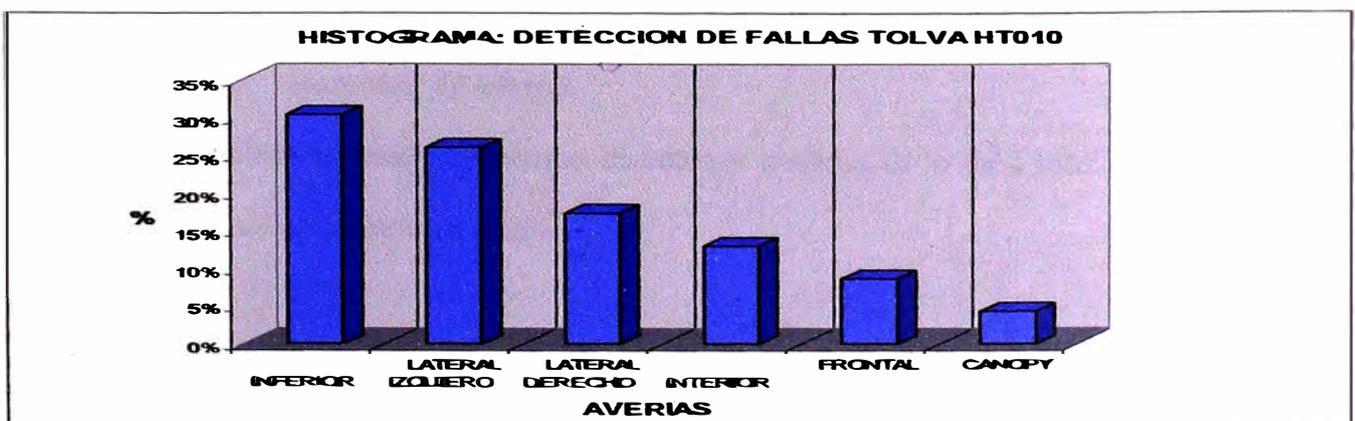


Figura 4.2: Histograma de fallas de la tolva HT010

cuesta un determinado producto o servicio, lo que cuesta cada una de las etapas de elaboración de dicho producto o servicio y lo que cuesta un departamento de la empresa.

La contabilidad general por contraste tiene por objetivo la elaboración de los estados contables; es decir, produce información para el exterior de la empresa, mientras que la contabilidad de costos nos proporciona información interna, que sirve como base para la toma de decisiones en la empresa.

2.5.2 Tipos de costos.

- Fijos
- Directos
- Históricos
- Variables
- Semifijos
- Indirectos
- Previstos

2.5.3 Sistemas de costos.

Se tiene sistemas de costos directos y sistema de costos totales, que son definidos a continuación.

2.5.3.1 Sistema de costos directos.

Este método calcula los costos de un producto o servicio teniendo solamente en cuenta los costos variables que son directamente asignables con facilidad al servicio correspondiente.

2.5.3.2 Sistema de costos totales.

Hay una gran cantidad de métodos para calcular los costos. La elección de un método u otro depende de los objetivos que busque la empresa con su sistema de costos. Se muestra el método de las secciones, empleado si lo que interesa es conocer los costos de los productos o servicios o de los distintos departamentos, así como el costo de elaboración del producto en cada sección de la empresa.

Método para determinar costos:

- En primer lugar dividimos los trabajos del taller en secciones (por ejemplo, armado. Soldadura, reparación de bocinas, pintado etc.)
- Hay que asignar todos los costos que se han producido en un periodo determinado a las distintas secciones. Hay que identificar siempre los criterios que se van a seguir para llevar a cabo esta imputación. En caso de costos que no son directamente asignables a ninguna sección, los imputamos a una sección de costos generales. Con este proceso, logramos el dato de costos totales por sección.
- A continuación hay que asignar los costos de las secciones auxiliares a las secciones principales. El reparto de las secciones auxiliares a las

secciones principales se hace en función de la dedicación que las secciones auxiliares tienen a cada una de las secciones principales. Para este reparto pueden emplearse distintos criterios. En algunos casos es sencillo encontrar criterios objetivos, por ejemplo para mantenimiento, ya que se puede estudiar con facilidad el número de horas que mantenimiento ha trabajado para cada una de las secciones. Pero en otros muchos casos es difícil o poco útil el empleo de estos criterios objetivos y puede ser mejor emplear criterios subjetivos, como puede ser un reparto en función de los ingresos de cada sección. Con esto llegamos a conocer el costo de las secciones principales.

- A continuación deben definirse las unidades de obra, estas unidades pueden ser tanto físicas (litros, kilogramos) como horas de mano de obra.
- Para cada sección principal se realiza para un periodo concreto el siguiente cálculo: costos totales de la sección en el periodo definido entre las unidades de obra producidas. Se obtiene así el costo por unidades de obra en cada sección.
- El siguiente paso consiste en calcular el número de unidades de obra de cada sección que se precisan para obtener una unidad de producto. Después multiplicamos el número de unidades de obra por el costo de una unidad de obra en la sección correspondiente. Con ello hemos calculado el costo de producción del producto por secciones.

- El costo total de una unidad de producto es el resultado de sumar el costo de las materias primas y de otros costos variables directamente imputables a cada producto y el costo de las secciones.

2.6 COSTOS RELATIVOS A LA CALIDAD.

2.6.1 Definición de costos relativos a la calidad.

Los costos relativos a la calidad son: “Costos ocasionados para asegurar y garantizar una calidad satisfactoria y dar la confianza correspondiente, así como las pérdidas en que se incurre cuando no se obtiene calidad satisfactoria.”

Debemos tener en cuenta lo siguiente:

- Los costos relativos a la calidad se clasifican en cada organización según sus propios criterios.
- Algunas pérdidas podrían ser difíciles de cuantificar, pero pueden ser de gran importancia, tales como la pérdida de imagen.

2.6.2 Clasificación de costos relativos a la calidad.

Se clasifican los costos de calidad y los costos de no calidad, que a continuación se define

2.6.2.1 Costos de calidad.

Son los costos en los que se incurre para evitar la no calidad. Éstos son los costos de prevención y evaluación y pueden considerarse como costos controlables.

Una empresa podría si lo desea reducirlos a cero o también en su caso podrían elevarse hasta el infinito. Es decir, tenemos la libertad de establecer hasta qué nivel elevamos estos costos.

El problema está en encontrar el nivel óptimo ya que si son demasiado bajos, repercutirá en la calidad de los productos o servicios, pero si son demasiado elevados, pueden suponer un encarecimiento excesivo del producto o servicio.

¿Hasta qué nivel son rentables estos costos? Para contestar a esta pregunta, lo primero que tenemos que hacer es calcular cuáles son en realidad estos costos. Los costos de prevención y evaluación se describen a continuación.

1 Costos de prevención

Son los costos en los que se incurre para intentar reducir o evitar los fallos.

Entre los costos de prevención podríamos nombrar los siguientes:

- *Costos de formación:* Aquí se incluirían los costos que tendría la empresa si por ejemplo organiza seminarios o jornadas sobre la calidad.
- *Investigación de mercados:* Este concepto no suele ser incluido dentro de los costos de prevención, pero tiene mucho sentido considerarlo. Se identifican como costos de prevención los costos de investigaciones de mercado que tengan como objeto saber qué

entienden nuestros clientes como calidad, ya que si no lo sabemos no podemos ofrecérselo.

- *Revisión:* Revisión del diseño del producto, del proceso de fabricación, de comercialización o administración. Por estas revisiones podemos entender el análisis del producto, proceso, en busca de mejoras que permitan aumentar la previsión de los fallos.
- *Mantenimiento Preventivo:* El correcto mantenimiento de las máquinas y de las instalaciones, previene y reduce la aparición de fallos.
- *Costo de estructura del departamento de calidad:* Todos los costos de sueldos y salarios, costos de materiales y equipo, amortización de activos, electricidad, etc.
- *Prevención de la calidad en la empresa del proveedor:* Si logramos que nuestros suministradores sean más productivos, y mejoren la calidad de sus productos, eso hará a su vez mejorar los nuestros.
- *Costo de concepción de manuales de prevención de calidad*
- *Costos ligados al funcionamiento de los círculos de calidad:* Todas las horas de los miembros del círculo, circulares, materiales, etc.
- *Costos ligados al funcionamiento de un sistema de sugerencias:* recogidas, análisis, etc.
- *Programas de calidad:* Todos los gastos generados por un programa que pretenda la implantación de un sistema de calidad total en la empresa.

- *Análisis de los fallos:* El análisis de los fallos potenciales evita los costos que la materialización de dichos fallos llevarían acarreados.
- *Costos ligados a otras actividades* tales como análisis de valor y estudios de fiabilidad.
- *Campañas especiales de motivación de los colaboradores de la empresa.*
- *Benchmarking.*

2 Costos de evaluación

Son los costos en los que se incurre al realizar comprobaciones para conocer el nivel de calidad que ofrece la empresa.

Las actividades recogidas bajo este concepto son entre otras las siguientes:

- Auditorias, inspecciones, ensayos, homologaciones, certificaciones y revisiones de calidad: Sirven para establecer el nivel de calidad de productos o servicios, procesos.
- Amortización y mantenimiento de los equipos de medida.
- Investigación de mercado: Se consideran aquí las investigaciones de mercado que tienen como objeto conocer la opinión de los clientes sobre la calidad de los productos y servicios ofrecidos.
- Formación para la evaluación: Formación de las personas que van a trabajar directamente en la evaluación.
- Mantenimiento laboratorios.

2.6.2.2 Costos de no calidad.

Los costos de no calidad son todos aquellos costos que se producen por no lograr las especificaciones de calidad marcadas, es decir, son los costos de los fallos.

Se hace una división de los costos de la no calidad en internos y externos. Los costos de los fallos hay que calcularlos siempre de forma marginal, es decir, costo que la empresa tenga adicionalmente debido al fallo. A continuación se expone qué entendemos por costos de fallos internos y externos y qué conceptos se incluyen en cada uno de ellos.

1 Costo de fallos internos

Se consideran fallos internos aquellos que se producen antes de que se efectúe la venta. Es decir, antes de que el producto llegue a manos del cliente.

Dentro de este tipo de costos se incluyen los siguientes:

- Desechos o productos que a lo largo del proceso de reparación se detecta que no tiene la calidad deseada y que se separan del proceso productivo.
- Reprocesos: son aquellos productos que se detecta que tienen algún fallo y vuelven a pasar por alguna de las fases del proceso productivo
- Reinspección de productos en los que se han cometido fallos.

- Retrasos consecuencia de reprocesos: los retrasos genera costos debido a la necesidad de variar la planificación de producción, hay que buscar transportes especiales.
- Aceleraciones para compensar retrasos: por ejemplo los costos en horas extras para compensar estos retrasos están dentro de este concepto.
- Accidentes: por errores en la planificación u organización de la producción o falta de formación o errores en el mantenimiento.
- Reducción de la productividad o aumento de absentismo generada por la desmotivación que los fallos internos generan en los empleados.
- Reducciones de ventas: debido a los fallos internos disminuye la producción, lo cual genera una disminución en las ventas.
- Aumento de los costos financieros: el incremento del plazo de stock y del plazo de cobro de los clientes hace que aumenten las necesidades de financiación, y con ello aumentan los costos financieros.
- Hurtos.

2 Costo de fallos externos

Los fallos externos son aquellos que se producen una vez que el producto ya ha sido entregado al cliente.

La gravedad de estos fallos es mucho mayor, ya que cuanto antes se detecte un fallo menos elevado será su costo.

Dentro de los costos de fallos externos tenemos los siguientes:

- Servicios post-venta.
- Reclamaciones, pleitos e indemnizaciones.
- Retrasos, aceleraciones, reprocesos, desmotivación de los empleados: ya que el producto debe ser reemplazado por otro o hay que reprocesarlo, lo que al igual que en el caso de los costos de fallos internos supone cambios en la planificación de producción.
- Imagen negativa de la empresa que puede afectar a las ventas futuras.

A su vez los costos de no calidad podemos dividirlos en costos tangibles e intangibles.

- *Costos tangibles* son aquellos que se pueden calcular de forma objetiva, suelen ser desembolsos monetarios reales. Por ejemplo son los costos de mano de obra y materiales.
- *Costos intangibles* son aquellos que no pueden ser fácilmente calculables, su cálculo es subjetivo. Son por ejemplo los costos derivados de la pérdida de imagen por parte de la empresa, o la desmotivación de los empleados.

2.6.3 Costos totales de calidad.

Los costos totales de calidad suponen la suma de los costes de calidad y no calidad.

Costos totales de calidad= Costos prevención + Costos Evaluación + Costos de Fallos

Existe una relación entre los costos de calidad y no calidad que a continuación vamos a estudiar en profundidad:

“Los costos de no calidad son inversamente proporcionales a los costos de calidad.”

Para aclarar esta relación de una forma más sencilla vamos a exponerla gráficamente:

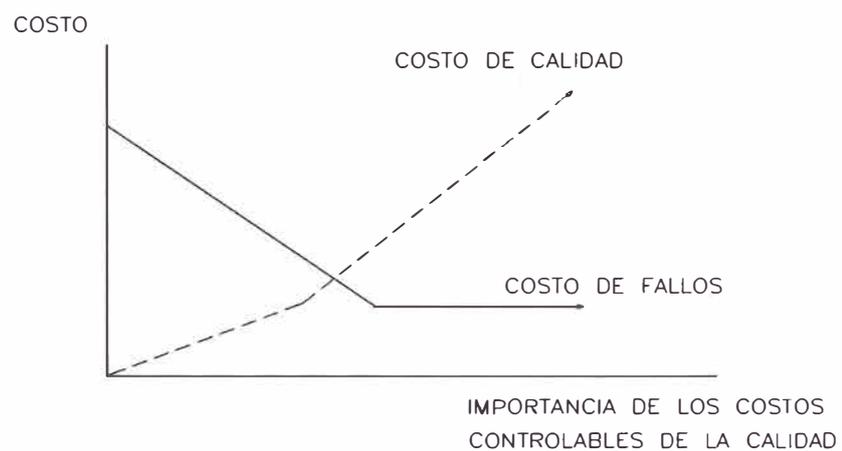


Figura 2.11 Costos totales de calidad

La figura 2.11 representa como en un principio, a medida que aumentan el costo de la calidad, disminuyen los costos de fallos. Esto sucede porque si aumentamos los costos en prevención y evaluación esto supone lógicamente que tendrán un efecto positivo en la calidad, haciendo disminuir la frecuencia/gravedad de los fallos, disminuyendo así los costos por este concepto.

Pero observando la gráfica podemos también observar como llega un punto a partir del cual los costos de calidad aumentan de forma estrepitosa, y sin embargo, no van acompañados de una disminución de los costos de fallos, sino que éstos permanecen ya constantes. Este hecho es también muy intuitivo.

Llega un punto en el cual, por mucho que intentemos prevenir fallos y por mucho que gastemos en la evaluación y búsqueda de los mismos, ya no vamos a encontrar prácticamente fallos. Es decir, podemos elevar este coste hasta el infinito, pero a partir de cierto punto, esto ya no va a resultar en absoluto rentable o eficaz, porque los fallos van a ser tan reducidos que ya no vale la pena hacer más prevención y evaluación. La clave está en encontrar el punto de equilibrio, es decir, la combinación de costos de calidad y no calidad que nos permite con los menores costos posibles, lograr la mejor calidad posible. A este punto lo denominaremos **costo óptimo de calidad**.

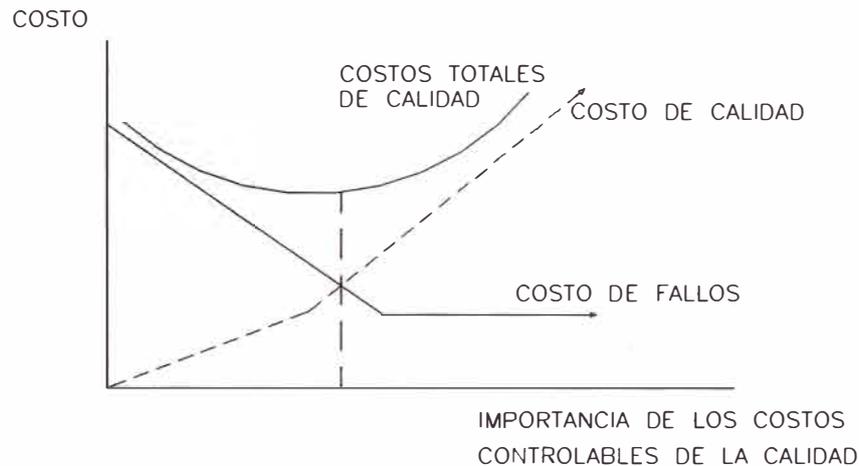


Figura 2.12 Costos totales de calidad

En la figura 2.12 podemos observar que a través de la suma de los costos de calidad y los costos de fallos hemos construido la curva de costos totales de la calidad. El mínimo de esta curva es el coste total mínimo, que se produce en el momento en que reducir el costo de los fallos es difícil debido a que lo que se puede ahorrar en fallos es menor que los costos suplementarios que se precisan de prevención y evaluación. Este costo total mínimo no tiene porque coincidir con el costo óptimo ya que se puede preferir tener mayores costos de prevención y evaluación pero un menor costo de fallos. Lo que es seguro es que los costos de la calidad no pueden elevarse indefinidamente y que en algún punto es necesario pararlos.

Es muy importante en la búsqueda del punto óptimo de los de costos de la calidad y no calidad, no fijarse sin más “en el mínimo matemático” de una curva de costos. Debemos pensar siempre en el cliente, ¿qué desean?, ¿qué nos requieren nuestros clientes? El nivel óptimo deberían definirlo ellos.

2.6.3.1 Cálculo de los costos totales de calidad

Para calcular los costos de calidad y no calidad lo primero que debemos decidir es, qué conceptos vamos a incluir en cada uno de los capítulos, y proceder a la recogida de los datos necesarios. Lo importante es que haya una periodicidad determinada en el análisis de los datos, y es fundamental la elaboración de informes donde se recoja la evolución de dichos datos. Este punto se desarrolla con mayor profundidad en el apartado de implantación de un sistema de costos totales de calidad. A continuación vamos a estudiar un sistema para calcular los costos de calidad por unidad de producto.

2.6.3.2 Costos de calidad por unidad de producto.

Para llevar a cabo este cálculo es muy útil emplear el método de las secciones o áreas de trabajo de la empresa. Vamos a hacer un pequeño ejemplo de cómo aplicar el cálculo de las secciones al cálculo de los costos de calidad por unidad de producto.

Ratios para el análisis de los costos totales de calidad

Los costos totales de calidad pueden analizarse a través de la comparación con otras variables usando ratios.

La variedad de ratios que podemos calcular es elevadísima, presentamos sólo algunos de los tipos de datos que podemos esperar de estos ratios:

- Podemos lograr datos sobre el peso de cada componente de costo de calidad sobre el total.

Por ejemplo,

Costos de prevención / Costo total de calidad

Costos de calidad / Costo total de calidad

Costos de fallos / Costo total de calidad

- Ratios de porcentajes que representan los costos de calidad en relación a otros datos de la empresa.

Por ejemplo,

Costo de calidad sobre ventas= $(\text{Costo de calidad}/\text{Ventas}) * 100$

Costo de calidad sobre costo total= $(\text{Costo de calidad}/\text{Costo Total}) * 100$

Los ratios anteriores pueden calcularse para productos, pedidos o proyectos, para distintos departamentos etc.

Pueden calcularse además ratios de calidad por unidad vendida o producida, por empleado etc.

Implantación de un sistema de costes totales de calidad

Antes de que una empresa inicie un plan de calidad y decida incluir un sistema de costos totales de calidad, lo normal es que nos encontremos con unos costos de fallos muy elevados, y por el contrario, los costos de evaluación y prevención suelen ser bajos.

Al implantar un plan de calidad no debe esperarse conseguir resultados en los primeros meses de implantación, es de hecho muy posible, que los costos totales de calidad sigan elevándose. Esto es porque los costos de prevención y evaluación necesitan de un intervalo de tiempo para lograr resultados.

CAPITULO III

METODOLOGIA USADA EN LA REPARACIÓN DE TOLVAS

3.1 IDENTIFICACIÓN DE ELEMENTOS CRÍTICOS DE LA TOLVA.

La identificación de las partes críticas de tolva las realizamos luego de hacer las inspecciones periódicas de la flota. Siendo la parte más crítica el inferior de tolva, es decir los canales inferiores, las cartelas de los soportes de levante y pivot, esto debido a que la tolva trabaja permanentemente con cargas de impacto, el mineral es cargado desde las palas desde gran altura y cada carga es de 90 toneladas realizando tres tandas que en total llega a 240 Ton. aproximadamente.

En el cuadro que a continuación presentamos está el resumen de las partes críticas de las tolvas, como se dijo anteriormente dicho cuadro sale de las inspecciones que realizamos permanentemente.

La información recogida nos permite realizar la programación y reparación de la tolva en su PM (Mantenimiento programado) correspondiente, priorizando la importancia de cada componente, se muestra en el cuadro 3.1 y en el cuadro 3.2 muestra la criticidad de la flota.

Cuadro 3.1: Cuadro de inspección de la flota:

AVERIAS DETECTAS A LAS TOLVAS DE LA FLOTA - AGOSTO 2006							
EQUIPO	UBICACIÓN DE TOLVA						TOTAL
	CANOPY DE TOLVA	FRONTAL DE TOLVA	INFERIOR DE TOLVA	INTERIOR DE TOLVA	FRONTAL LADO DERE	LATERAL LADO IZ	
HT001	0	0	0	0	0	0	0
HT002	0	2	3	9	2	4	20
HT003	0	3	5	3	2	1	14
HT004	1	4	9	1	1	2	18
HT005	1	1	6	1	2	3	14
HT006	1	0	5	5	4	2	17
HT007	0	0	0	1	0	1	2
HT008	2	3	9	4	3	2	23
HT009	0	2	1	1	3	2	9
HT010	0	1	4	3	2	3	13
HT011	0	2	4	2	0	1	9
HT012	0	1	2	3	2	2	10
HT013	2	3	4	3	2	1	15
HT014	0	2	4	4	2	2	14
HT015	0	2	0	4	4	5	15
HT016	1	2	8	1	2	2	16
HT017	0	1	5	1	2	2	11
HT018	1	0	0	0	2	0	3
HT019	1	2	5	1	1	1	11
HT020	0	0	3	1	2	0	6
HT021	0	2	1	2	0	0	5
HT022	0	1	4	0	3	0	8
HT023	0	1	4	0	0	1	6
HT024	0	2	4	0	1	1	8
HT025	0	0	3	1	0	1	5
HT026	0	1	3	1	0	0	5
HT027	0	0	4	0	0	0	4
TOTAL	10	38	100	52	42	39	

Cuadro 3.2: Cuadro de Criticidad de la flota:

ESTADO DE LAS TOLVAS DE LA FLOTA - AGOSTO 2006		
ITEM	CRITICIDAD	
	EQUIPO	AVERIAS
1	HT008	23
2	HT002	20
3	HT004	18
4	HT006	17
5	HT016	16
6	HT013	15
7	HT015	15
8	HT003	14
9	HT005	14
10	HT014	14
11	HT010	13
12	HT017	11
13	HT019	11
14	HT012	10
15	HT009	9
16	HT011	9
17	HT022	8
18	HT024	8
19	HT020	6
20	HT023	6
21	HT021	5
22	HT025	5
23	HT026	5
24	HT027	4
25	HT018	3
26	HT007	2

3.2 SEGURIDAD EN LOS PROCESOS DE SOLDADURA.

Las operaciones de soldadura por arco eléctrico presentan una serie de peligros que es necesario tener en cuenta para evitar accidentes personales. Entre los mismos encontramos los de origen netamente eléctrico y los del tipo térmico, como los originados por soldar sin caretas o máscaras debidas a la gran emisión de radiación ultravioleta que dan lugar a quemaduras en la piel, queratosis de córneas, etc. Un detalle que hay que considerar es que los trabajadores que sueldan usando lentes de contacto se exponen a que la radiación seque la capa de lágrimas entre el ojo y la lente, produciendo una succión que puede dañar el ojo cuando se retiran las lentes. A continuación presentamos algunas recomendaciones generales de seguridad:

- Controlar el estado de los cables antes de usarlos.
- Verificar si los terminales o enchufes están en buen estado.
- Tomar los recaudos necesarios para la conexión del neutro y la tierra (especial cuidado puesto que los errores en esta toma de tierra pueden ser graves).
- Revisar los aislamientos de los cables eléctricos al comenzar cada tarea desechando todos aquellos que no están en perfecto estado.
- Evitar que los cables descansen sobre objetos calientes, charcos, bordes afilados o cualquier otro elemento que pudiera dañarlos.
- Evitar que pasen vehículos por encima, que sean golpeados o que las chispas de soldadura caigan sobre los cables.
- El cable de masa se conectará sobre la pieza a soldar o lo más cerca que sea posible.
- Antes de realizar cualquier modificación en la maquina de soldar se cortará la

corriente, incluso cuando se mueve.

- No dejar conectadas las maquinas de soldar en los momentos de suspender momentáneamente las tareas.
- No trabajar en recintos que hayan contenido gases o líquidos inflamables, sin que previamente hayan sido debidamente ventilados.
- En caso de utilizar electrodos que generen humos, poner en funcionamiento los aspiradores correspondientes, y emplear equipos de protección respiratoria.
- No se realizarán trabajos de soldadura utilizando lentes de contacto.
- Se comprobará que las caretas no estén deterioradas puesto que si así fuera no cumplirían su función.
- Verificar que el cristal de las caretas sea el adecuado para la tarea que se va a realizar.
- Para picar la escoria o cepillar la soldadura se protegerán los ojos.
- Los ayudantes deberán estar equipados al igual que el soldador.
- Deberán utilizar pantallas o mamparas alrededor del punto de soldadura.
- Para colocar los electrodos se utilizaran siempre guantes.
- La pinza deberá estar lo suficientemente aislada y cuando este bajo tensión deberá tomarse con guantes.
- Las pinzas no se depositarán sobre materiales conductores.

ELEMENTOS DE PROTECCION PERSONAL

- Pantalla de protección.

- Caretas y protección ocular.
- Guantes de cuero de manga larga.
- Mandil de cuero, pantalón y casaca de cuero.
- Protección de los pies de características aislante.
- Casco de seguridad

SEGURIDAD ANTES DE REPARAR LAS TOLVAS DE LOS CAMIONES

- Verificar que el camión este correctamente estacionado y bien bloqueado
- Verificar el lugar donde levantara la tolva, para evitar que puedan tocar líneas eléctricas o causar un daño.
- Desconectar las baterías y alternador de 24 volts.
- Al subir o bajar del camión, se debe hacer con tres puntos de apoyo.
- El soldador realiza su trabajo debidamente equipado con sus implementos de seguridad personal proporcionados por la empresa, en ningún caso deberá realizar trabajos de soldadura si algún implemento personal le falta.
- Antes de realizar el manipuleo de los equipos, herramientas, máquinas a utilizar (esmeriles, equipos de oxicorte, máquinas de soldar etc.) deberá realizar un Chek List pre operacional, en el que está un listado de todos los componentes del equipo a inspeccionar.
- La pinza de tierra siempre deberá estar lo más cercano al área donde va a soldar.
- Antes de comenzar el trabajo en sí, se debe realizar los permisos correspondientes, dichos permisos son para soldar, cortar, esmerilar y son

conocidos como trabajos en caliente y también el ATS (Procedimiento de Trabajo Seguro), en el cual el soldador analizará sobre los riesgos, peligros y sus controles correspondientes para minimizar el impacto que estos podrían generar de producirse, adicionalmente deberá describir los trabajos a realizar paso a paso.

- Revisar que no se encuentre material combustible a por lo menos cinco metros a la redonda.
- Limpiar el área de trabajo permanentemente.
- Instalar en un lugar seguro y en menos de cinco metros. Deberá contar con un extintor que apague fuegos del tipo A, B, C.
- Los cables de la soldadora y el enchufe donde conectará la soldadora deberán estar en buen estado.
- La maquina deberá estar aterrizada.
- Cuando use arco aire deberá usar doble protección auditiva.
- Reconozca el área y verifique una adecuada ventilación natural o artificial de no ser posible use un filtro respirador P100 con carbón activado.
- Deberá tener su EPP. Revíselo y manténgalo limpio y en buenas condiciones.
- Si el soldador usa arco aire (ARCAIR) deberá usar doble protección auditiva y trabajar alternadamente.
- El soldar deberá buscar una buena posición para soldar.
- En el caso de utilizar equipos de oxiacetileno se debe mantener retirado del área donde efectúa el trabajo.
- Revisar las mangueras y manómetros para evitar posibles fuga de gases.

- Revisar el porta electrodos, arco aire y multiflama, los cuales deberán estar en buenas condiciones.
- Inspeccionar los esmeriles portátiles, estos deberán contar con guarda y cables en buenas condiciones, mantenga una buena practica de cambio de disco.
- Obtenga una buena posición corporal.

3.3 PROCEDIMIENTO DE REPARACIÓN CON SOLDADURA DE LA TOLVA DEL CAMIÓN MINERO.

Para la reparación de las tolvas de los camiones mineros, se debe definir claramente los diversos procesos involucrados en dicha reparación, para lo cual es necesario realizar los diagramas de cada proceso, así como definir las características del taller de soldadura, así como la selección de los soldadores, que a continuación se describe.

3.3.1 Diagrama de flujo de las reparaciones.

Para el presente trabajo realizaremos los Diagramas de flujo de los diversos procesos que intervienen en la reparación de tolvas. Los procesos seleccionados están referidos a la fabricación de laterales, así como la reparación de la frontal, Cannopy, piso e inferior tolva. Dichos diagramas deben ser de alcance para todo el personal y su difusión deberá ser general para que todos los trabajadores tengan conocimiento.

Por medio de estos diagramas podremos obtener mejoras mediante el rediseño del proceso, o el uso de uno alternativo.

También nos ayudará a identificar los problemas y encontrar las oportunidades de mejora.

Figura 3.1: Diagrama de flujo del retiro de materiales del almacén, éste proceso se repite para todas las partes a ser reparados, para lo cual se realiza para todos los casos y utilizamos una conexión para continuar con los otros procesos.

RETIRO DE MATERIALES DE ALMACEN

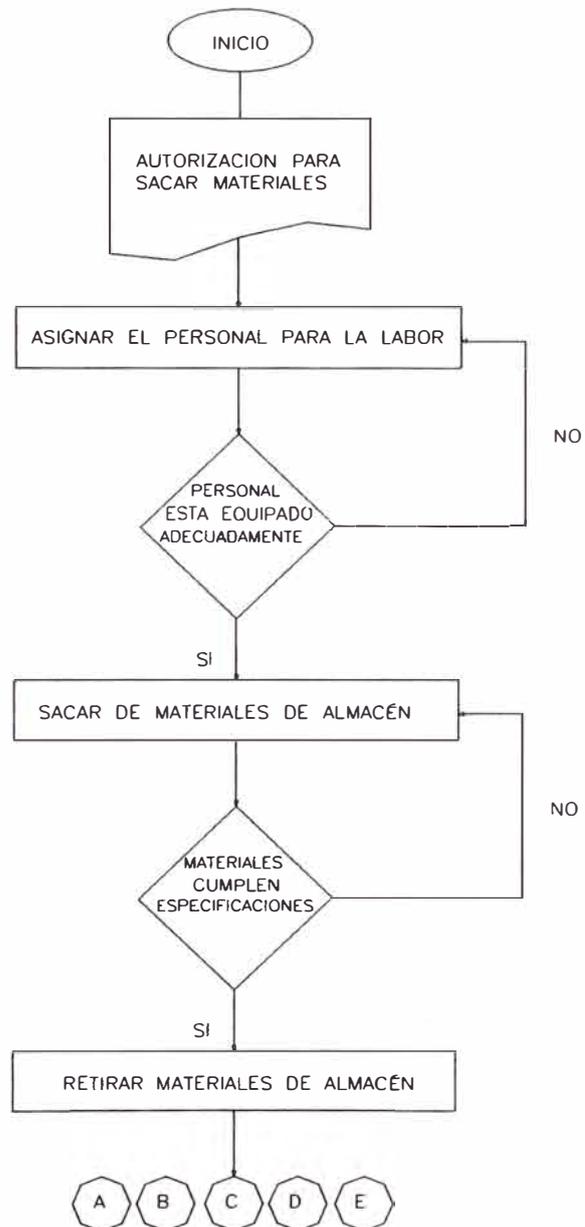


Figura 3.1: Diagrama de flujo del retiro de materiales del almacén

FABRICACION DE LATERAL DE TOLVA

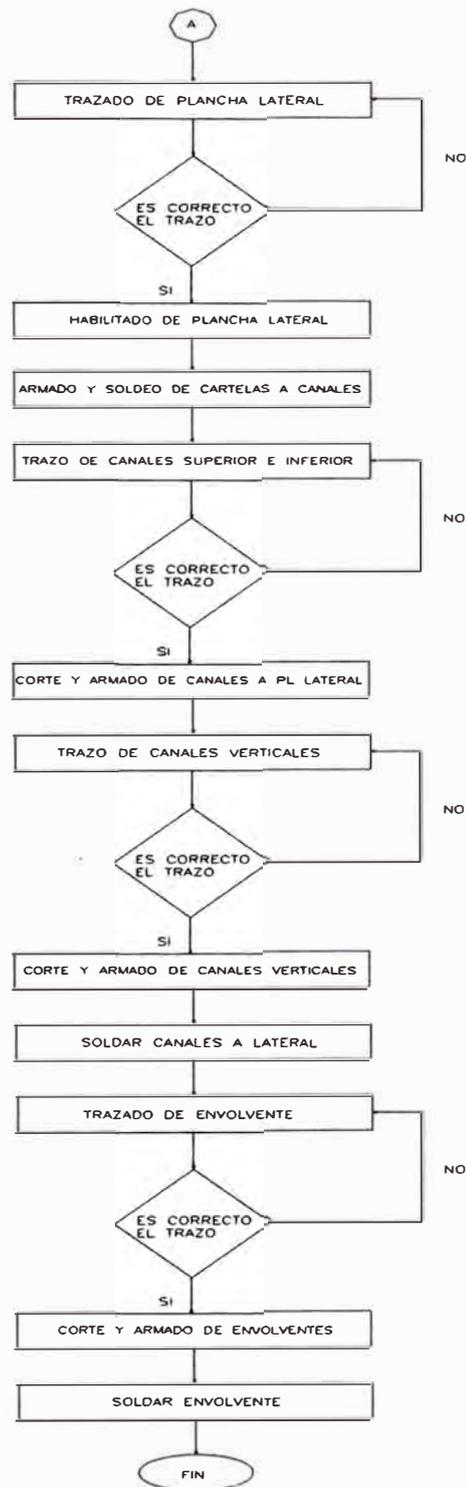


Figura 3.2: Diagrama de flujo de reparación de lateral de tolva (izquierdo y derecho)

REPARACION DE PISO DE TOLVA

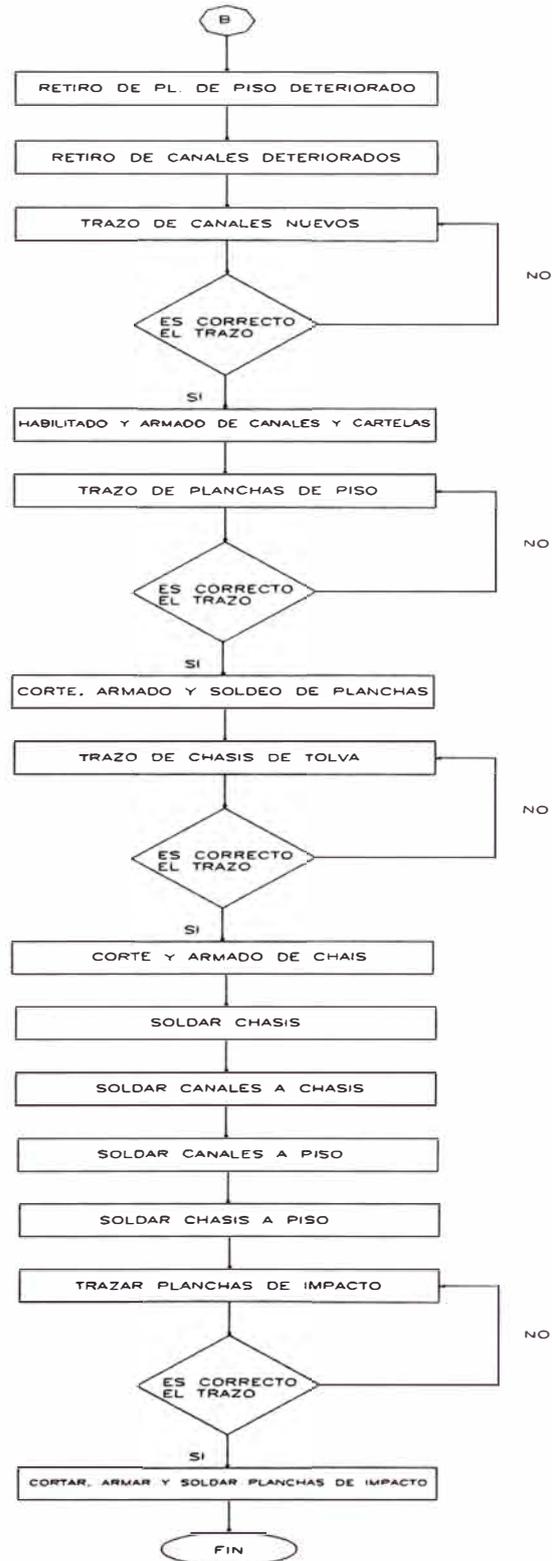


Figura 3.3: Diagrama de flujo de reparación del piso de tolva.

REPARACION DE FRONTAL DE TOLVA

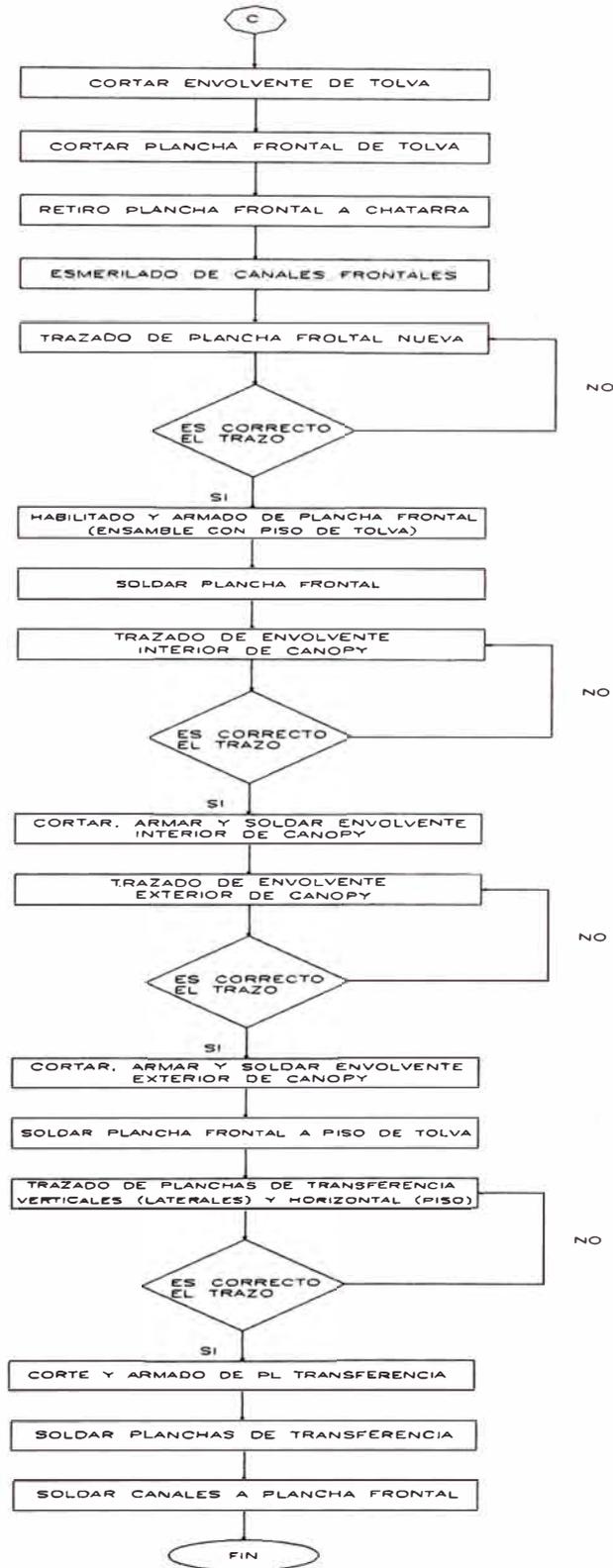


Figura 3.4: Diagrama de flujo de reparación de frontal de tolva

REPARACION DE CANOPY DE TOLVA

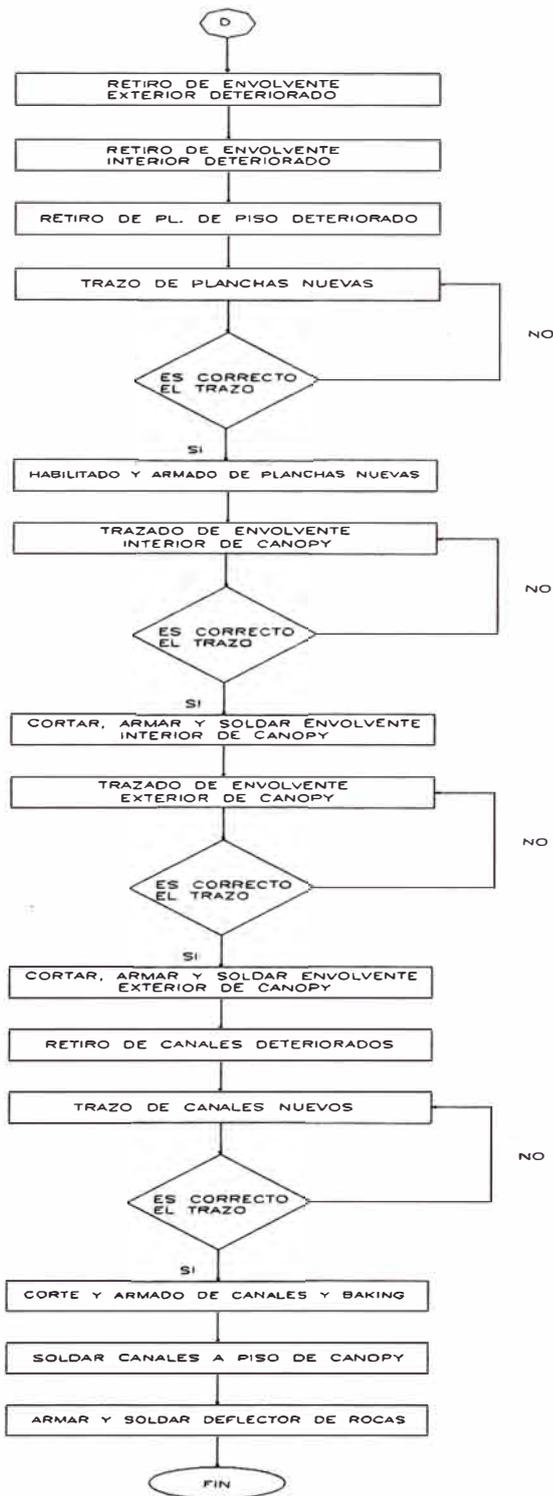


Figura 3.5: Diagrama de flujo de reparación de canopy de tolva

Retiro de Materiales del Almacén:

- **Autorización para sacar materiales.-** Se debe llenar el formato del requerimiento de los materiales y dicho formato será firmado por el supervisor de línea (contrata) y el supervisor de la mina, solo así dichos materiales podrán ser despachados por almacén.
- **Asignar personal para la labor.-** Se selecciona al personal que tiene los permisos como para utilizar el montacarga, adicionalmente se asigna una persona que le ayudará en las maniobras.
- **El personal está adecuadamente equipado.-** Se refiere a que para trabajo el personal debe tener sus implementos de seguridad básico y si por necesidad de trabajo el trabajador solicitará del almacén el equipo adicional que requiere.
- **Sacar materiales del almacén.-** Con apoyo del montacarga, herramientas y equipos se procede a retirar los materiales requeridos, para su posterior transformación.
- **Cumplen los materiales las especificaciones técnicas.-** Aquí se realiza un control, cada material en el almacén se encuentra codificado, por lo que adicionalmente se comprobará si corresponden a las medidas y especificaciones requeridas.
- **Retirar materiales del almacén.-** Una vez verificado las medidas y especificaciones se procede con el retiro de materiales del almacén central y se traslada a la zona de habilitado (trazado y corte)

Para cada componente a reparar este paso es el mismo; por lo que se ha generalizado y colocamos una conexión del tipo A, B, C, D y solamente detallaremos el

Reparación de piso de tolva:

Describiremos cada paso del diagrama de flujo que se ha realizado:

- **B:** es la conexión que viene del retiro de materiales; es decir ya se tiene los materiales en el taller y listo para el habilitado.
- **Retiro de plancha de piso deteriorado.-** Cuando una tolva llega al taller viene con el piso totalmente gastado, y se procede a retirar dicha parte utilizando equipos de oxicorte y equipos de Arcair (Arco – Aire), y se proceder con el corte.
- **Retiro de Canales deteriorados.-** Una vez retirado el piso se procede con el corte y retiro de los canales inferiores, dichos canales son retirados con ayuda del puente grúa, y equipos de maniobra, así como por el montacarga.
- **Trazo de canales nuevos.-** Una vez retirado los canales a cambiar se procede a tomar mediadas y ha habilitar los canales, colocándoles las cartelas rigidizadoras.
- **Es correcto el trazo.-** Se realiza un control con la finalidad de verificar las medidas, porque una vez que se corto y nos damos cuenta de algún error ello representa un retrabajo o pérdida de material.
- **Habilitado y armado de canales y cartelas.-** Al haber ya realizado el trazado, procedemos con el corte de canales según las necesidades del trabajo.

- **Trazo de planchas de Piso.-** Se procede a trazar las planchas según las medidas requeridas, las planchas son de 400 HBN de $\frac{3}{4}$ " de espesor.
- **Es correcto el trazo.-** Control con la finalidad de verificar las dimensiones en el trazo y dar el bisel correspondiente.
- **Corte, armado y soldeo de planchas de piso.-** Realizamos los cortes de acuerdo a los trazos, y se procede al armado, se traslada desde el taller de corte hacia la zona de armado con apoyo de montacarga y puente grúa.
- **Trazo de Chasis de tolva.-** Una vez que se ha colocado el piso y se ha soldado se procede a trazar el chasis, tomando las medidas que se deben reparar, las planchas utilizadas son estructurales ASTM A 36 de $\frac{3}{8}$ ".
- **Es correcto el trazo.-** Tenemos un control, para verificar medidas y pasar a la siguiente fase.
- **Corte y armado de Chasis.-** Se procede al corte y armado tanto hacia los canales inferiores como a la tolva.
- **Soldar Chasis.-** Una vez armado el chasis procedemos con el soldeo de las mismas, utilizamos máquinas de soldar para el proceso FCAW.
- **Soldar Canales a chasis.-** Realizamos la soldadura de los canales hacia el chasis, para lo cual el soldador deberá tener la destreza necesaria como para soldar en posición de sobre cabeza.
- **Soldar Canales a Piso.-** Al igual que el paso anterior el soldador deberá dominar la posición de sobre cabeza (4G) y analizar los peligros que involucran trabajar en esa posición.
- **Soldar Chasis a Piso.-** Igual que el paso anterior el soldador deberá estar homologado en la posición 4G.

- **Trazar Planchas de Impacto.-** Son planchas que trabajan con cargas de impacto y abrasión, son de 500 HBN en espesor de $\frac{3}{4}$ ".
- **El trazo es correcto.-** Se realiza un control, para verificar las medias.
- **Cortar, armar y soldar planchas de impacto.-** El corte se debe realizar haciendo el bisel y los agujeros chinos para la soldadura de tapón, se procederá con el armado y soldeo hacia el piso de la tolva.
- **Fin.-** Se termina la reparación del piso de la tolva luego de haber colocado las planchas de impacto y haber soldado la misma al piso de la tolva.

3.3.2 Habilitación del taller de soldadura.

El taller debe tener la infraestructura necesaria como para reparar una tolva que pesa 40.00 Ton, esto implica tener las conexiones eléctricas, el suministro de aire (compresor) para el proceso Arcair (limpieza de cordones anteriores, bisele y corte de planchas), tener grúas puente que permitan el manipuleo de la tolva y los materiales involucrados en la reparación.

Otro tema importante es la logística: el suministro oportuno de los materiales y consumibles de las tolvas, así como el mantenimiento de las máquinas de soldar y tener operativos los equipos utilizados en las reparaciones, antorchas, difusores, equipos de oxigas, las máquinas de soldar, etc.

Adicionalmente la infraestructura del taller debe garantizar la continuidad de las reparaciones, toda vez que las reparaciones se realizan en 02 turnos

de trabajo; es decir de día y de noche y que por estar a una altitud de 4500 m.s.n.m. se tiene presencia de tormentas eléctricas, lluvias torrenciales, granizadas y en los meses de abril a octubre la temperatura desciende a valores bajo cero en los turnos de noche.

También se debe tener adecuados sistemas de ventilación para evitar la acumulación de gases producto de la soldadura, el taller posee dos extractores de aire, que garantizan la no acumulación de humos producto de la soldadura.

En cuanto a la iluminación se realiza periódicamente las inspecciones para tener una buena iluminación, los valores son:

El nivel mínimo permisible está en el orden de 150 luxes.

El nivel de intensidad debajo de las tolvas varía de 60 a 70 luxes, valores que están por debajo del límite permisible, para éste caso se utiliza iluminación adicional; es decir, el soldador deberá sacar lámparas adicionales del almacén.

El nivel de iluminación sobre la tolva está en el rango aceptable de iluminación.

En cuanto al control del ruido el límite permisible para trabajos de 12 horas es de 83 decibels y el nivel de acción es de 80 decibels; se ha realizado las mediciones correspondientes y en el taller de soldadura se genera ruidos de 85.3 decibels al momento de trabajar con Arcair, para no dañar a los

trabajadores ellos realizan sus labores con tapones de esponja que bajan el nivel del ruido en 25 decibeles y deben trabajar alternadamente; es decir, no pueden estar expuestos a estos ruidos en toda la jornada de trabajo

El taller actualmente garantiza que las labores de recuperación de tolvas no tengan interrupciones.

3.3.3 Evaluación de tolvas.

La evaluación de las tolvas se realizan en forma periódica, luego de realizar las coordinaciones con el área de operaciones mina. Para realizar las inspecciones se ha preparado los formatos con el listado de las partes de la tolva y un esquema que permitirá visualizar mejor la parte a inspeccionar, adicionalmente se lleva un archivo fotográfico, para luego realizar los informes correspondientes. En el caso que la tolva se encuentra con deterioro significativo se realiza las coordinaciones para hacer el cambio de tolva correspondiente, adicionalmente se deberá tener como información el tonelaje transportado y las horas que ha recorrido desde el cambio anterior ; toda esta información ayudará a seleccionar de mejor manera la tolva a reparar.

Entre las partes a inspeccionar se ha preparado el cuadro N° 3.3.

Cuadro N° 3.3: Cuadro para inspección de tolvas

TOLVA		HT.....
INSPECCIONADO POR		CARLOS DAVILA IGNACIO
FECHA DE INSPECCION		
LUGAR DE INSPECCION		BOTADERO 4805
N°	PARTES DE LA TOLVA	OBSERVACIONES
1	LATERAL IZQUIERDA	
1.1	Canal superior	
1.2	Canal inferior	
1.3	Canal vertical	
1.4	Deflector	
1.5	Trapecio	
2	LATERAL DERECHA	
2.1	Canal superior	
2.2	Canal inferior	
2.3	Canal vertical	
2.4	Deflector	
2.5	Trapecio	
3	FRONTAL	
3.1	Canal superior	
3.2	Canal medio	
3.3	Canal vertical	
3.4	Estructura de soporte	
4	CANOPY	
4.1	Canal	
4.2	Plancha delantera	
4.3	Plancha posterior	
4.4	Refuerzo	
4.5	Deflector de Canopi	
4.6	Envolvente interior	
4.7	Envolvente exterior	
5	INTERIOR DE TOLVA	
5.1	Plancha de impacto	
5.2	Plancha base lateral	
5.3	Plancha anterior	
5.4	Plancha lateral	
5.5	Plancha de transferencia	
5.6	Parrilla antidesgaste central	
5.7	Parrilla antidesgaste lateral	
5.8	Cola de pato	
6	INFERIOR DE TOLVA	
6.1	Canal	
6.2	Viga principal	
6.3	Canal interior anterior	
6.4	Canal interior posterior	
6.5	Soporte de bota piedra	
6.6	Soporte de pin de pivot	
6.7	Soporte de pistón de levante	

3.3.4 Selección de soldadores.

Para la construcción de estructuras soldadas es necesario calificar a los soldadores mediante un examen de habilidad manual y de conocimientos técnicos que acrediten su aptitud para los trabajos de soldadura, adicionalmente deben tener conocimientos de seguridad industrial, pues de ello depende en gran parte el lograr una calidad acorde con el grado de riesgo que imponga el destino de la construcción o función de la estructura resistente y los trabajos desarrollados son considerados de alto riesgo.

La calificación de los soldadores se debe realizar de acuerdo con la Norma AWS.

La selección de los soldadores se realiza luego de recibir los currículum de cada soldador, los soldadores a ser contratados deberán contar con homologaciones y/o certificación en posición 3G como mínimo, también deberán dominar los procesos SMAW y FCAW – G.

3.3.4.1 Evaluación de Soldadores.

La calificación de los soldadores tiene la siguiente secuencia, se realiza la entrevista con un responsable del área de Safety (Seguridad Industrial), si el soldador pasa dicha entrevista estará en condiciones de dar la prueba técnica de soldeo, el cual se realiza con probetas definidas por la empresa y se realiza en una entidad certificada para dar éste tipo de pruebas según los requerimientos de la sección 4 del código de soldaduras de aceros estructurales – ANSI / AWS D1.1 Structural Welding Code - Steel, se

realiza una inspección visual de la soldadura, el acabado, así como el proceso de soldadura ya que mayormente en las reparaciones de tolva se utiliza el proceso tubular (FCAW). Una vez aprobado las pruebas el soldador pasa por una evaluación médica para ver sus condiciones y aptitudes físicas y psicológicas toda vez que el trabajo de reparación se desarrolla a una altitud de 4500 m.s.n.m y se trabaja bajo presión en 02 turnos de 12 horas cada una, si el soldador está apto para trabajar en la mina se realiza su contrato de trabajo.

3.4 ESPECIFICACIONES PARA SOLDADURAS DE TOLVAS.

El objetivo es asegurar un trabajo seguro, de calidad y de mejora continua en la ejecución de la soldadura debe cumplir con las siguientes condiciones:

- Seleccionar el material de aporte de tal forma que se asemeje a las propiedades del material base.
- Seleccionar el proceso de soldadura, teniendo en cuenta la posición de trabajo.
- Seleccionar el amperaje de soldeo.
- Realizar el precalentamiento a la temperatura indicada por el fabricante de las planchas base, y controlar dicha temperatura con un pirómetro.
- Durante el proceso las áreas de reparación tienen que estar protegidas de cualquier viento o humedad (soldar en taller bajo techo).
- Perfecta limpieza de las superficies a soldar, que deben estar libres de cascarilla, grasas, óxido y pintura, para evitar la porosidad.
- Abrir con arco aire toda las fisuras y darles la forma del bisel en “V” La profundidad del bisel está determinada por la profundidad de la fisura, Las

dimensiones de la plancha base y la profundidad deben ser aproximadamente de 1.25:1, nunca menos de 1:1

- Las fisuras en las placas requiere de un corte en V con un ancho de raíz más grande para que el grueso de una solera de 3/8" pueda usarse como refuerzo (backing). Se requiere el uso de placas de respaldo para todas las fracturas que se presenten y que no se puedan soldar de ambos lados
- En las soldaduras de varias pasadas se deben eliminar las escorias de las superficies de las pasadas anteriores. La presencia de fisuras, cráteres y otras fallas de unión debe ser corregida antes de proceder a la colocación de otra pasada.
- Se deben crear condiciones de comodidad para la ejecución de la soldadura: acceso, seguridad del soldador, etc.
- Se debe suspender la soldadura con temperaturas inferiores a 5°C o crear las condiciones de calefacción artificial (por ejemplo, calentamiento previo de las partes a soldar y protección contra un enfriamiento brusco).
- Se deben evitar las grandes velocidades de enfriamiento producidas, por ejemplo, por corrientes de aire, lluvias, etc.
- Durante la soldadura y el enfriamiento del cordón (color azul) se deben evitar agitaciones y vibraciones de los elementos soldados.
- El encendido o reencendido de los materiales de aporte debe ser realizado sobre el cordón.
- La soldadura de la raíz debe ser correcta. Ello debe ser asegurado con la retoma de la misma cuando sea posible.

- Utilizar penetrante y revelador para asegurar que no se encuentran más fisuras en las que trabajo con arco aire.
- Si el paso anterior es correcto, proceder a esmerilar y reparar cualquier imperfección en la cara del bisel.
- Debido a que el metal base es de alta dureza se debe Precalear a 150 centígrados alrededor de 3 pulgadas del bisel que se efectuó.
- Postcalear a 150 centígrados por 15 minutos y dejar enfriar lentamente, con ello se alivia las tensiones.
- El final y principio de cada soldadura ($\frac{1}{4}$ " del final y del principio al centro de la soldadura) de cada pase deberá ser golpeada en todo su perímetro
- Golpear la soldadura con un escariador tipo cincel o con punta esférica. Este martilleo deberá realizarse en la totalidad del borde de cada soldadura a una profundidad de .016" el borde de la soldadura es el perímetro o la esquina de la soldadura incluyendo los finales.
- Pulir lo necesario, utilizando piedra **grado # 36** o más fino: el pulido debe ser paralelo a la dirección del esfuerzo primario.
- Para la soldadura de filete se debe asegurar la fusión de los bordes.
- Se ha de asegurar una ejecución libre de cráteres en los extremos de soldadura mediante chapas de inicio u otras medidas apropiadas.
- Las transiciones entre la soldadura y la chapa deben ser suaves y sin entalladuras perjudiciales.
- Visualmente la soldadura no debe presentar fisuras, defectos de raíz, falta de fusión ni inclusiones de escoria. Sólo son aceptables las inclusiones de escoria

y poros superficiales y aislados menores del 6 mm. La ausencia de fisuras será verificada en general con lupa; cuando se requiera usar tintas penetrantes o examen magnético.

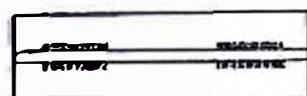
- El número de pases, los espesores y las longitudes de las uniones soldadas deben estar en función del espesor de la plancha a unir.
- Mantenga a la mano procedimiento de **soldadura AWS 5.20**

3.4.1 Distribución longitudinal de las uniones soldadas.

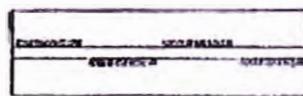
Las uniones soldadas pueden adoptar las siguientes distribuciones longitudinales:

- Uniones continuas sin interrupción en su longitud.
- Uniones discontinuas o que se interrumpen en tramos uniformemente repartidos.

Pueden ser enfrentados o en tres bolillos intermitente alterno, ver figura 3.6 y figura 3.7.



Cordón interrumpido enfrentado



Cordón interrumpido en tresbolillo

Figura 3.6 y Figura 3.7

Para estructuras que trabajan a baja temperatura las uniones discontinuas no están permitidas, para el caso de tolvas solo se utilizan éste tipo de

cordón para soldar el deflector de Canopy y deflector de lateral, el resto de los componentes el cordón de soldadura será del tipo continuo.

3.4.2 Posiciones de soldadura y homologaciones.

.La soldadura por arco puede hacerse en cualquiera de las cuatro siguientes posiciones:

1. Horizontal
2. Plano
3. Vertical
4. Sobrecabeza

La posición plana generalmente es más fácil y rápida, además de proporcionar mayor penetración.

CAPITULO IV

ANALISIS Y RESULTADOS DE LOS PROCESOS DE REPARACIÓN

4.1 JUSTIFICACIÓN DEL MÉTODO A UTILIZAR.

Para el trabajo de reparación de tolvas el principal proceso utilizado es el proceso FCAW para soldar la tolva casi en su totalidad, se ha elegido éste proceso por sus ventajas respecto al proceso SMAW, entre las ventajas tenemos que es un proceso continuo, sin interrupciones y tiene protección adicional al fundente interno que es el gas de protección. Y el proceso SMAW utilizamos para el procedimiento de apuntalamiento y para posiciones incómodas sobre todo debajo de la tolva.

Las herramientas de calidad como Metodología de trabajo en la reparación de tolvas hemos elegido porque dichas herramientas ayudara a conocer los procesos de reparación en forma ordenada utilizando los diagramas de flujo de las reparaciones y con ello podemos encontrar las rutas críticas y tener mayor cuidado en cada proceso. Adicionalmente con la información que recopilamos podemos encontrar las partes críticas de la tolva; es decir, las fallas con mayor frecuencia y las que debemos atacar para poder reparar inmediatamente y no tener equipos parados, para esto utilizaremos el diagrama de Pareto; y finalmente otra herramienta que utilizamos en la del diagrama de Causa y Efecto con ello podremos encontrar las posibles fallas en

el proceso de soldadura, así como identificar porque ocurren los accidentes del personal y cual debe ser la oportunidad de mejora en ambos casos.

4.2 ANÁLISIS DEL PROCESO DE SOLDADURA.

Cada unión soldada debe ser inspeccionada visualmente y corregida antes de efectuar los ensayos no destructivos previstos para verificar que se hayan realizado todas las soldaduras especificadas en los planos de fabricación, que sus longitudes y espesores respondan también a los planos y que su forma y dimensiones cumplan.

Las superficies de las soldaduras de filete podrán ser ligeramente convexas, planas o cóncavas como se observa en los detalles de la figura 4.1.

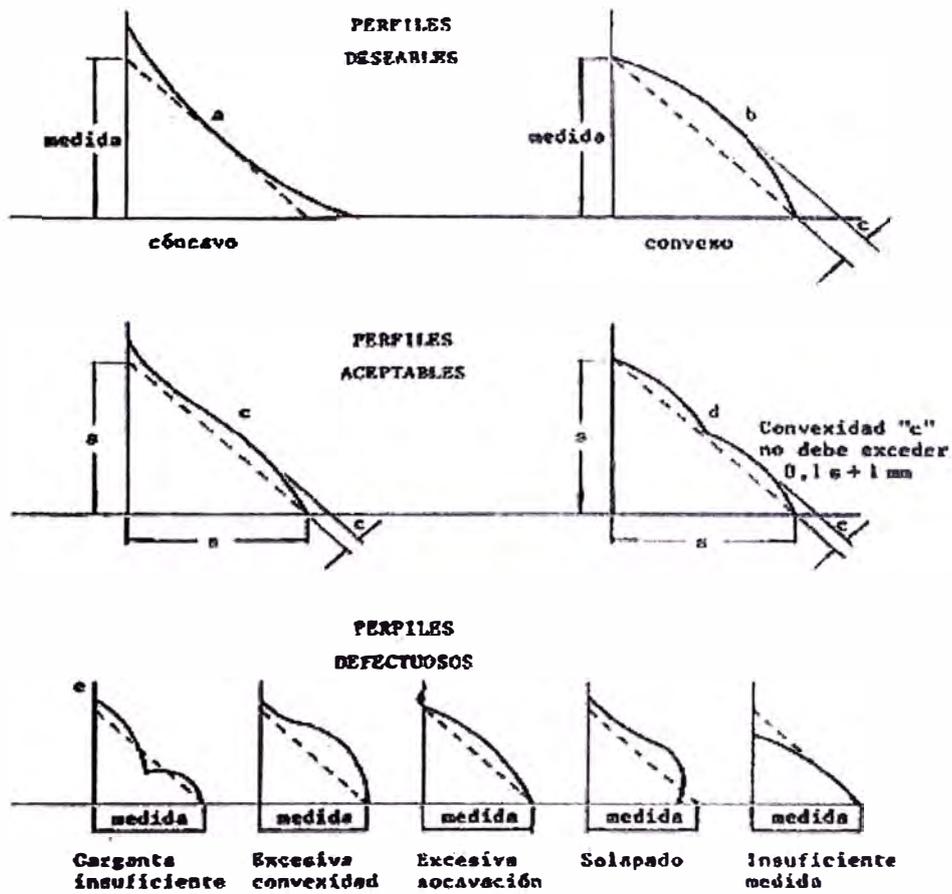
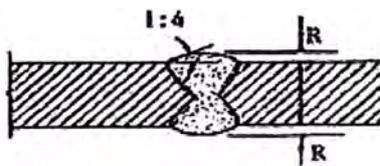


Figura 4.1. Análisis del proceso de soldadura

Y en la figura 4.1 a, b, c y d y no deben presentar los defectos que se indican en la figura 11 e.

Soldadura a tope aceptable figura 4.1 a.

La sobre monta "R" no debe exceder $t/5$ ni 3,0 mm.



Defectos en soldadura a tope Figura 4.1 b, 4.1 c, 4.1 d, 4.1 e

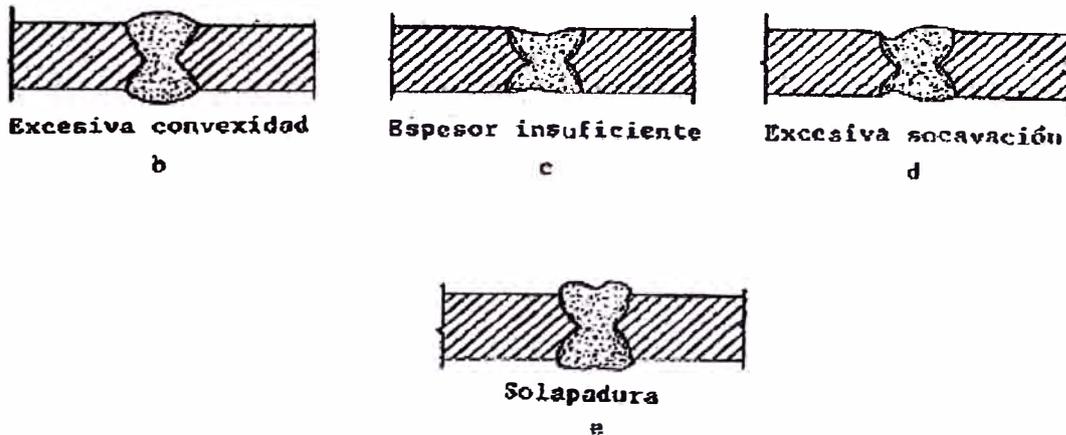


Figura 4.1 a, b, c, d, e.

Las soldaduras a tope o en ángulo se harán con ligera sobre monta y ésta tendrá una transición gradual con la superficie de la chapa (ver la figura 4.1.a.). Deben estar libres de los defectos mostrados en la figura 4.1.b. En el caso de soldaduras a tope o en ángulo en T la sobre monta no debe exceder 3 mm.

En las superficies de las soldaduras a tope que deban ser retocadas cuando la sobre monta excede de 3mm, se admitirá una reducción del espesor de la chapa base no mayor que 0,8 mm o el 5% de su espesor (el que sea menor). La sobre monta debe terminarse gradualmente (ver figura 4.1.a) hasta tomar la superficie de la chapa, sin producir socavación alguna. La operación puede hacerse por arranque de viruta, pero siempre seguida por amolado.

Al finalizar la inspección visual se debe proceder a la reparación de todos los defectos visibles no aceptables así como reparar porosidades, fisuras, faltas de

penetración u otros que puedan dar origen a rechazo en la inspección no destructiva o destructiva de la probeta testigo.

Las reparaciones que deban realizarse para corregir una concavidad excesiva de la soldadura o de los cráteres, la falta de medida en la soldadura y las socavaciones se efectuarán limpiando la superficie y adicionando soldadura.

4.2.1 Evaluación de los cordones de Soldadura.

La inspección durante la ejecución de la soldadura debe controlar el cumplimiento de las siguientes normas de procedimiento:

- La utilización del material base especificado;
- El empleo de los consumibles de acuerdo con los procedimientos de soldadura aprobados y especialmente el correcto estado de conservación y secado en el caso de electrodos a 200 C°.
- La ejecución por soldadores calificados previamente; a cada soldador se le asigna el trabajo de soldadura que realizara.
- La preparación adecuada de los biseles para las juntas que lo requieran de acuerdo con planos y procedimientos aprobados.
- La presentación y punteado correcto de las partes a soldar, verificando que las puntadas no presenten fisuras, cuando se admite la soldadura sobre las puntadas; verificando además que quien las realiza esté calificado como soldador de la categoría requerida.
- La ejecución del alivio de tensiones si éste estuviera previsto en los procedimientos de soldadura aprobados.

- La ejecución del precalentamiento previsto en los procedimientos de soldadura.
- La correcta secuencia de soldadura que debe estar indicada en los procedimientos, cuando ello fuera necesario.

La porosidad visible e inclusiones de escoria visible obligan a un repelado con electrodo de carbón o piedra esmeril y luego se debe volver a soldar.

Las fisuras superficiales en la soldadura o en el metal base pueden ponerse en evidencia, por tintas penetrantes o métodos magnéticos y una vez localizadas se repelarán agregando 50 mm de repelado hacia cada extremo de la fisura o hasta el extremo del cordón en caso de ser menor, luego se volverá a soldar.

4.2.2 Ensayos no Destructivos.

El propósito de estos ensayos es detectar discontinuidades superficiales e internas en materiales, soldaduras, componentes y partes fabricadas.

Los componentes que se inspeccionan en la reparación de las tolvas son: cordones de soldadura en el chasis, canales inferiores y piso de tolva, por ser la parte más delicada y la que debe salir del taller con cero defectos.

4.2.2.1 Tientes Penetrantes

Sustancia líquida-química que revela grietas y otras discontinuidades abiertas a la superficie en cualquier material no poroso.

Características:

- Habilidad para penetrar orificios y aberturas muy pequeñas y estrechas.
- Habilidad de permanecer en aberturas amplias.
- Habilidad de mantener color o la fluorescencia.
- Habilidad de extenderse en capas muy finas.
- Resistencia a la evaporación.
- De fácil remoción de la superficie.
- De difícil eliminación una vez dentro de la discontinuidad.
- De fácil absorción de la discontinuidad.
- Atoxico.

Aprovechando las cualidades descritas anteriormente, para la reparación de las tolvas con soldadura utilizamos los tintes penetrantes como método de verificación de los cordones, si se encuentra un cordón con fisura se actúa inmediatamente realizando la limpieza correspondiente, quedando finalmente la soldadura aprobada.

Este método de detección, solo se utiliza para detectar fisuras superficiales.

4.2.2.2 Partículas magnéticas

Aplicamos la técnica de partículas magnéticas, para la detección de posibles discontinuidades en la inspección de materiales ferromagnéticos.

La técnica de partículas magnéticas es una técnica no destructiva relativamente sencilla, basada en la propiedad de ciertos materiales de convertirse en un imán.

Es un método que utiliza principalmente corriente eléctrica para crear un flujo magnético en una pieza y al aplicarse un polvo ferromagnético produce la indicación donde exista distorsión en las líneas de flujo (fuga de campo).

Propiedad física en la que se basa. (Permeabilidad)

- Propiedad de algunos materiales de poder ser magnetizados.
- La característica que tienen las líneas de flujo de alterar su trayectoria cuando son interceptadas por un cambio de permeabilidad.

Tipos de discontinuidades:

- Superficiales
- Subsuperficiales (muy cercanas a la superficie, a 1 / 4")
- Poros, grietas, rechupes, traslapes, costuras, laminaciones, etc.

4.3 CALIDAD DEL PROCESO DE REPARACIÓN.

4.3.1 Aplicación de la hoja de recogida de datos.

Esta herramienta utilizaremos para levantar información del estado en la que se encuentran las tolvas, nos servirá más adelante para realizar la evaluación de la flota y el cuadro de criticidad de las mismas.

Cuadro 4.1: Cuadro de Evaluación de la Tolva HT 10

CUADRO DE EVALUACION DE TOLVA HT010			
TIPO DE TOLVA		ULB	
EVALUADO POR		CARLOS DAVILA IGNACIO	
LUGAR		WELDING SHOP	
HORAS/SEMANA		14697	
SUMATORIA DE FALLAS		23	
FECHA DE INSPECCION:		09/09/2006	
ZONA A	LATERAL IZQUIERDO	Envolvente lateral	1
		Canal Superior	
		Canal Inferior	1
		Deflector	
		Canal vertical - A	
		Canal vertical - B	1
		Canal vertical - C	
		Canal vertical - D	
		Canal vertical - F	1
		Canal posterior	
		Trapezo	
		Plancha lateral	1
		Plancha de transferencia	
Parrilla antidesgaste			
Planchas de refuerzo o patillas	1		
ZONA B	LATERAL DERECHO	Envolvente lateral	
		Canal Superior	
		Canal Inferior	1
		Deflector	
		Canal vertical - A	
		Canal vertical - B	
		Canal vertical - C	1
		Canal vertical - D	
		Canal vertical - F	1
		Canal posterior	
		Trapezo	1
		Plancha lateral	
		Plancha de transferencia	
Parrilla antidesgaste			
Planchas de refuerzo o patillas			
ZONA C	FRONTAL	Canal Superior	
		Canal Inferior	
		Canal vertical - lado derecho	
		Canal vertical - lado izquierdo	
		Soporte frontal - lado derecho	
		Soporte frontal - lado izquierdo	
		Plancha frontal	
		Plancha de transferencia horizontal	1
		Plancha de transferencia vertical derecho	
		Plancha de transferencia vertical izquierdo	1
ZONA D	CANOPY	Tubo rectangular de canopy	
		Canal anterior lateral lado derecho	
		Canal anterior central A	
		Canal anterior central B	
		Canal anterior central C	1
		Canal anterior lateral lado izquierdo	
		Canal lateral lado derecho	
		Canal central A	
		Canal central B	
		Canal central C	
		Canal lateral lado izquierdo	
		Deflector de canopy lado derecho	
		Deflector de canopy lado izquierdo	
		Plancha anterior de canopy	
		Plancha posterior de canopy	
		Plancha de refuerzo lado izquierdo	
		Plancha de refuerzo lado derecho	
Envolvente interior de canopy			
Envolvente exterior de canopy			
ZONA E	INTERIOR DE TOLVA	Piso de tolva - lado derecho	
		Piso de tolva - lado central	
		Piso de tolva - lado izquierdo	
		Piso de tolva - lado posterior	1
		Plancha de impacto - lado anterior	
		Plancha de impacto - lado central	
		Plancha de impacto - lado posterior	
		Plancha de refuerzo lateral - lado derecho A	1
		Plancha de refuerzo lateral - lado derecho B	
		Plancha de refuerzo lateral - lado izquierdo A	
		Plancha de refuerzo lateral - lado izquierdo B	
		Parrilla antidesgaste - lado derecho	
		Parrilla antidesgaste - lado central	1
Parrilla antidesgaste - lado izquierdo			
Cola de pato			
ZONA F	INTERIOR DE TOLVA	Canal inferior - A	
		Canal inferior - B	
		Canal inferior - C	1
		Canal inferior - D	
		Canal inferior - E	
		Canal inferior - G	
		Canal inferior lateral lado derecho A	
		Canal inferior lateral lado derecho B	1
		Canal inferior lateral lado izquierdo A	
		Canal inferior lateral lado izquierdo B	
		Chasis anterior lado derecho	1
		Chasis anterior lado izquierdo	
		Chasis posterior lado derecho	1
		Chasis posterior lado izquierdo	
		Soporte de levante lado derecho	1
		Soporte de levante lado izquierdo	
		Soporte de pivot lado derecho	1
		Soporte de pivot lado izquierdo	1
		Cajon de resonancia	
		Soporte de botapiebra - lado derecho	
		Soporte de botapiebra - lado izquierdo	
		BOdnas	

En el cuadro 4.1, podemos distinguir que las mayores fallas detectadas corresponden al inferior tolva con 07 fallas, seguido por el lateral izquierdo con 06 fallas, mostramos en el cuadro 4.2 un resumen de las fallas.

Cuadro 4.2: Resumen de fallas detectados en tolva HT 10.

TIPO DE DEFECTO	FRECUENCIA	TOTAL
INFERIOR	7	30%
LATERAL IZQUIERO	6	26%
LATERAL DERECHO	4	17%
INTERIOR	3	13%
FRONTAL	2	9%
CANOPY	1	4%
FALLAS TOTALES	23	100%

La información recogida nos permite realizar la programación y reparación de la tolva en su PM (Mantenimiento programado) correspondiente, priorizando la importancia de cada componente. Y el orden de criticidad de toda la flota se realiza luego de recoger la información de todos los camiones.

Seguidamente realizamos un resumen de las inspecciones y se muestra en el cuadro 4.3.

Cuadro 4.3: Cuadro de inspección de la flota:

AVERIAS DETECTAS A LAS TOLVAS DE LA FLOTA - AGOSTO 2006							
EQUIPO	UBICACIÓN DE TOLVA						TOTAL
	CANOPY DE TOLVA	FRONTAL DE TOLVA	INFERIOR DE TOLVA	INTERIOR DE TOLVA	ERAL LADO DERE	LATERAL LADO IZ	
HT001	0	0	0	0	0	0	0
HT002	0	2	3	9	2	4	20
HT003	0	3	5	3	2	1	14
HT004	1	4	9	1	1	2	18
HT006	1	1	6	1	2	3	14
HT006	1	0	5	5	4	2	17
HT007	0	0	0	1	0	1	2
HT008	2	3	9	4	3	2	23
HT009	0	2	1	1	3	2	9
HT010	0	1	4	3	2	3	13
HT011	0	2	4	2	0	1	9
HT012	0	1	2	3	2	2	10
HT013	2	3	4	3	2	1	15
HT014	0	2	4	4	2	2	14
HT016	0	2	0	4	4	5	16
HT016	1	2	8	1	2	2	16
HT017	0	1	5	1	2	2	11
HT018	1	0	0	0	2	0	3
HT019	1	2	5	1	1	1	11
HT020	0	0	3	1	2	0	6
HT021	0	2	1	2	0	0	5
HT022	0	1	4	0	3	0	8
HT023	0	1	4	0	0	1	6
HT024	0	2	4	0	1	1	8
HT025	0	0	3	1	0	1	5
HT026	0	1	3	1	0	0	5
HT027	0	0	4	0	0	0	4
TOTAL	10	38	100	62	42	39	

Hemos recogido la información inspeccionando toda la flota, luego de analizar los datos ordenamos las tolvas que tienen más averías y finalmente realizamos el cuadro de criticidad, mostramos esta información en el cuadro 8. También podemos levantar información utilizando la hoja de recogida de datos como las horas de operación; así como la cantidad de veces que un camión esta parado, otra posibilidad es el tonelaje transportado así como recoger información del tonelaje transportado a los diferentes botaderos, en general esta herramienta nos sirve para clasificar y posteriormente utilizar para evaluaciones posteriores.

EQUIPO	TONELAJE MOVIDO	HORAS DE OPERACIÓN
HT001	79,682	413
HT029	370,085	1258
HT036	591,360	1731
HT007	673,248	2583
HT031	679,350	2510
HT043	1,049,221	2904
HT048	1,142,969	3229
HT034	1,335,513	3664
HT039	1,598,593	4490
HT038	1,600,321	4512
HT020	1,665,435	4295
HT027	1,910,552	5175
HT035	1,968,372	4979
HT041	2,345,110	5962
HT021	2,483,385	6252

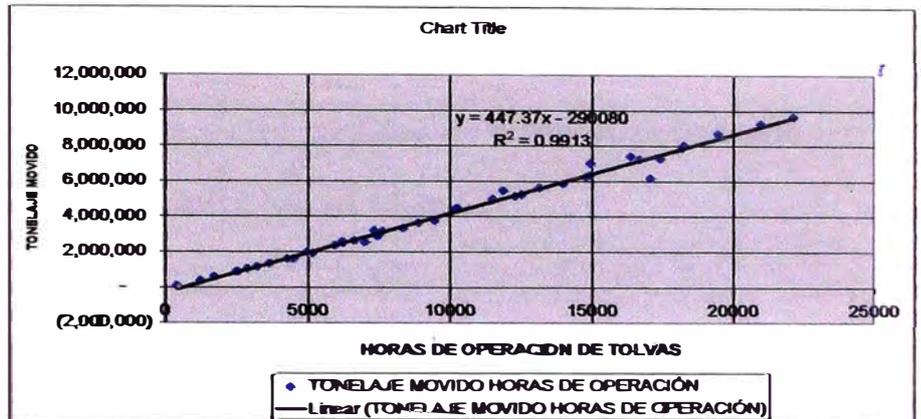


Figura 2.10 Diagrama de correlación

2.5 CALCULO DE COSTOS.

El cálculo de los costos viene a ser una de las partes fundamentales en la empresa, toda vez que de ello depende la subsistencia de la misma, no se podría mantener una organización si no se generan utilidades, para lo cual los costos deben reflejar realmente cuanto es lo que debería cobrarse por cada reparación y a su vez debe tener el margen de utilidad esperado.

2.5.1 Contabilidad de costos y Contabilidad General.

La contabilidad de costos es un conjunto de técnicas cuyos objetivos son dar a conocer los costos de los productos o servicios y los costos de los departamentos o de las distintas funciones de una empresa.

Con ayuda de dicha contabilidad podemos por ejemplo conocer cuanto nos cuesta un determinado producto o servicio o el costo de las distintas etapas de su elaboración. Por tanto, esta contabilidad permite identificar lo que

En el cuadro 4.5 presentamos el resumen final de las averías de la flota, y realizamos y el peso de cada falla, podemos observar que el inferior de tolva es la que representa la mayor cantidad de fallas en la flota con un 36%, seguido por el interior tolva con un 19 %

Cuadro 4.5: Resumen de averías de la flota

UBICACIÓN DE TOLVA	CANT DE AVERIAS	%
INFERIOR DE TOLVA	100	36%
INTERIOR DE TOLVA	52	19%
LATERAL DERECHO	42	15%
LATERAL IZQUIERDO	39	14%
FRONTAL DE TOLVA	38	14%
CANOPY DE TOLVA	10	4%
TOTAL	281	100%

También se ha preparado el histograma de las averías detectadas en toda la flota, esta información es importante y nos ayudará a realizar el programa de mantenimiento de la flota y las prioridades de las reparaciones, ayudara además hacer el planeamiento correspondiente, se muestra en la figura 4.3.

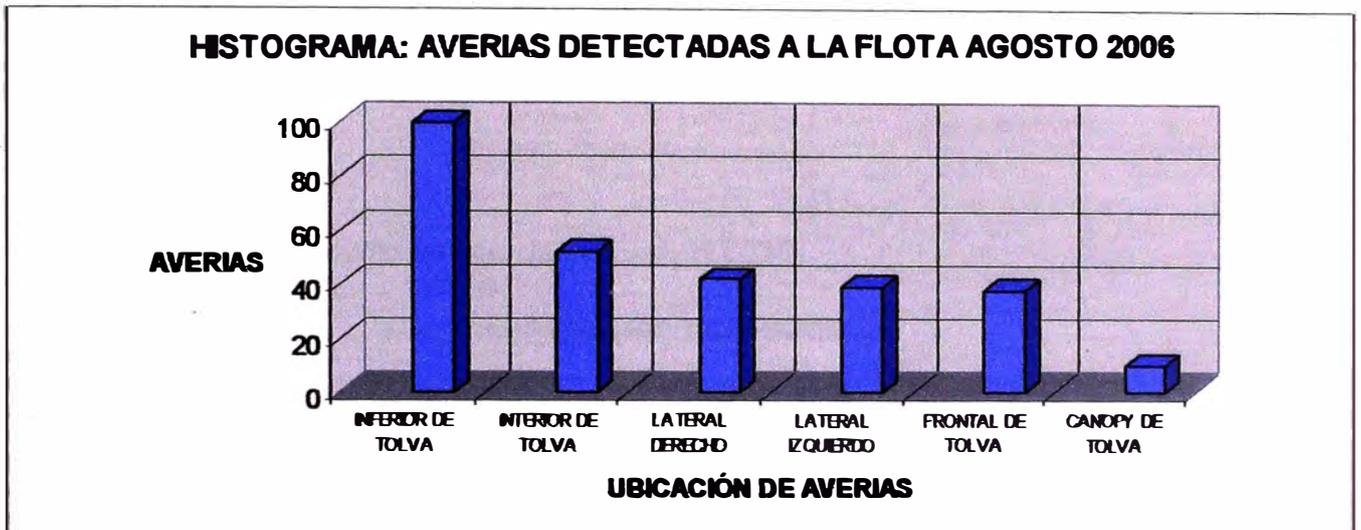


Figura 4.3: Histograma de averías detectadas en la flota.

También podemos utilizar éste tipo de herramientas para graficar las horas de reparación de la flota, en ellas podemos identificar que tolvas probablemente tengan mayor desgaste, y esa tendencia nos ayudará a identificar rápidamente cual de las tolvas se debe realizar la recuperación parcial o total con soldadura.

4.3.3 Aplicación del Diagrama de Pareto.

Realizaremos El diagrama de pareto para identificar que componentes de tolva son las que necesitan ser reparadas, inicialmente realizaremos para un solo camión, Luego para toda la flota así como los problemas existentes en la organización:

El cuadro 4.6, representa el diagrama de Pareto de las fallas detectadas en la tolva HT10 y la figura 4.4 su representación gráfica, podemos decir que reparando el inferior, lateral izquierdo y lateral derecho de la tolva

estábamos por eliminar las fallas en dicha tolva, porque son las más representativas.

Cuadro 4.6: Diagrama de Pareto de la tolva HT010

DIAGRAMA DE PARETO

TIPO DE DEFECTO	FRECUENCIA	TOTAL	ACUMULADO
INFERIOR	7	30%	30%
LATERAL IZQUIERO	6	26%	57%
LATERAL DERECHO	4	17%	74%
INTERIOR	3	13%	87%
FRONTAL	2	9%	96%
CANOPY	1	4%	100%
FALLAS TOTALES	23	100%	

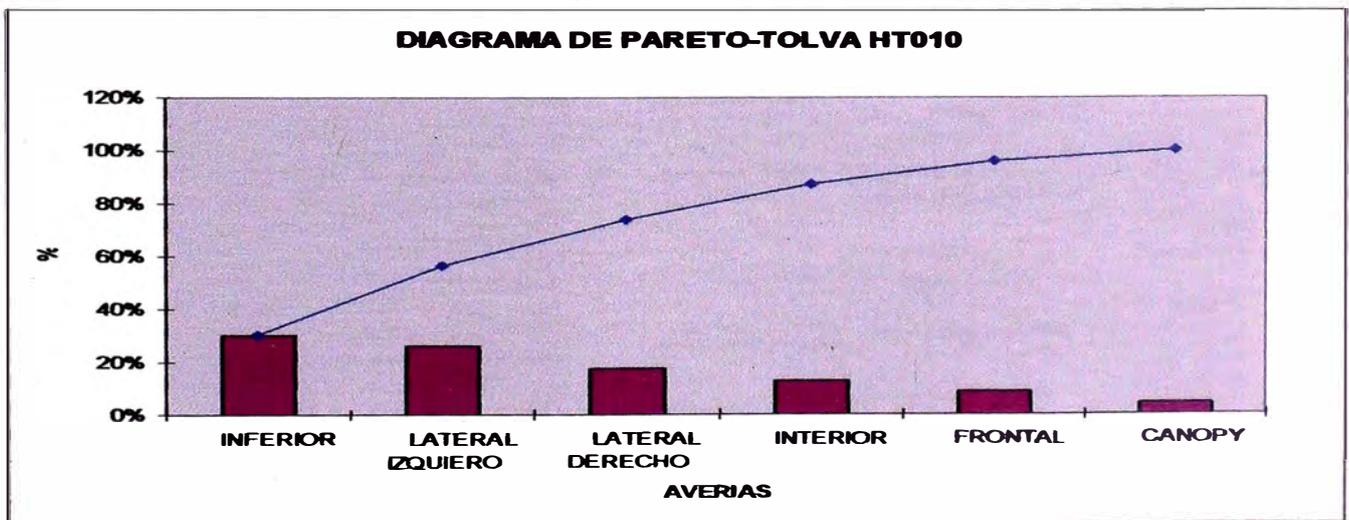


Figura 4.4: Representación gráfica de las fallas de tolva HT010

En el cuadro 4.7 presentamos un resumen de las fallas de toda la flota y nos ayudará a graficar el diagrama de Pareto que se muestra en la figura 4.5 y podemos decir que el inferior de tolva, el interior de tolva y el lateral

derecho representan casi el 80 % de fallas de la flota y se debe hacer el planeamiento necesario como para hacer el mantenimiento.

Cuadro 4.7: Fallas de la flota

DIAGRAMA DE PARETO - TOLVAS DE CAMIONES CAT 793C			
UBICACIÓN DE TOLVA	CANT DE AVERIAS	%	% ACUMULADO
INFERIOR DE TOLVA	100	36%	36%
INTERIOR DE TOLVA	52	19%	54%
LATERAL DERECHO	42	15%	69%
LATERAL IZQUIERDO	39	14%	83%
FRONTAL DE TOLVA	38	14%	96%
CANOPY DE TOLVA	10	4%	100%
TOTAL	281	100%	

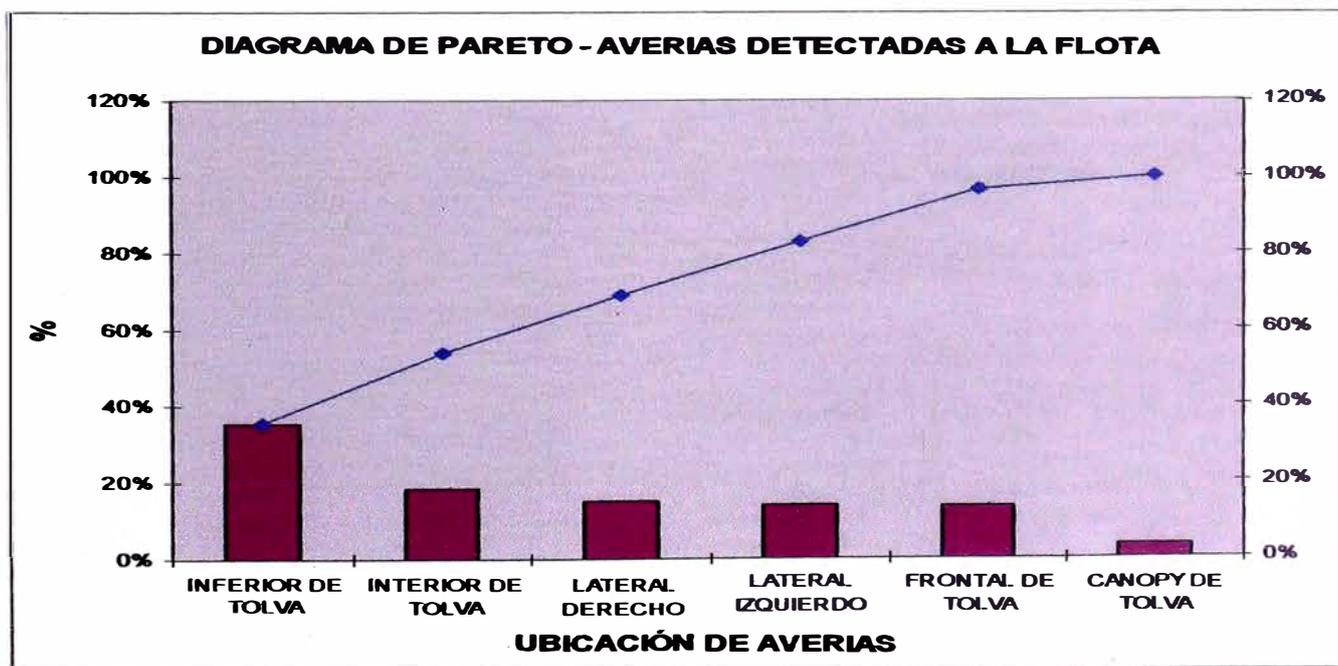


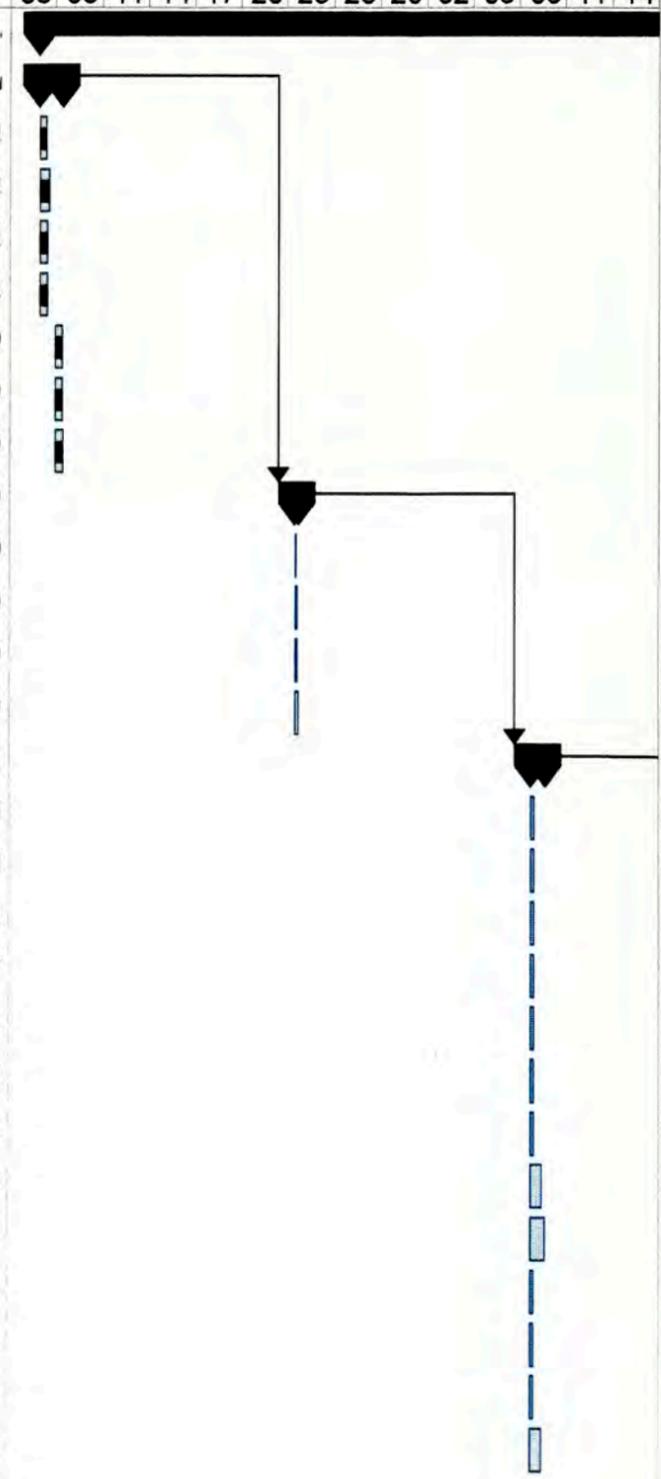
Figura 4.5 Diagrama de Pareto de la flota.

Y finalmente presentamos el cuadro 13, que representa el programa de mantenimiento de una tolva, de observa que el mantenimiento programado

se realiza cada 15 días aproximadamente y en cada parada se deberá realizar la reparación correspondiente a la fecha indicada.

Así como se tiene el cronograma de mantenimiento para una tolva se debe realizar para toda la flota, y la programación de las reparaciones debe cumplirse indefectiblemente en las fechas indicadas, porque la programación del mantenimiento es como un contrato que deberá ser cumplido por la Supervisión.

Id	Nombre de tarea	Parte de tolva	Ubicación en tolva	Duración	Comienzo	Fin	septiembre 2006							octubre 2006						
							05	08	11	14	17	20	23	26	29	02	05	08	11	14
1514	MANTENIMIENTO DE TOLVA HT011			#####	jue 07/09	jue 25/09														
1515	TRABAJOS EN PM - 01			24.5 hor	jue 07/09	vie 08/09														
1516	Inseccion de tolva	Inspeccionar toda la tolva		1 hora	jue 07/09	jue 07/09														
1517	Soldar rajaduras	Chasis anterior lado izquierdo	Parte inferior de tolva	5 horas	jue 07/09	jue 07/09														
1518	Soldar rajaduras	Canal inferior - D	Parte inferior de tolva	2.5 horas	jue 07/09	jue 07/09														
1519	Soldar rajaduras	Canal inferior - E	Parte inferior de tolva	2.5 horas	jue 07/09	jue 07/09														
1520	Soldar rajaduras	Canal central C	Parte inferior de tolva	1.5 horas	vie 08/09	vie 08/09														
1521	Soldar rajaduras	Canal central D	Parte inferior de tolva	1.5 horas	vie 08/09	vie 08/09														
1522	Soldar rajaduras	Soporte pivot	Parte inferior de tolva	3.5 horas	vie 08/09	vie 08/09														
1523	TRABAJOS EN PM - 02			5 horas	sáb 23/09	sáb 23/09														
1524	Inseccion de tolva	Inspeccionar toda la tolva		1 hora	sáb 23/09	sáb 23/09														
1525	Biselado y soldeo	Chasis anterior lado izquierdo	Parte inferior de tolva	3 horas	sáb 23/09	sáb 23/09														
1526	Biselado y soldeo	Chasis posterior lado derecho	Parte inferior de tolva	3 horas	sáb 23/09	sáb 23/09														
1527	Fabricacion e instalacion de seguro de estro	Canal inferior - G	Parte inferior de tolva	5 horas	sáb 23/09	sáb 23/09														
1528	TRABAJOS EN PM - 03			20 horas	dom 08/10	lun 09/10														
1529	Inseccion de tolva	Inspeccionar toda la tolva		1 hora	dom 08/10	dom 08/10														
1530	Biselado y soldeo	Plancha frontal	Frontal de tolva	4 horas	dom 08/10	dom 08/10														
1531	Biselado y soldeo	Plancha de tranferencia horizontal	Frontal de tolva	5 horas	dom 08/10	lun 09/10														
1532	Biselado y soldeo	Canal vertical - A	Lateral lado derech	2 horas	dom 08/10	dom 08/10														
1533	Biselado y soldeo	Canal vertical - B	Lateral lado derech	2 horas	dom 08/10	dom 08/10														
1534	Habilitado y soldeo	Parrilla antidesgaste	Lateral lado derech	5 horas	dom 08/10	lun 09/10														
1535	Parchado y soldeo	Plancha lateral	Lateral lado derech	10 horas	dom 08/10	lun 09/10														
1536	Parchado y soldeo	Envolvente lateral	Lateral lado derech	15 horas	dom 08/10	lun 09/10														
1537	Biselado y soldeo	Plancha de tranferencia	Lateral lado derech	20 horas	dom 08/10	lun 09/10														
1538	Biselado y soldeo	Canal vertical - B	Lateral lado izquier	2 horas	dom 08/10	dom 08/10														
1539	Biselado y soldeo	Plancha de tranferencia	Lateral lado izquier	5 horas	dom 08/10	lun 09/10														
1540	Habilitado y soldeo	Parrilla antidesgaste	Lateral lado izquier	5 horas	dom 08/10	lun 09/10														
1541	Parchado y soldeo	Envolvente lateral	Lateral lado izquier	15 horas	dom 08/10	lun 09/10														
1542	TRABAJOS EN PM - 04			24 horas	mar 24/10	mié 25/10														
1551	TRABAJOS EN PM - 05			4 horas	jue 09/11	vie 10/11														
1555	TRABAJOS EN PM - 06			4 horas	sáb 25/11	sáb 25/11														
1559	TRABAJOS EN PM - 07			4 horas	dom 10/12	dom 10/12														
1563	TRABAJOS EN PM - 08			4 horas	lun 25/12	lun 25/12														
1567	TRABAJOS EN PM - 09			4 horas	mar 09/01	mar 09/01														
1571	TRABAJOS EN PM - 10			4 horas	mié 24/01	jue 25/01														



4.3.4 Aplicación del Diagrama Causa y Efecto.

Para la recuperación de las tolvas utilizamos la soldadura como principal herramienta, adicionalmente la logística juega un papel importante en cuanto a los equipos, herramientas, materiales consumibles y otros, una vez recuperada la tolva también se continúa con el proceso de pintado para evitar la corrosión. Entonces definimos los procesos críticos y ellos serán analizados mediante el diagrama causa efecto.

Presentamos el diagrama de causa y efecto referido a como realizar los trabajos de Soldadura de buena Calidad, dicho diagrama nos enseña que es lo que deberíamos hacer como para tener resultados satisfactorios en los trabajos de soldadura; teniendo en cuenta esas recomendaciones evitaremos trabajos de soldadura de mala calidad y/o re-trabajos, entonces estaremos en condiciones de recuperar tolvas en el tiempo previsto y la calidad esperada.

También analizaremos con el diagrama causa y efecto como se puede evitar los accidentes en el personal y la pérdida de materiales, toda vez que en operaciones mineras el tema de Seguridad Industrial juega un papel importante en la selección de las empresas contratistas. Muchas veces se ha visto casos en que una empresa contratista ha tenido un accidente fatal y por más contrato que exista simplemente se da por concluido la relación contractual entre la Empresa Minera y la Empresa Contratista si es que tiene un accidente fatal.

Figura 4.6: Diagrama de Causa Efecto de soldadura de buena Calidad:

DIAGRAMA CAUSA Y EFECTO

TRABAJOS DE SOLDAURA DE BUENA CALIDAD

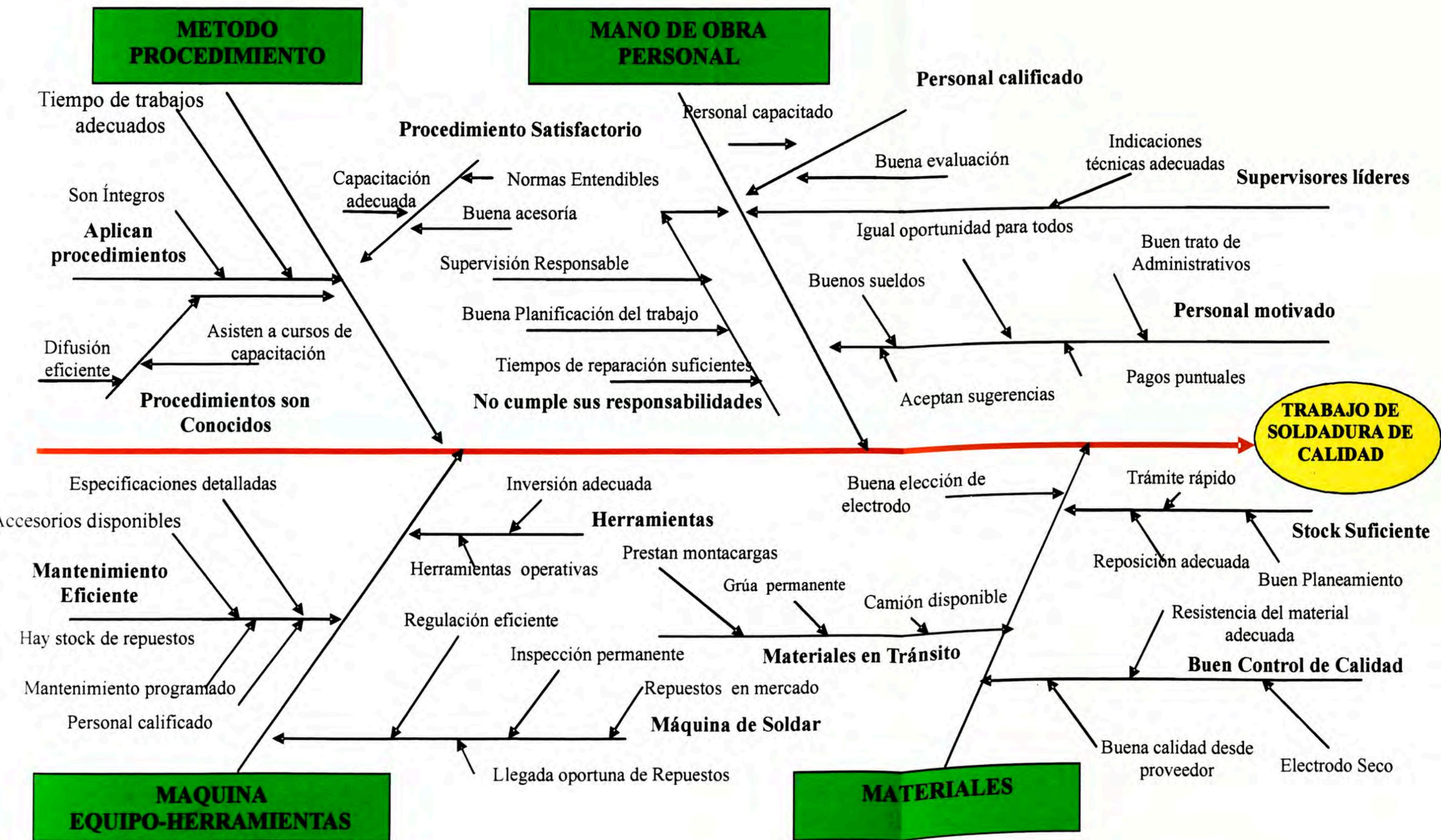
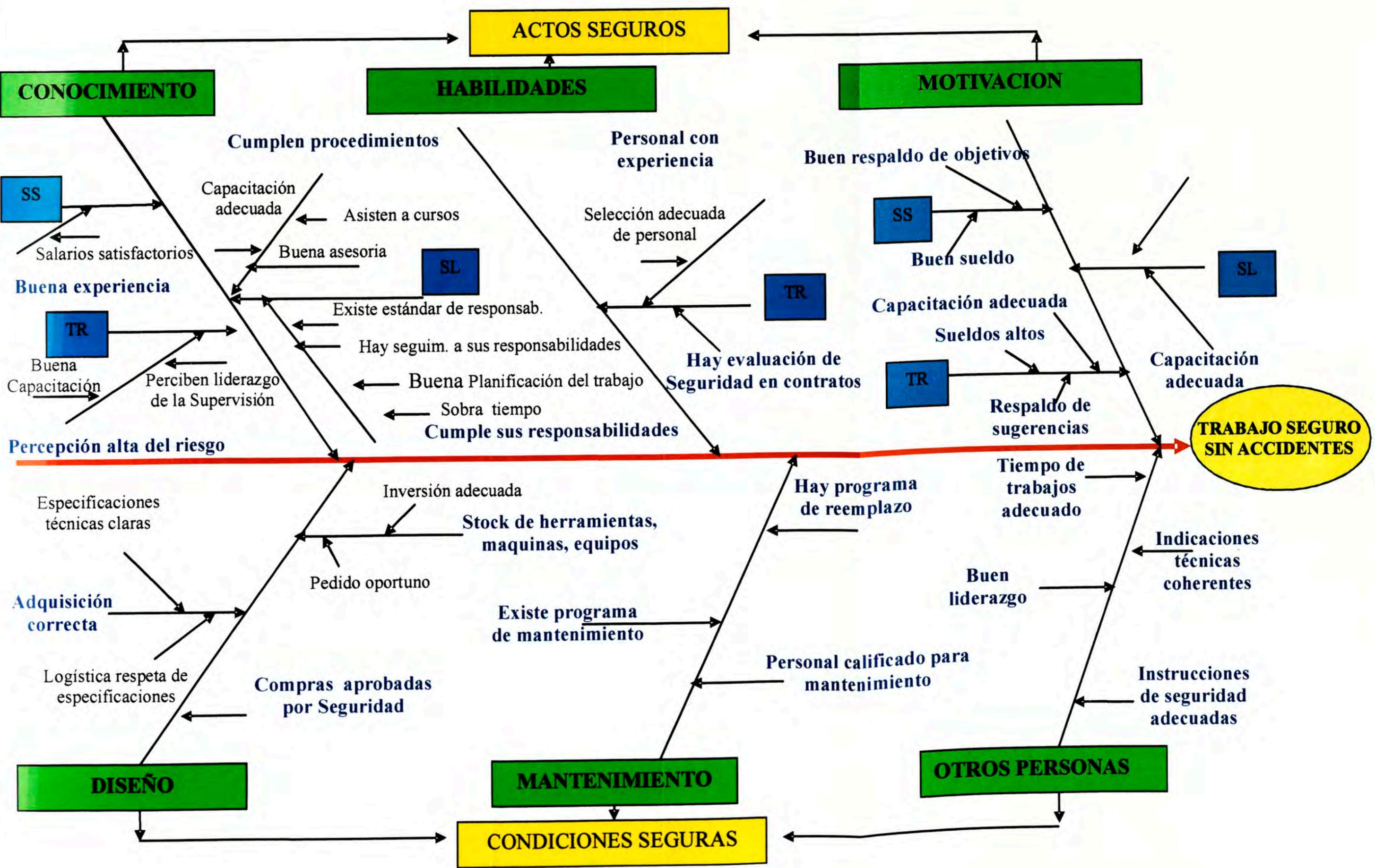


Figura 4.7: Diagrama de Causa Efecto de Gestión Preventiva en Seguridad Industrial:

GESTION PREVENTIVA-EVALUACION CAUSA EFECTO



4.3.6 Ciclo de Deming

1. Planear (P)

Actividad Deseada: “Como tener buenos trabajos de Soldadura”. Para tener trabajos de soldadura de calidad debemos identificar las causas que generan los trabajos deficientes en la soldadura y hacer exactamente lo opuesto para lograr satisfactoriamente el resultado deseado.

- El personal deberá seguir estrictamente las indicaciones del procedimiento.
- Se deberá realizar revisiones periódicas de los procedimientos, procurando encontrar oportunidades de mejora.
- Capacitar al personal en temas de soldadura.
- La supervisión evaluará a los soldadores, en caso de encontrar deficiencias deberá programar su reinstrucción.
- La empresa deberá tener el stock necesario como para realizar el cambio de accesorios de los equipos de soldadura.
- La supervisión estimara mejor los tiempos de reparación.
- La evaluación del personal debe ser realizado por personas especializadas y capacitadas.
- Los soldadores deberían pasar en obra por los menos 03 meses de prueba.
- Las indicaciones de los trabajos deberá ser detallada adecuadamente, para evitar errores del soldador.
- La empresa deberá realizar la evaluación permanente del rendimiento

de los soldadores.

2. Hacer (D)

La empresa deberá realizar.

- Programar la capacitación del personal en temas de soldadura.
- Deberá comprar equipos propios para realizar las pruebas de ensayos no destructivos.
- Debe capacitar al personal para labores de mantenimiento predictivo.
- Exigir que el personal cumpla estrictamente los procedimientos de soldadura.
- Los soldadores deberán estar al tanto de las especificaciones técnicas de los materiales.
- Poner en práctica todo lo recomendado anteriormente.

3. Verificar o Chequear (C)

- Comenzar la reparación de las tolvas teniendo en cuenta las recomendaciones indicadas.
- El personal asignado para al área de producción deberá realizar el seguimiento de las reparaciones con soldadura y actuar en el momento adecuado.
- Continuar con la etapa de planear, en caso de no lograr las mejoras en los trabajos de soldadura.

4. Actuar (A)

Si se logrado las mejoras respectivas, realizar la estandarización del procedimiento utilizado, y hacer la difusión al personal de los resultados obtenidos.

Se deberá tener bajo control el mejoramiento realizado evitando caer en las fallas iniciales.

Una vez que concluye el ciclo de mejoramiento se tiene el deber de mantener o comenzar otro ciclo con la finalidad de realizar el mejoramiento continuo de las reparaciones de tolvas con soldadura.

CAPITULO V

ESTRUCTURA DE COSTOS

La meta primordial de la mayoría de los negocios es la de obtener una ganancia, existen muchos factores que afectan la rentabilidad de un negocio, tales como el manejo, la localización, costo de la mano de obra, la calidad del producto o servicio, la demanda del mercado y la competencia, en un sistema de libre empresa que existe en el país el derecho de establecer los precios es de la empresa. La demanda del mercado controla la respuesta del producto o servicio.

Para el caso de reparación de tolvas en el taller de soldadura identificamos los costos de reparación que viene a ser los costos directos (costos de materiales, mano de obra directa) y los costos indirectos (mano de obra indirecta, materiales indirectos, gastos indirectos) adicionalmente existen los costos de operación que viene a ser los gastos generales y de administración.

5.1 COSTOS DIRECTOS.

Los costos directos que tenemos señalar representan el costo de los materiales directos como:

- Costo de planchas para reparar laterales.

- Costo de planchas para reparar el interior de la tolva.
- Costo de materiales para reparar la frontal.
- Costo de materiales para reparar la parte inferior de la tolva.
- Costo de materiales para reparar el canopy.
- El costo de los consumibles, generalmente viene a ser un 15 % del costo de los materiales.

5.2 COSTOS INDIRECTOS.

Los costos indirectos esta representado por los costos que la empresa paga en el hospedaje y alimentación del personal, implementos de seguridad, herramientas, equipos, etc. en general son los costos que se producen por terceros con la finalidad que la operación se realice.

5.3 COSTOS DE REPARACIÓN.

Para el caso de la reparación de las tolvas con soldadura se calcula las horas de reparación y tenemos un costo horario de reparación que ha sido calculado como un ratio después de realizar una evaluación general de todos los costos generados en la reparación; es decir, el costo que representa la alimentación, hospedaje, implementos de seguridad del personal, costo de equipos, herramientas, el costo que representa el pago del personal (supervisores de línea, supervisores de seguridad, residente, soldadores), también incluye el costo de la movilidad, así como los gastos administrativos y la utilidad.

Para el presente informe presentamos el costo de reparación realizada a una tolva, se describe el costo de los materiales, el costo de los consumibles y el costo de la mano de obra y finalmente el costo total de la reparación. Dichos costos son presentados en los cuadro 5.1, 5.2, 5.3 y 5.4

Cuadro 5.1: Costo de Materiales

COSTO DE MATERIALES PARA REPARACION DE TOLVA					
PARTES DE TOLVA	MATERIAL				
	TIPO	UNID	CANT	COST US \$	
				UNIT	PARC
1.- LATERAL DE TOLVA - LADO IZQUIERDO					
Envolvente lateral	A514	ea	0.1	2110.0	176
Canal Superior	A514	m	1.0	316.4	316
Canal vertical - A	A514	m	1.5	182.9	274
Canal vertical - B	A514	m	1.5	182.9	274
Canal vertical - C	A514	m	1.5	182.9	274
Plancha de transferencia	400 HBN	kg	348.7	2.7	942
Parrilla antidesgaste		ea	2.0	175.0	350
Planchas de refuerzo o platinas		kg	653.0	2.7	1763
2.- LATERAL DE TOLVA - LADO DERECHO					
Envolvente lateral	A514	ea	0.1	2110.0	176
Canal Superior	A514	m	0.5	316.4	158
Canal vertical - A	A514	m	2.0	182.9	366
Canal vertical - B	A514	m	1.5	182.9	274
Canal vertical - C	A514	m	1.5	182.9	274
Plancha de transferencia	400 HBN	kg	348.7	2.7	942
Parrilla antidesgaste		ea	2.0	175.0	350
Planchas de refuerzo o platinas		kg	653.0	2.7	1763
3.- FRONTAL DE TOLVA					
Plancha de transferencia horizontal	400 HBN	gl	1	900.0	900
Plancha de transferencia vertical derecho	400 HBN	gl	1	710.0	710
Plancha de transferencia vertical izquierdo	400 HBN	gl	1	710.0	710
4.- CANOPY DE TOLVA					
Envolvente interior de canopy	A514	gl	1	1538.0	1538
Envolvente exterior de canopy	A514	gl	1	3070.0	3070
5.- INTERIOR DE TOLVA					
Piso de tolva	400 HBN	kg	10120	2.7	27324
Planchas de impacto	400 HBN	kg	2500	2.7	6750
Parrilla antidesgaste (platinas de 1" x 2")	400 HBN	ea	20.5	175.0	3587
Cola de pato		kit	1	3315	3315
6.- INFERIOR DE TOLVA					
Canales inferiores y canal de resonancia	A514	gl	1	5342.0	5342
Chasis anterior lado derecho	A36	gl	1	360.0	360
Soporte de levante	A35	gl	1	200.0	200
Soportes de pivot	A36	gl	1	1500.0	1500
COSTO TOTAL DE MATERIALES US \$					63979

Cuadro 5.2: Costo de Consumibles:

COSTO DE CONSUMIBLES PARA REPARACION DE LA TOLVA					
ITEM	DESCRIPCION	UNID	CANT	Cost US \$	
				Unit.	Parc.
1	MIXTURE 80-20% ARG-CO2 (8M3) ;MEZCLA 80-	BOTT	30	32	960
2	ACETYLENE ;100%;97°C INDUSTRIAL	BOTT	30	39	1169
3	OXIGEN ;100%;-118.6°C; 5042KPA;CYLINDER	BOTT	63	12	762
4	ELECTRODE POINTED ;8MM DIA X 305MM LG	BOX	5	14	72
5	ELECTRODE POINTED ;10MM DIA X 305MM LG	BOX	5	23	115
6	ELECTRODE LOW ALLY SING COAT ;2.5MM DIA	CAN	2	40	80
7	ELECTRODE LOW ALLY SING COAT ;3.25MM DIA	CAN	3	35	104
8	ELECTRODE LOW ALLY SING COAT ;4MM DIA X	CAN	2	34	68
11	ELECTRODE CUT & BEVELLED ;4MM DIA X 350M	CAN	1	54	54
12	WIRE TUBULAR ;2.4MM DIA - 22.7KG	CAN	15	79	1187
13	PAINT ENAMEL LIQUID ;YELLOW CAT;TOUCH 4-	CAN	16	10	158
14	SOLVENT THINNER LIQUID ;CLEAR	CAN	9	11	100
15	DISC ABRASIVE ;7IN ODX1/4IN THKX7/8IN ID	EA	60	3	196
16	DISC CUTTING ;4-1/2IN ODX1/8IN THKX7/8IN	EA	10	1	11
17	DISC CUTTING ;7IN ODX1/8IN THKX7/8IN ID	EA	30	2	61
18	DISC CUTTING ;9IN ODX1/8IN THKX7/8IN ID	EA	10	3	33
19	DISC GRINDING ;4-1/2IN ODX1/4IN THKX7/8I	EA	20	1	28
20	DISC GRINDING ;9IN ODX1/4IN THKX7/8IN ID	EA	10	5	55
21	WIRE TUBULAR ;1.6MM DIA - 15KG	ROLL	30	58	1730
COSTO TOTAL DE CONSUMIBLES				US \$	8941

Cuadro 5.3: Costo de Mano de Obra.

COSTO DE MANO DE OBRA		
ITEM	DESCRIPCION	COSTO (\$)
1	LATERAL IZQUIERDA	3400.00
	Cambio total de canal superior	
	Cambio total de canal inferior	
	Cambio total de Envolvente	
	Fabricacion e instalacion de Cuatro (04) canales transversales.	
	Cambio de plancha exterior, cajon de trapecio posterior	
	Instalacion de deflector de rocas	
	Cambio de plancha lateral.	
	Instalacion de placas antidesgaste.	
	Cambio de plancha de transferencia (7500 x 500 mm)	
	Fabricación de 02 bocinas inferiores para izaje de tolva	
	Retiro de material	
2	LATERAL DERECHA	3800.00
	Cambio total de canal superior	
	Cambio total de canal inferior	
	Cambio total de Envolvente	
	Fabricacion e instalacion de Cuatro (04) canales transversales.	
	Cambio de plancha exterior, cajon de trapecio posterior	
	Instalacion de deflector de rocas	
	Cambio de plancha lateral.	
	Instalacion de placas antidesgaste.	
	Cambio de plancha de transferencia (7500 x 500 mm)	
	Fabricación de 02 bocinas inferiores para izaje de tolva	
	Retiro de material	
3	FRONTAL	2700.00
	Cambio de plancha frontal 7000 mm x 3000 mm	
	Cambio de plancha de transferencia horizontal (7000 mm x 600 mm)	
	Cambio de plancha de transferencia vertical izquierdo (3000 mm x 600 mm).	
	Cambio de plancha de transferencia vertical derecho (3000 mm x 600 mm).	
4	CANOPY	1550.00
	Reparación de Canal Frontal, Angulo colocado 2340 mm x 410 mm x 170 mm)	
	Repartacion de dos (02) deflectores de roca de canopy	
	Instalacion de primera envolvente de canopy	
	Instalacion de segunda envolvente de canopy	
	Colocación de Plancha posterior de Canopy, 7000 mm x 1350 mm	
5	INTERIOR DE TOLVA	3650.00
	Retiro de planchas de impacto, plancha de piso y limpieza de tierra.	
	Cambio de plancha de piso lado derecho 6100 mm x 2438 mm.	
	Cambio de plancha de piso lado izquierdo 6100 mm x 2438 mm.	
	Cambio de plancha de piso central 6100 mm x 1900 mm.	
	Cambio de plancha de piso posterior (cola de pato) 7000 mm x 350 mm.	
	Colocación de 03 Planchas de impacto.	
	Reparacion de platinas de parrilla posterior de piso (50%)	
6	INFERIOR DE TOLVA	4250.00
	Cambio de tres (03) canales 3/8" x 2000 mm x 10"x16"x10" Centrales	
	Reforzamiento de 02 Canales U, Tramo en el que va soldado Soporte Pin Pivot	
	Reparación de Chasis (800 mm x 250 mm)	
	Reparacion de rajaduras varias	
	Retiro de material	
7	RECTIFICADO DE BOCINAS.	760.00
	Soldeo y rectificado de bocinas	
8	PINTADO DE TOLVA	650.00
	Limpieza Mecánica y Manual y pintado general de tolva.	
	TOTAL US\$ (NO INCLUYE IGV)TOTAL HORAS HOMBRE	20760.0

Cuadro 5.4: Costo Total de Reparación:

COSTO DE REPARACION DE TOLVA	
COSTO TOTAL DE MATERIALES US \$	63979.19
COSTO DE CONSUMIBLES US \$	6941.40
COSTO DE MANO DE OBRA US \$	20760.00
COSTO TOTAL US \$	91680.59

CONCLUSIONES

1. Esta metodología de trabajo desarrollada mejora el rendimiento, la productividad, la calidad del producto, la seguridad industrial en la operación y mejor servicio al cliente dando mayor disponibilidad de equipos.
2. Las Herramientas de la Calidad nos ayudan de manera fácil y didáctica a identificar el problema y buscar la solución correspondiente, como una oportunidad de mejora.
3. La solución de los problemas sale del mismo entorno, por lo tanto estas herramientas nos permiten realizar un trabajo en equipo.
4. Las Herramientas de la Calidad permiten una rápida planificación, programación, y ejecución del mantenimiento.
5. El uso de las Herramientas de Calidad utilizadas en el presente trabajo nos ha permitido identificar los procesos de producción, realizar las mejoras y hacer una retroalimentación en el personal.
6. Trabajar con ésta metodología permitirá mejorar la imagen de la empresa, con el consiguiente aumento de las ventas y el aumento de trabajo.
7. Ayudará a la empresa en la motivación y en la participación de sus empleados en el proceso productivo.
8. El uso de éstas Herramientas de Calidad permitirá a la empresa ser más competitivo y es una condición de supervivencia, ya que el mundo globalizado

así lo exige, caso contrario está destinado a ser incompetente y perder oportunidades de realizar mayores y mejores ventas.

RECOMENDACIONES

- 1 Motivar a la alta dirección de la empresa para que realice la capacitación y entrenamiento del personal, ya que es su principal recurso, de esa forma permitirá la integración hacia los objetivos de la empresa.**
- 2 Analizar el sistema de costos actual para ver la información que aporta y la que falta. Antes de comenzar a diseñar nuestro nuevo sistema tenemos que analizar en qué situación estamos, con qué datos contamos y qué precisamos. Normalmente muchos de los datos que necesitamos ya están disponibles, pero hay que recopilarlos y conocer cómo se presentan, con qué periodicidad y quién es el responsable.**
- 3 *El sistema de costos totales de calidad:* debe ser diseñado con la participación de todas aquellas personas que puedan influir en su éxito. Debe definirse qué tipos de costos se van a recoger bajo los conceptos de costes de prevención, evaluación y fallos. La asignación de los costos por secciones departamentos o productos. Qué conjunto de datos vamos a precisar recoger y qué estadísticas e informes vamos a elaborar y su periodicidad.**
- 4 También hay que definir los medios humanos y materiales que vamos a necesitar. Además hay que definir de antemano qué sistema se va a emplear para el cálculo de**

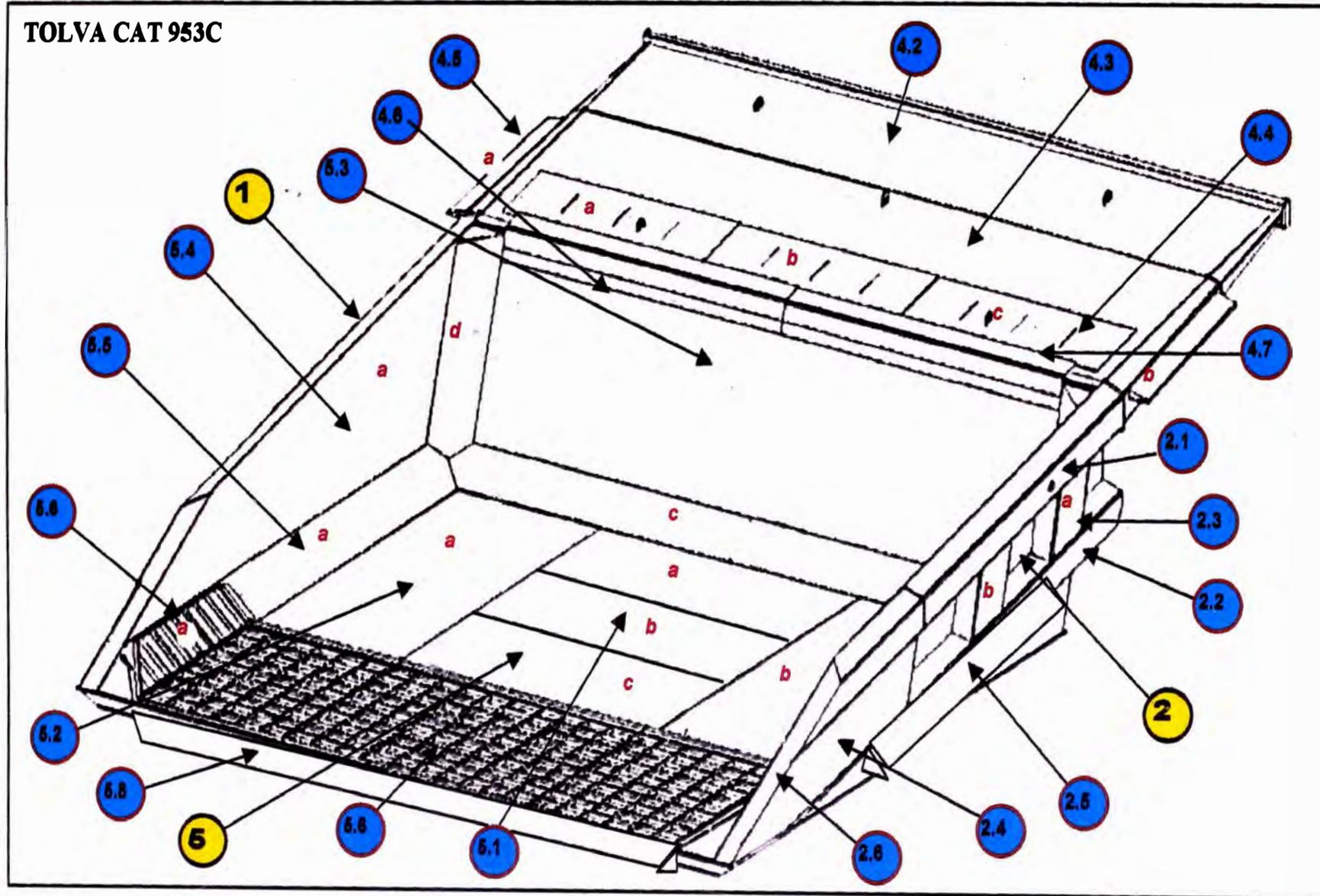
los costos tangibles e intangibles (especialmente importante definir los criterios para los costes intangibles).

- 5 *Prueba piloto del sistema propuesto:* Es aconsejable probar el sistema diseñado primero en una de las partes de la empresa donde su aceptación se comprenda como menos complicada, para poder analizar el funcionamiento en la práctica y poder hacer mejoras y cambios antes de su implantación en toda la empresa.

- 6 *Implantación de un control presupuestario a los costos totales de la calidad:* Una vez que el sistema haya funcionado con éxito durante algún tiempo en la empresa, conviene comenzar a preparar presupuestos de los correspondientes costos relativos a la calidad. Ya que esto nos permitirá hacer análisis de desviaciones respecto a los datos previstos y reales que serán muy útiles a la hora de gestión.

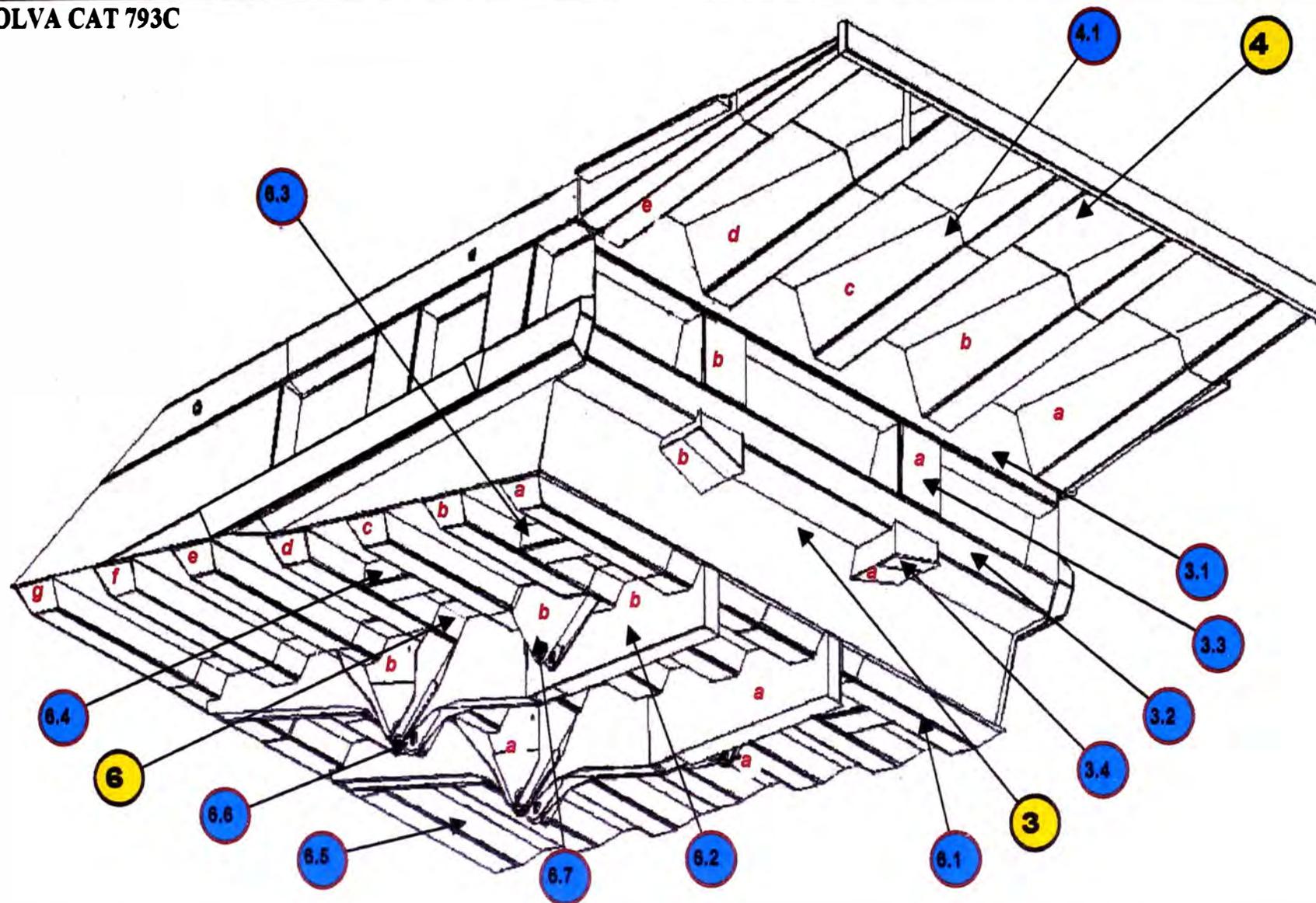
- A.** Esquemas de tolvas
- B.** Informe de Inspección.
- C.** Registro Fotográfico.
- D.** Método para calcular Costos de Calidad.
- E.** Diagrama de Causa y Efecto de trabajos de Soldadura de mala calidad.
- F.** Diagrama de Causa y Efecto de Mejoras en Seguridad Industrial.
- G.** Materiales utilizados en la Reparación de Tolvas.
- H.** Monitoreo del Mantenimiento de Camiones Mineros.

TOLVA CAT 953C



ESQUEMA 1

TOLVA CAT 793C



ESQUEMA 2

C Registro Fotográfico:

COMPONENTES DE TOLVAS

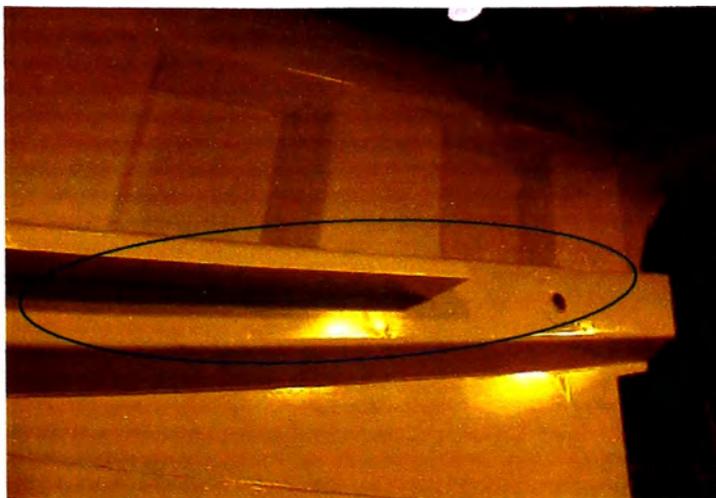
1. Envoltente superior



2. Canal superior



3. Canal inferior



4. Canal lateral vertical



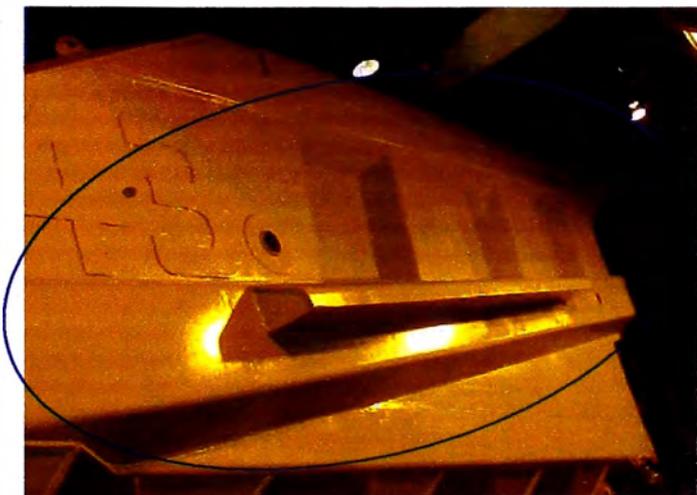
5. Trapecio lateral



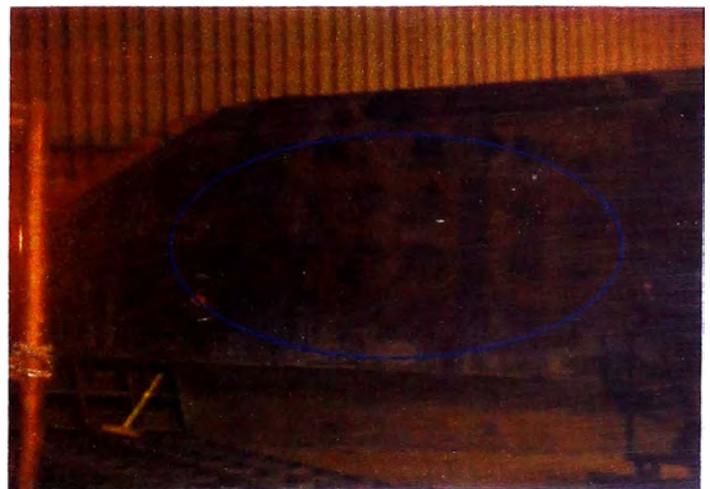
6. Deflector lateral de rocas



7. Plancha lateral desgaste



8. Placa lateral interna de



9. Plancha Frontal



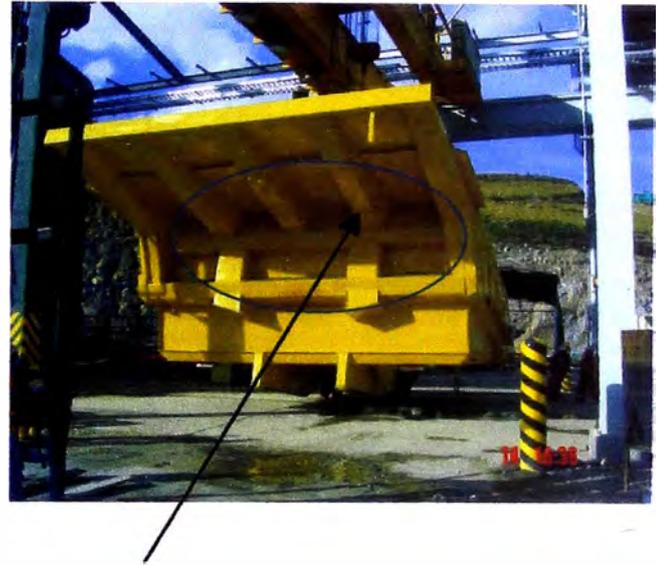
10. Canal superior frontal



11. Canal Central Frontal



12. Canal vertical frontal



13. Canal central de canopy 03 unid.



14. Canal lateral derecho



15. Canal lateral izquierdo



16. Envoltente interior



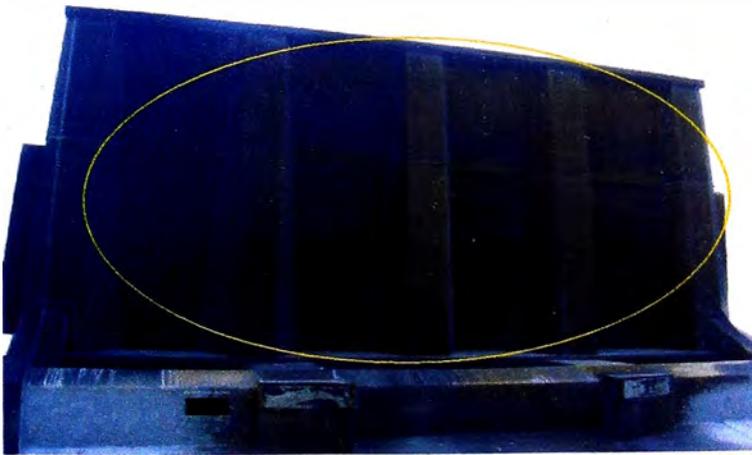
17. Envolverte exterior



18. Deflector de rocas de canopy



19. Plancha de piso de Canopy



20. Plancha de Piso de Tolva



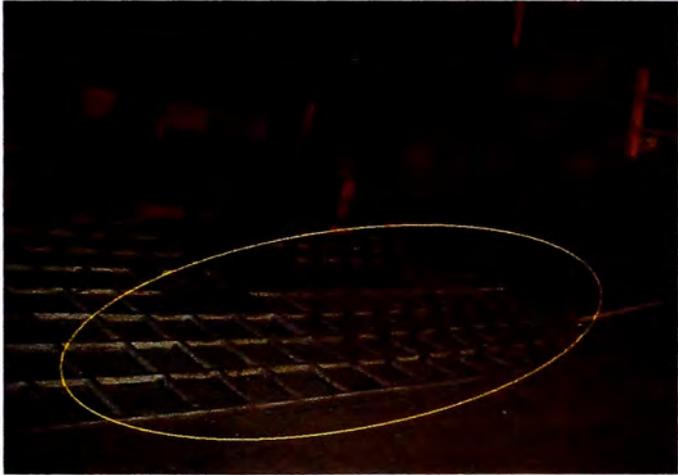
21. Plancha de Transferencia



22. Plancha de Impacto



23. **Platinas antidesgaste**



24. **Canal inferior**



25. **Plancha para chasis.**



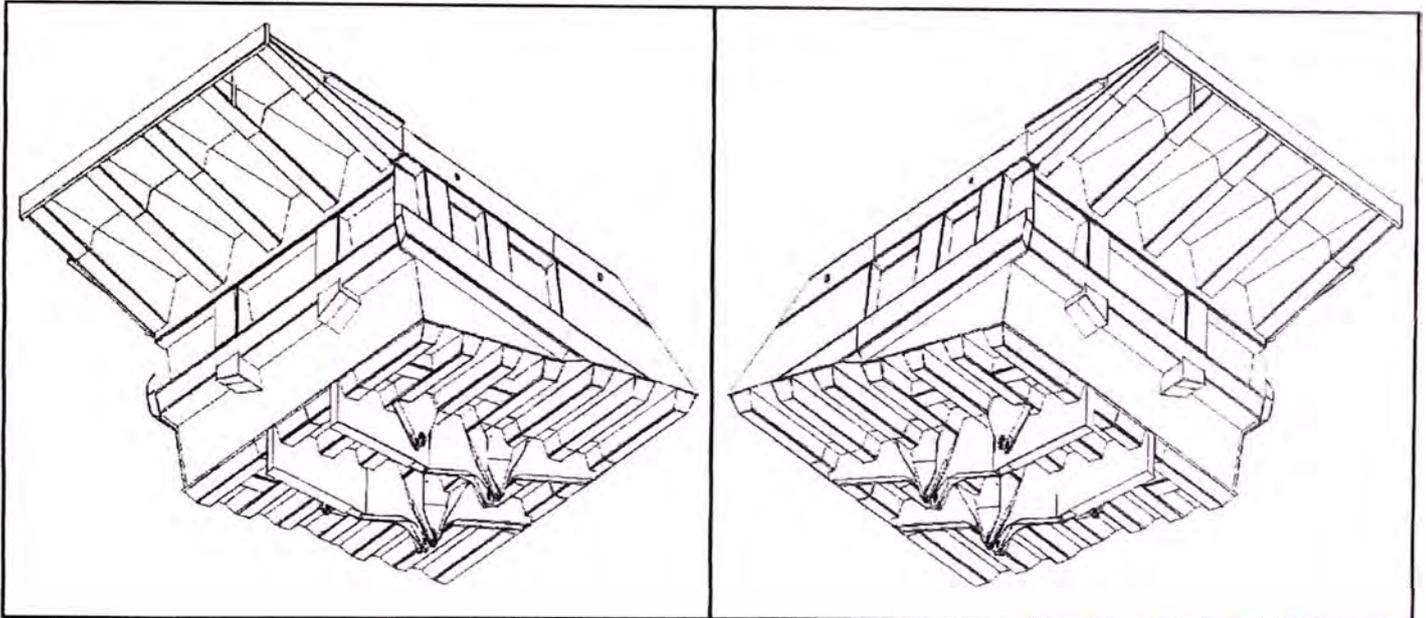
BIBLIOGRAFIA

1. Manual de Soldador, novena edición, CESOL (Asociación Española de Soldadura y Tecnologías de Unión.
2. Seguridad en Soldadura, corte y procesos relacionados, Norma ANSI Z 49.1:2005.
3. Manual de Soldador; EXSA.
4. Las siete nuevas herramientas para la mejora de la Calidad, José F. Vilar Barrio. Managing Quality, David Garvini.

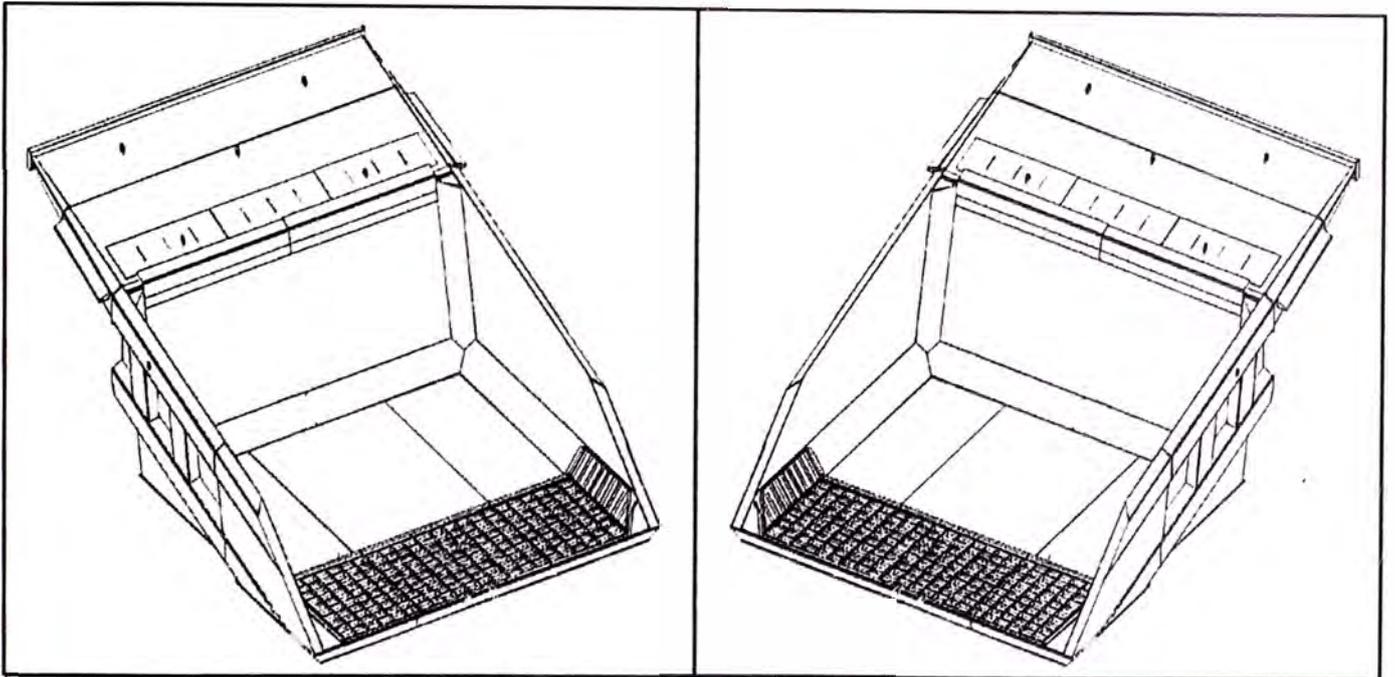
ANEXOS

- A.** Esquemas de tolvas
- B.** Informe de Inspección.
- C.** Registro Fotográfico.
- D.** Método para calcular Costos de Calidad.
- E.** Diagrama de Causa y Efecto de trabajos de Soldadura de mala calidad.
- F.** Diagrama de Causa y Efecto de Mejoras en Seguridad Industrial

A) Esquemas de Inspección de Tolvas:



Nº	Parte de la tolva	Bueno	Abollado (Largo X ancho) cm x cm	Rajado (Longitud) cm	Plancha levantada	No tiene Plancha	Comentarios
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							



N°	Parte de la tolva	Bueno	Abollado (Largo X ancho) cm x cm	Rajado (Longitud) cm	Plancha levantada	No tiene Plancha	Comentarios
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							

PARTES DE TOLVA

Nº	PARTES DE LA TOLVA	OBSERVACIONES
1	LATERAL IZQUIERDA	
1.1	Canal superior	Ubicación similar - lado derecha
1.2	Canal inferior	Ubicación similar - lado derecha
1.3	Canal vertical	Ubicación similar - lado derecha
1.4	Canal posterior	Ubicación similar - lado derecha
1.5	Deflector	Ubicación similar - lado derecha
1.6	Trapezio	Ubicación similar - lado derecha
2	LATERAL DERECHA	
2.1	Canal superior	
2.2	Canal inferior	
2.3	Canal vertical	
2.4	Canal posterior	
2.5	Deflector	
2.6	Trapezio	
3	ANTERIOR	
3.1	Canal superior	
3.2	Canal medio	
3.3	Canal vertical	
3.4	Estructura de soporte	
4	CANOPY	
4.1	Canal	
4.2	Plancha delantera	
4.3	Plancha posterior	
4.4	Refuerzo	
4.5	Deflector de Canopi	
4.6	Envolvente interior	
4.7	Envolvente exterior	
5	INTERIOR DE TOLVA	
5.1	Plancha de impacto	
5.2	Plancha base lateral	
5.3	Plancha anterior	
5.4	Plancha lateral	
5.5	Plancha de transferencia	
5.6	Parrilla antidesgaste central	
5.7	Parrilla antidesgaste lateral	
5.8	Cola de pato	
6	INFERIOR DE TOLVA	
6.1	Canal	
6.2	Viga principal	
6.3	Canal interior anterior	
6.4	Canal interior posterior	
6.5	Soporte de bota piedra	
6.6	Soporte de pin de pivot	
6.7	Soporte de pistón de levante	

* Ver esquemas 1 y 2

B.- Informe de Inspección.

INFORME DE INSPECCIÓN DE TOLVAS

N° EQUIPO	:	HT 028
REALIZADO POR	:	CARLOS DAVILA IGNACIO
METODOLOGIA	:	INSPECCION VISUAL
LUGAR DE INSPECCIÓN	:	TRUCK SHOP
FECHA DE INSPECCION	:	30.08.05

MATERIALES UTILIZADOS PARA RECUPERAR TOLVA CAT 793

Item	COMPON.	CODIGO	DESCRIPCION 1	MATERIAL	DESCRIPCION 2
		ELIPSE			
1	LATERAL	65615	ENVOLVENTE SUPERIOR (PART.)	ASTM A 514	CANAL U 3/4"X0.175MTX0.275MTX6 m
2		64600	CANAL SUPERIO	ASTM A 514	CANAL C 3/8"X10"X16"X10"X6M
3		64428	CANAL INFERIOR	ASTM A 514	CANAL C 1/4"X10"X16"X10"X6M
4		64444	CANAL LATERAL VERTICAL	ASTM A 514	CANAL C 1/4"X10"X20"X10"X6M
5		70870	TRAPECIO LATERAL	ASTM A 36	ANGULO 5/8"X5.1/2"X5.1/2"
6		263087	DEFLECTOR DE ROCAS		PL 3/8" Y 1/4" (102 KG)
7		130146	PLANCHA LATERAL	HBN 400	PLANCHA DE 3/8"x10'x20'
8		130146	PLACA LATERAL DE REFUERZO	HBN 400	PLANCHA DE 3/8"x10'x20'
9	FRONTAL	376707	PLANCHA FRONTAL	HBN 400	PLANCHA DE 1/2"x10'x20'
10		64493	CANAL SUPERIOR FRONTAL	ASTM A 514	CANAL L DE 1/4"X0.77Mx0.36Mx6M
11		64519	CANAL CENTRAL FRONTAL	ASTM A 514	U DE 1/4"X0.53Mx0.28Mx0.51Mx6M
12		64535	CANAL VERTICAL FRONTAL	ASTM A 514	U 1/4"X0.45Mx0.60Mx0.45Mx0.75M
13	CANOPY	64550	CANAL CENTRAL-CANOPY	ASTM A 514	CANAL U 1/4"
14		64576	CANAL LATERAL DERECHO	ASTM A 514	CANAL U 1/4"
15		64592	CANAL LATERAL IZQUIERDO	ASTM A 514	CANAL U 1/4"
16		65656	ENVOLVENTE INTERIOR	HBN 400	ANGULO DE 1/2" X 273" X 273"
17		65672	ENVOLVENTE EXTERIOR	HBN 400	ANGULO DE 1/2" X 462" X 452"
18		63347	DEFLECTOR DE ROCAS		PL 3/8" Y 1/4" (KG)
19	130146	PLANCHA PISO CANOPY	HBN 400	PLANCHA DE 3/8"x10'x20'	
20	PISO	145920	PLANCHA DE PISO	HBN 400	PLANCHA DE 3/4"x10'x20'
21		145888	PLANCHA DE TRANSFERENCIA	HBN 400	PLANCHA DE 3/4"x4'x8'
22		145888	PLANCHA DE IMPACTO)	HBN 400	PLANCHA DE 3/4"x4'x8'
23		142604	PARRILLA ANTIDESGASTE	HBN 400	PLATINA DE 1" x 2" x 6 m
24	INFERIOR	64600	CANAL INFERIOR A514	ASTM A 514	CANAL C 3/8"X10"X16"X10"X6M
25		145342	PLANCHA PARA CHASIS	ASTM A 36	PLANCHA 3/8"X4' X8'

ITEM	PARTES DE LA TOLVA	INSPECCION VISUAL DE TOLVA			TRABAJOS DE REPARACIÓN A EFECTUARSE								
		UBICACION	TIPO DE AVERIA	FOTO N°	DESCRIPCION DEL TRABAJO	MATERIAL			ESTIMADO H.H.				
						TIPO	DIM.	CANT					
5. INTERIOR DE TOLVA													
5.1.a	Plancha de impacto anterior	Central	Roturas parciales	11, 12	Cambio de plancha	HBN 400	¾" x 5' x 10'	1	65				
5.1.b	Plancha de impacto medio	Central	Roturas parciales	11, 12	Cambio de plancha	HBN 400	¾" x 5' x 10'	1	65				
5.1.c	Plancha de impacto posterior	Central	Roturas parciales	11, 12	Cambio de plancha	HBN 400	¾" x 5' x 10'	1	65				
5.2.a	Plancha de piso lateral izquierdo	Central	Agrietamiento	11, 14	Parchado de plancha	HBN 400			6				
5.2.b	Plancha de piso lateral derecho												
5.3	Plancha anterior												
5.4.a	Plancha base lateral izquierdo								8				
5.4.b	Plancha base lateral derecho	Posterior	Agrietamiento	9	Parchado	HBN 400			55				
5.5.a	Plancha de transferencia izquierda	Central y laterales	Roturas parciales	7	Cambio de plancha	HBN 400			4				
5.5.b	Plancha de transferencia derecha	Anterior	Rajaduras	9	Reparación por soldadura				55				
5.5.c	Plancha de transferencia anterior	Central y laterales	Roturas parciales	8	Cambio de plancha	HBN 400			6				
5.5.d	Plancha de transferencia vertical izq.	Superior	Rajaduras	7, 8	Reparación por soldadura				12				
5.5.e	Plancha de transferencia vertical der.	Superior, inferior	Rajaduras	8, 9	Reparación por soldadura				15				
5.6	Parrilla antidesgaste central	Central	Desgaste del 15% de la parrilla	13	Reparación de la parrilla	HBN 400							
5.7.a	Parrilla antidesgaste lateral izquierda												
5.7.a	Parrilla antidesgaste lateral derecha												
5.8	Cola de pato			13	Instalación de cola de pato	HBN 400			150				
6. INFERIOR DE TOLVA													
6.1.a	Canal a								5				
6.1.b	Canal b	Central	Rajaduras	18, 19	Reparación por soldadura				5				
6.1.c	Canal c	Central	Rajaduras	18, 19	Reparación por soldadura				6				
6.1.d	Canal d	Laterales	Rajaduras	23, 24	Reparación por soldadura				3				
6.1.e	Canal e	Central	Rajaduras	16	Reparación por soldadura								
6.1.f	Canal f								5				
6.1.g	Canal g	Central	Rajaduras	20	Reparación por soldadura								
6.2.a	Viga principal izquierdo												
6.2.b	Viga principal derecho								3				
6.3.a	Canal interior anterior izquierdo	Anterior	Rajaduras	22	Reparación por soldadura				3				
6.3.b	Canal interior anterior derecho	Anterior	Rajaduras	21	Reparación por soldadura								
6.4.a	Canal interior posterior izquierdo												
6.4.b	Canal interior posterior derecho								3				
6.5.a	Soporte de pistón de levante izq.	Soportes	Rajaduras	24	Reparación por soldadura				3				
6.5.b	Soporte de pistón de levante der.	Soportes	Rajaduras	23	Reparación por soldadura				6				
6.6.a	Soporte de pin de pivot izquierdo	Soportes	Rajaduras	14, 15	Reparación por soldadura				6				
6.6.b	Soporte de pin de pivot derecho	Soportes	Rajaduras	16, 17	Reparación por soldadura								
6.7.a	Soporte de bota piedra izquierdo												
6.7.b	Soporte de bota piedra derecho												
OBSERVACIONES:					7. ARENADO DE TOLVA								
					Arenado								
					8. PINTADO DE TOLVA								
					Limpieza								40
					Pintado								55
					TOTAL HORAS HOMBRE			852					

FOTOGRAFÍAS DE AVERÍAS



FOTO N° 1



FOTO N° 2

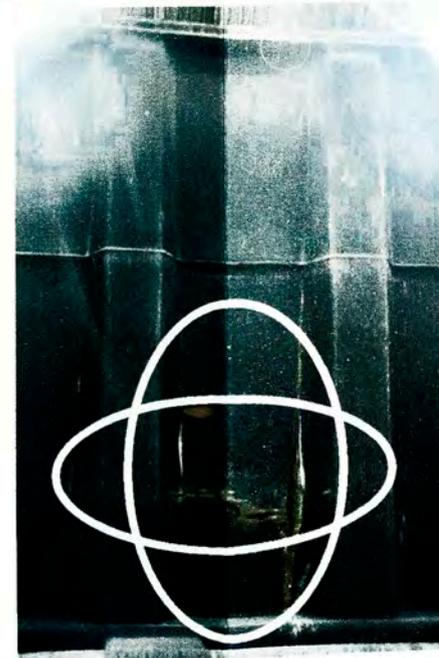


FOTO N° 3



FOTO N° 4



FOTO N° 5



FOTO N° 6

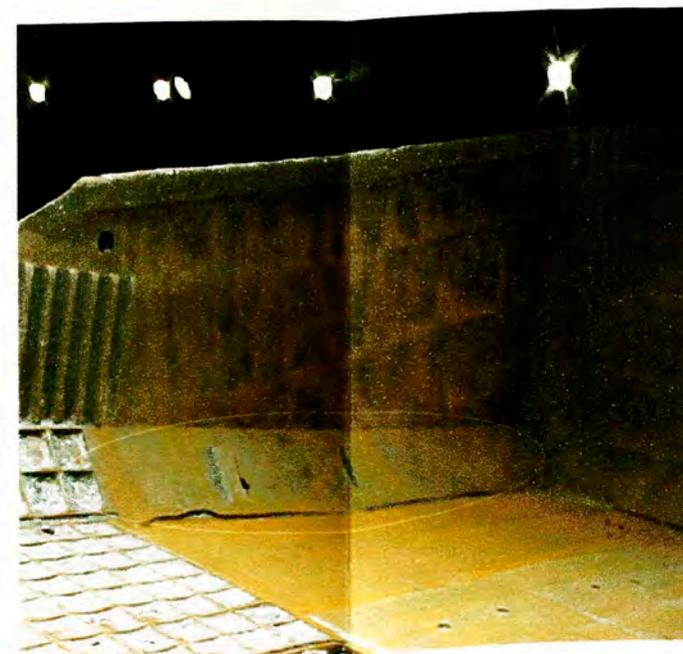


FOTO N° 7



FOTO N° 8

FOTOGRAFÍAS DE AVERÍAS

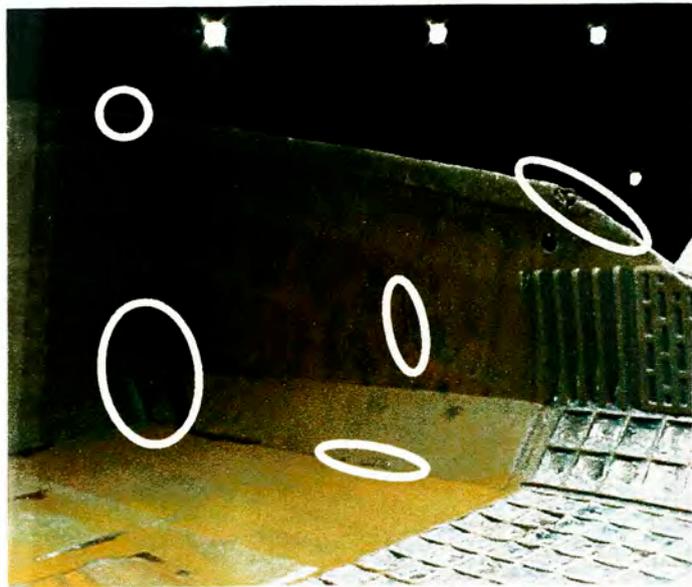


FOTO N° 9

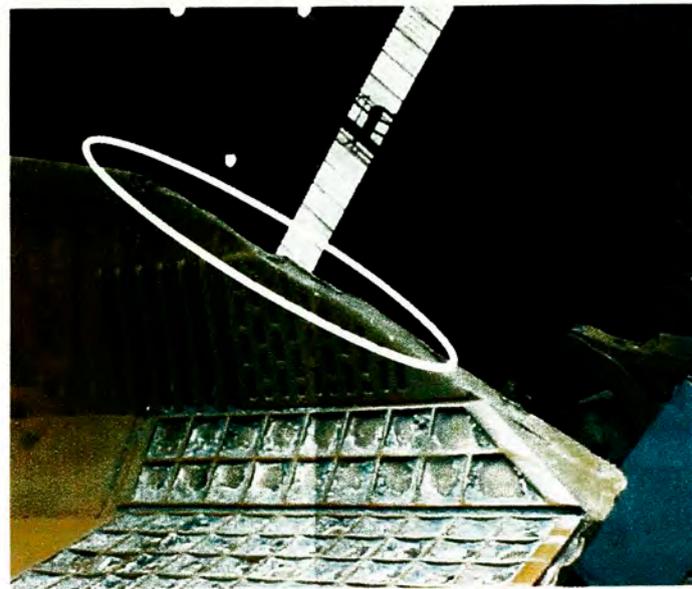


FOTO N° 10

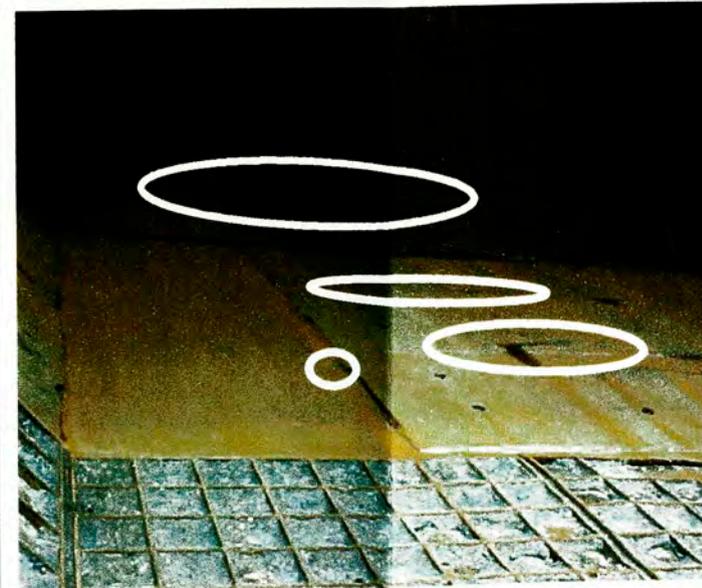


FOTO N° 11



FOTO N° 12

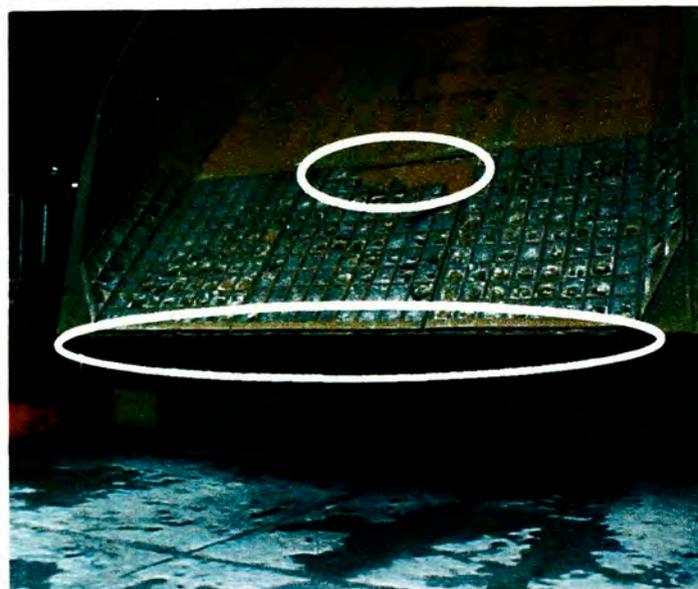


FOTO N° 13



FOTO N° 14



FOTO N° 15



FOTO N° 16

FOTOGRAFÍAS DE AVERÍAS



FOTO N° 17



FOTO N° 18

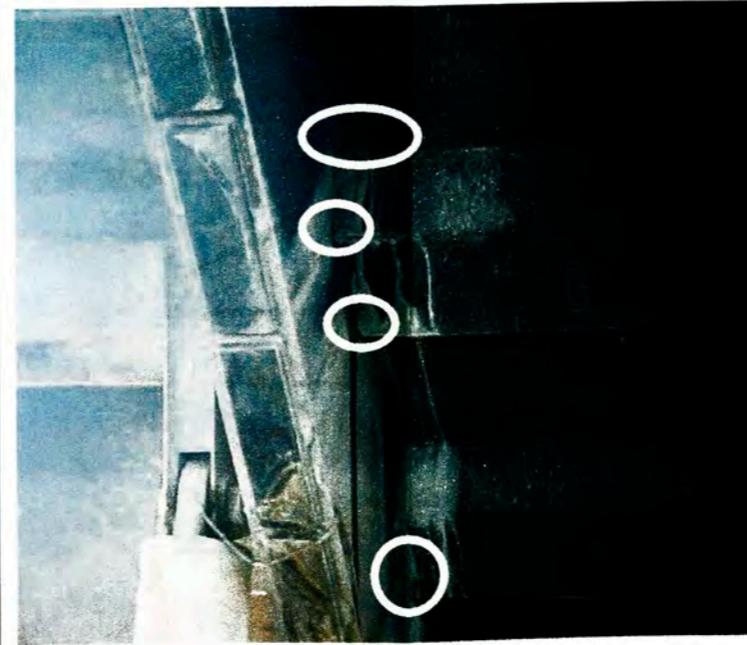


FOTO N° 19



FOTO N° 20



FOTO N° 21

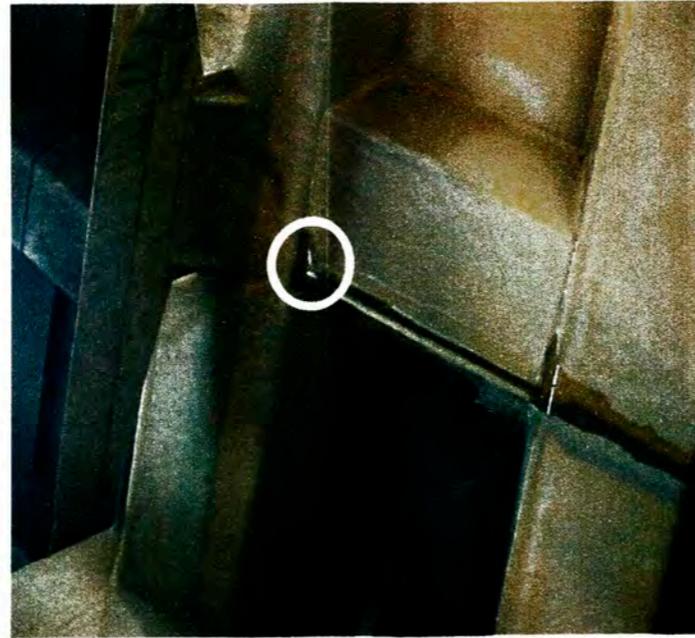


FOTO N° 22

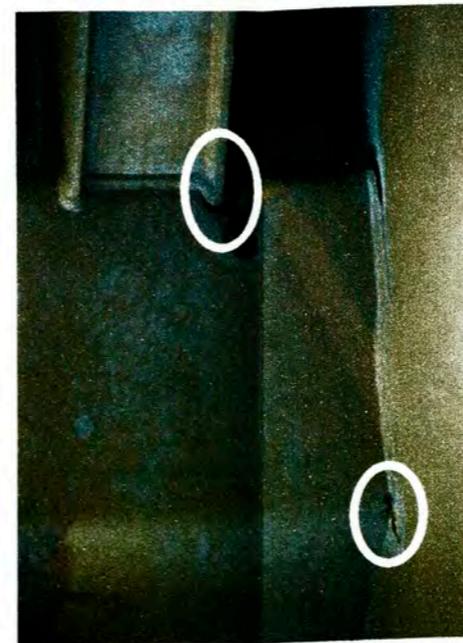


FOTO N° 23

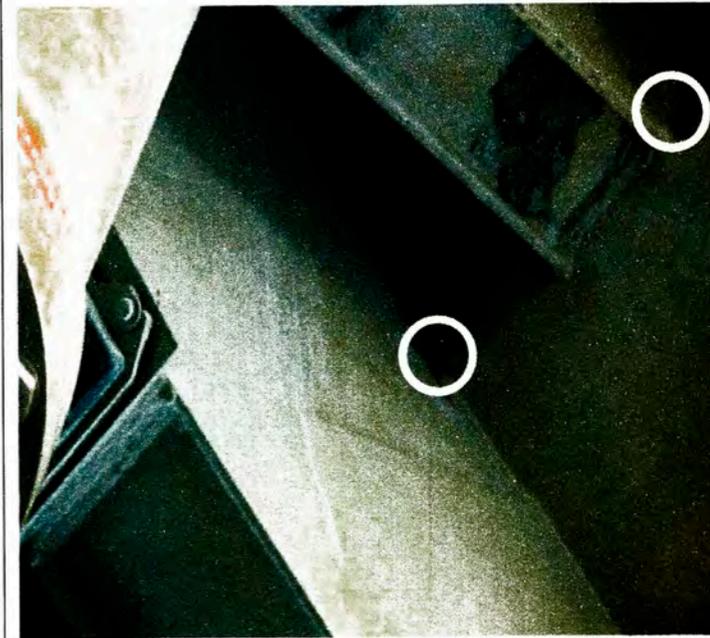


FOTO N° 24

D. Método para calcular Costos de Calidad.

Presentamos una metodología para calcular el costo de la calidad.

CÁLCULO DE COSTES DE CALIDAD POR UNIDAD DE PRODUCTO

Para llevar a cabo este cálculo es muy útil emplear el método de las secciones que hemos explicado en el apartado de sistemas de costos. Vamos a hacer el cálculo de las secciones, el cálculo de los costos de calidad por unidad de producto.

Definimos las siguientes secciones en el taller de soldadura:

SECCIONES PRINCIPALES

- Armado
- Soldadura
- Reparación de Bocinas
- Pintado

SECCIONES AUXILIARES

- Mantenimiento
- Dirección
- Calidad

Mostramos los costos de cada una de las secciones del proceso de reparación de tolvas:

CALCULO DE COSTOS DE CALIDAD POR UNIDAD DE TOLVA (\$)							
	SECCIONES PRINCIPALES				SECCIONES AUXILIARES		
	ARMADO	SOLDADURA	BOCINAS	PINTADO	MANTENIMIENTO	DIRECCION	CALIDAD
MATERIALES	1300	100	30	35	10	5	5
PERSONAL	25	60	20	10	4	3	5
ALIMENTACION	20	25	10	10	2	3	3
IMPL. SEGURIDAD	4	5	3	4	2	3	2
TOTAL	1349	190	63	69	18	14	15

Asignamos los costos de las secciones auxiliares a las secciones principales:

Para ello tomamos los costos de cada una de estas secciones auxiliares y repartimos sus costos entre las secciones principales.

Reparto costos sección Mantenimiento:

Repartimos en función del número de averías o reparaciones que el departamento de mantenimiento atiende en cada una de las secciones principales. La media de averías por día que tiene que atender Mantenimiento en las distintas secciones es:

SECCION	N° AVERIAS
ARMADO	2
SOLDADURA	6
BOCINAS	1
PINTADO	1
TOTAL AVERIAS	10

Si los costes de Mantenimiento son de \$ 18 para hacer el reparto de costos, haremos en porcentaje el número de averías:

Total N° de Averías: 10 (=2+6+1+1)

% correspondiente a Armado: 20% (=2/10*100)

% correspondiente a Soldadura: 60% (=6/10*100)

% correspondiente a Bocinas: 10% (=1/10*100)

% correspondiente a Pintado: 10% (=1/10*100)

Por tanto el reparto quedará:

Armado: \$ 3.6. (=20%*18)

Soldadura: \$ 10.8 (=60%*18)

Soldadura: \$ 10.8 (=60%*18)

Bocinas: \$ 1.8 (=10%*18)

Pintado: \$ 1.8. (=10%*18)

REPARTO DE COSTOS SECCION MANTENIMIENTO			
SECCION	Nº AVERIAS	% PARTICIPACIÓN	REPARTO (\$)
ARMADO	2	20%	3.6
SOLDADURA	6	60%	10.8
BOCINAS	1	10%	1.8
PINTADO	1	10%	1.8
TOTAL AVERIAS	10	100%	

Reparto costos sección Dirección:

El reparto de los costes de dirección suele ser más complicado y subjetivo en la mayor parte de las empresas. Vamos a asignar las horas que al día la dirección dedica a cada una de las secciones principales. Por ejemplo se va a suponer que de 11 horas al día que se trabaja en dirección, se dedican a cada una de las secciones principales las siguientes, el resto de las horas se dedica a otros trabajos que en la mina se tienen:

SECCION	Nº HORAS
ARMADO	1
SOLDADURA	2
BOCINAS	0.5
PINTADO	0.5
TOTAL HORAS	4

Si los costes de Dirección ascienden a \$ 18 U.S. para hacer el reparto de costos en porcentaje al N° de horas:

Total N° Total de horas: 4

% correspondiente a Armado: 25% ($=1/4*100$)

% correspondiente a Soldadura: 50% ($=2/4*100$)

% correspondiente a Bocinas: 13% ($=0.5/4*100$)

% correspondiente a Pintado: 13% ($=0.5/4*100$)

Por tanto el reparto quedará:

Armado: \$ 3.5. ($=25%*14$)

Soldadura: \$ 7.0 ($=50%*14$)

Bocinas: \$ 1.75 ($=13%*14$)

Pintado: \$ 1.75 ($=13%*14$)

REPARTO DE COSTOS SECCION DIRECCION (\$)			
SECCION	N° HORAS	% PARTICIPACIÓN	REPARTO
ARMADO	1	25%	3.5
SOLDADURA	2	50%	7.0
BOCINAS	0.5	13%	1.75
PINTADO	0.5	13%	1.75
TOTAL HORAS	4	100%	

Reparto costos sección Calidad:

Para llevar a cabo el reparto de costos de calidad vamos a dividir primero los costos de calidad en sus tres tipos, y ver el costo de cada unos de ellos:

SECCION	COSTO(\$)
PREVENCION	3
EVALUACION	7.5
FALLOS	4.5
TOTAL HORAS	15

A continuación vamos a hacer un reparto de los costos de los tres conceptos en las cuatro secciones principales, atendiendo al número de horas que invierte el departamento de calidad en cada una de las secciones:

El porcentaje de horas dedicadas por cada uno de los conceptos a cada uno de los departamentos es: (se expresan los tiempos en minutos, cantidad de minutos del día dedicados a cada función/sección)

(Total de minutos día: $660 \text{ mn/día} = 11 \text{ horas/día} * 60 \text{ mn/hora}$)

DISTRIBUCION DE TIEMPOS A SECCIONES PRINCIPALES (mn)				
TIPO DE COSTO	PREVENCION	EVALUACION	FALLOS	TOTAL
SECCION				
ARMADO	70	90	90	250
SOLDADURA	90	120	95	305
BOCINAS	10	30	20	60
PINTADO	10	13	22	45
TOTAL (mn)	180	253	227	660

La tabla anterior nos proporciona una gran cantidad de información:

Por una parte muestra el tiempo al día que se dedica a Prevención (180 mn) a Evaluación (253) y a Fallos (227).

Por otra parte muestra los tiempos dedicados por calidad a los distintos departamentos, 250 mn a Armado, 305 a Soldadura, 60 a Bocinas y 45 a pintado.

Ahora para calcular el costo que suponen estos minutos dedicados a cada actividad, no hay más que expresar estas unidades en porcentaje del tiempo total y multiplicarlos por los costos totales de la sección calidad:

DISTRIBUCION DE COSTOS DE CALIDAD A SECCIONES PRINCIPALES (\$)				
TIPO DE COSTO	PREVENCION	EVALUACION	FALLOS	TOTAL
SECCION				
ARMADO	2	2	2	6
SOLDADURA	2	3	2	7
BOCINAS	0	1	0	1
PINTADO	0	0	0	1
TOTAL(\$)	4	6	5	15

En la tabla anterior tenemos ya el reparto de la sección calidad entre las secciones principales:

SECCION	COSTOS
ARMADO	6
SOLDADURA	7
BOCINAS	1
PINTADO	1
TOTAL (\$)	15

Cálculo costos totales de cada sección:

En la siguiente tabla se muestran como queda el conjunto de reparto de costos de las tres secciones auxiliares entre las distintas secciones principales. Además están calculados los costos totales de las secciones principales (tras el reparto de los costos de las secciones auxiliares):

CALCULO DE COSTOS TOTALES DE CADA SECCION (\$)							
	SECCIONES PRINCIPALES				SECCIONES AUXILIARES		
	ARMADO	SOLDADURA	BOCINAS	PINTADO	MAINTENIMIENTO	DIRECCION	CALIDAD
COSTOS POR SECCION	1349	190	63	59	18	14	15
REPARTO COSTO SECCION AUXILIAR MANTENIMIENTO	4	11	2	2	-18		
REPARTO COSTO SECCION AUXILIAR DIRECCION	4	7	2	2		-14	
REPARTO COSTO SECCION AUXILIAR CALIDAD	6	7	1	1			-15
COSTOS TOTALES SECCIONES PRINCIPALES	1362	215	68	64	0	0	0

A continuación vamos a calcular el costo unitario de obra de cada sección principal:

Para ello tenemos que dividir el costo total de cada sección principal entre el n° de unidades de obra consumidas en el periodo que tomamos como referencia (en nuestro caso un día).

Como ya se ha explicado en el capítulo III de sistemas de costos, la unidad de obra de cada sección es la unidad de medida de la actividad. Por tanto vamos a definir a continuación las unidades de medida de las cuatro secciones principales:

Armado: vamos a suponer que la unidad de medida son el número de horas trabajadas, que en un día a dos turnos de 11 horas, son 22 horas.

Soldadura: vamos a suponer que también la unidad de medida son el número de horas trabajadas, pero que sólo hay dos turnos de 11 horas cada uno, por tanto el número de unidades de obra en un día son en este caso, 22 horas.

Bocina: vamos a suponer que también la unidad de medida son el número de horas trabajadas, pero que sólo hay un turno de 2 horas cada uno, por tanto el número de unidades de obra en un día son en este caso, 2 horas

Pintura: vamos a suponer que también la unidad de medida son el número de horas trabajadas, pero que sólo hay un turno de 2 horas cada uno, por tanto el número de unidades de obra en un día son en este caso, 2 horas.

HORAS TRABAJADAS EN CADA SECCION PRINCIPAL - DIARIO	
ARMADO	22
SOLDADURA	22
BOCINAS	2
PINTADO	2

Armado: $1362/22= 62$

Soldadura: $215/22= 10$

Bocinas: $68/2= 34$

Pintado: $64/2= 32$

COSTO DE UNIDAD TOLVA POR SECCIÓN (\$)	
ARMADO	62
SOLDADURA	10
BOCINAS	34
PINTADO	32

CALCULO DE COSTOS UNITARIO DE CADA SECCION (\$)							
	SECCIONES PRINCIPALES				SECCIONES AUXILIARES		
	ARMADO	SOLDADURA	BOCINAS	PINTADO	MANTENIMIENTO	DIRECCION	CALIDAD
COSTOS POR SECCION	1349	190	63	59	18	14	15
REPARTO COSTO SECCION AUXILIAR MANTENIMIENTO	3.6	10.8	1.8	1.8	-18	0	0
REPARTO COSTO SECCION AUXILIAR DIRECCION	4	7	2	2	0	-14	0
REPARTO COSTO SECCION AUXILIAR CALIDAD	6	7	1	1			-15
COSTOS TOTALES SECCIONES PRINCIPALES	1362	216	68	64	0	0	0
N° DE HORAS POR SECCION	22	22	2	2			
COSTO DE UNIDAD DE OBRA POR SECCION	62	10	34	32			

Vamos a calcular ahora el costo de una unidad de producto en cada sección:

Para ello lo primero es definir el número de horas empleadas en cada sección para reparar una tolva:

Armado: Se precisan 980 horas de armado para cada tolva.

Soldadura: Se dedican 2500 horas de soldadura para cada tolva.

Bocinas: Se dedican 120 horas para fabricar e instalar las bocinas.

Pintura: Se emplea 80 horas en pintado.

A continuación multiplicamos el costo de unidades de horas de sección por el número de unidades de obra necesarias para conseguir una unidad de producto en cada sección:

TIEMPO DE REPARACION DE CADA TOLVA - SECCIONES (HRS)	
ARMADO	980
SOLDADURA	2500
BOCINAS	120
PINTADO	80

CALCULO DEL COSTOS DE LA REPARACION GENERAL DE TOLVA POR CADA SECCION							
	SECCIONES PRINCIPALES				SECCIONES AUXILIARES		
	ARMADO	SOLDADURA	BOCINAS	PINTADO	MANTENIMIENTO	DIRECCION	CALIDAD
COSTOS POR SECCION	1349	190	63	59	18	14	15
REPARTO COSTO SECCION AUXILIAR MANTENIMIENTO	3.6	10.8	1.8	1.8	-18	0	0
REPARTO COSTO SECCION AUXILIAR DIRECCION	4	7	2	2	0	-14	0
REPARTO COSTO SECCION AUXILIAR CALIDAD	6	7	1	1	0	0	-15
COSTOS TOTALES SECCIONES PRINCIPALES	1362	216	68	64	0	0	0
Nº DE HORAS POR SECCIÓN	22	22	2	2			
COSTO DE UNIDAD TOLVA POR SECCIÓN	62	10	34	32			
TIEMPO NECESARIO PARA FABRICAR UNA TOLVA EN CADA SECCION	980	2500	120	80			
COSTO DE UNA TOLVA POR CADA SECCION	60661	24401	4075	2543			

Por tanto el costo de reparación de una tolva será \$ 91680.00 U.S.
(=24401.00+4075.00+2543.00)

A continuación vamos a calcular los costos de calidad tanto por secciones por reparación de una tolva:

Primero vamos a calcular los porcentajes que suponen los costos de calidad en cada una de las secciones:

Armado: 38% (=5.7/15*100)

Soldadura: 46% (=6.9/15*100)

Bocinas: 9 % (=1.4/15*100)

Pintado: 7% ($=0.7/15*100$)

PORCENTAJE DE COSTOS POR SECCIONES	
ARMADO	0.38
SOLDADURA	0.46
BOCINAS	0.09
PINTADO	0.07
TOTAL	1.0

Ahora vamos a calcular los costos de calidad por sección por cada tolva reparada:

COSTO DE CALIDAD POR SECCION - REPARAR 01 TOLVA			
TIPO DE COSTO	COSTO UNIT PRODUC	% SECCIONES	COSTO DE CALIDAD
SECCION			
ARMADO	60661	0.38	22991
SOLDADURA	24401	0.46	11273
BOCINAS	4075	0.09	371
PINTADO	2543	0.07	173
TOTAL (mn)	91680	1.0	34808

Esto supone que un 38% ($=34808/91680*100$) del coste del producto lo supone la calidad, es decir, las actividades relacionadas con la calidad.

COSTO DE REPARACIÓN DE 01 TOLVA	91680
COSTO DE CALIDAD POR TOLVA REPARADA	34808
RATIO DEL PRODUCTO	38.0%

E. Diagrama de Causa y Efecto de trabajos de Soldadura de mala calidad.

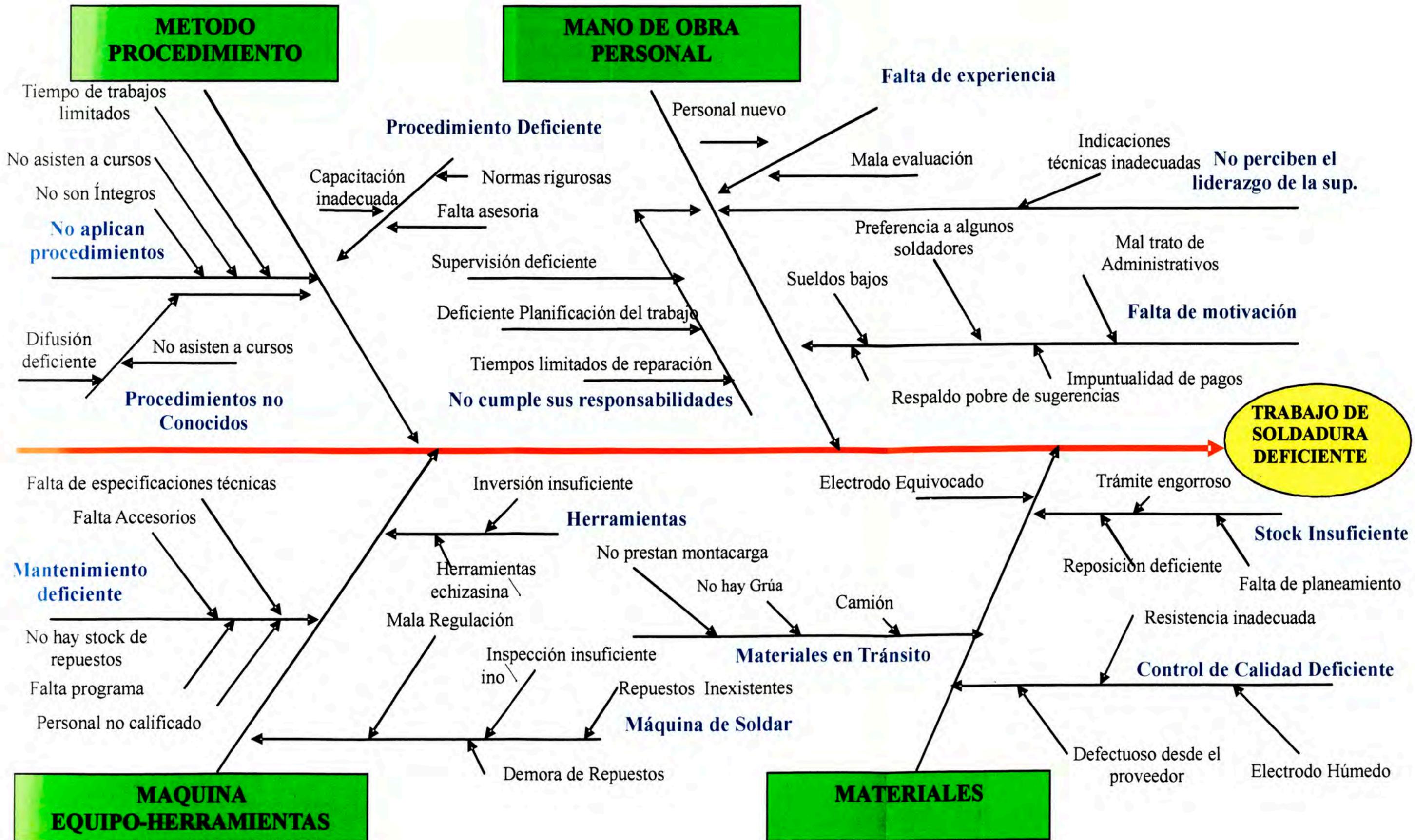
Identificamos las causas que contribuyen a trabajos de soldadura deficiente.

- No se aplican los procedimientos
- Existe difusión deficiente de los procedimientos
- No asisten a cursos de capacitación
- Los procedimientos son deficientes
- La capacitación del personal es inadecuada
- Planificación del trabajo deficiente
- Supervisión inadecuada
- Tiempos limitados de reparación
- Falta de experiencia del personal
- Mala selección de soldadores
- Indicaciones técnicas inadecuadas
- Falta de especificaciones técnicas
- Mantenimiento de equipos de soldadura deficiente
- Falta de repuestos y accesorios
- Mala selección del electrodo
- Soldar con electrodo húmedo
- Control de calidad deficiente
- Soldador desmotivado.

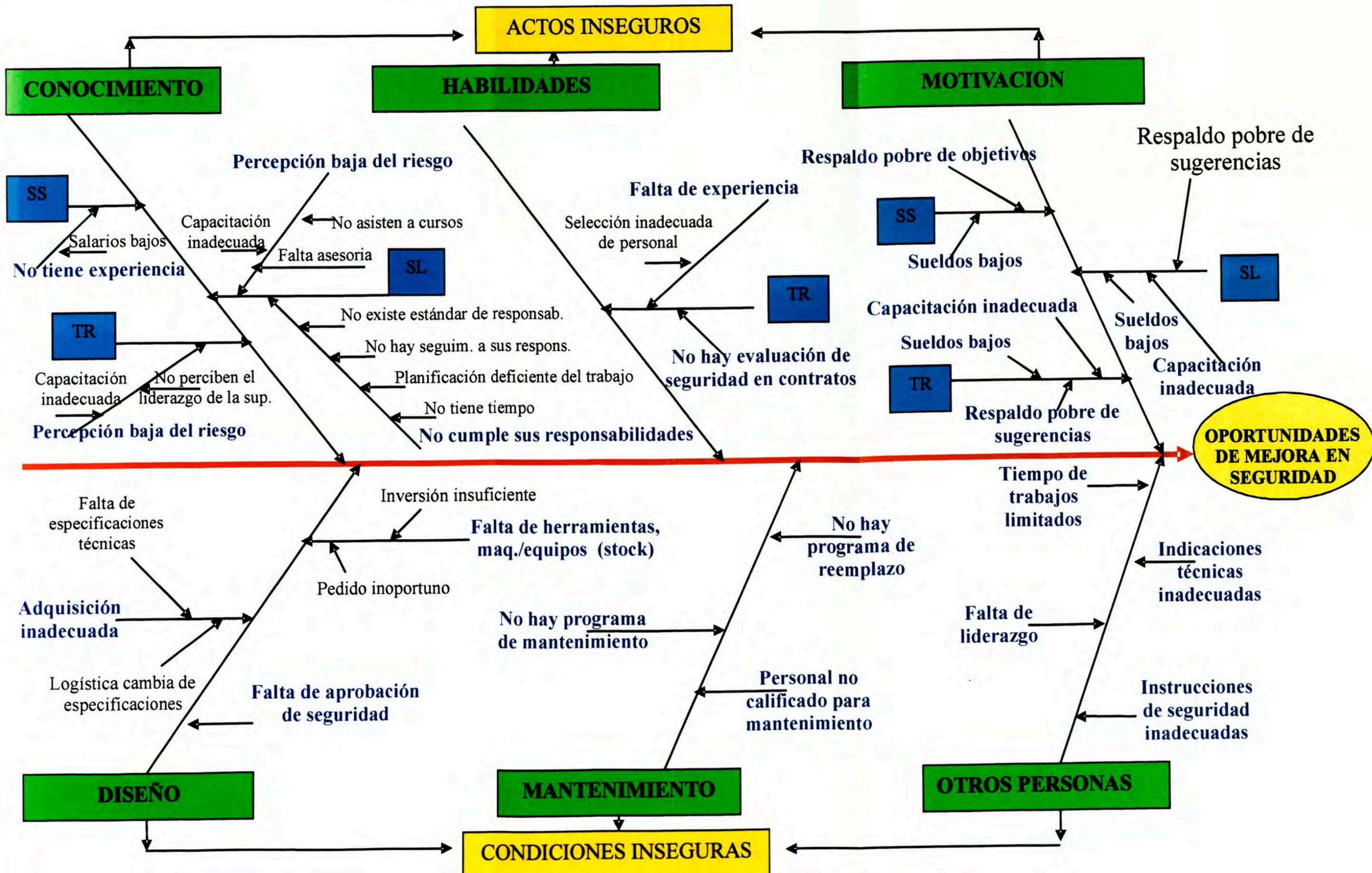
F. Diagrama de Causa y Efecto de Mejoras en Seguridad Industrial.

OPORTUNIDAD DE MEJORA EN TRABAJOS DE SOLDAURA

DIAGRAMA CAUSA Y EFECTO



GESTION PREVENTIVA-EVALUACION CAUSA EFECTO



G. Materiales utilizados en la Reparación de Tolvas



Standard Specification for Carbon Structural Steel¹

This standard is issued under the fixed designation A 36/A 36M; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reapproval. A superscript epsilon (ϵ) indicates an editorial change since the last revision or reapproval.

This standard has been approved for use by agencies of the Department of Defense.

1. Scope

1.1 This specification² covers carbon steel shapes, plates, and bars of structural quality for use in riveted, bolted, or welded construction of bridges and buildings, and for general structural purposes.

1.2 Supplementary requirements are provided for use where additional testing or additional restrictions are required by the purchaser. Such requirements apply only when specified in the purchase order.

1.3 When the steel is to be welded, a welding procedure suitable for the grade of steel and intended use or service is to be utilized. See Appendix X3 of Specification A 6/A 6M for information on weldability.

1.4 For Group 4 and 5 wide flange shapes for use in tension, it is recommended that the purchaser consider specifying supplementary requirements, such as fine austenitic grain size and Charpy V-notch impact testing.

1.5 The values stated in either inch-pound units or SI units are to be regarded separately as standard. Within the text, the SI units are shown in brackets. The values stated in each system are not exact equivalents; therefore, each system is to be used independently of the other, without combining values in any way.

1.6 The text of this specification contains notes or footnotes, or both, that provide explanatory material. Such notes and footnotes, excluding those in tables and figures, do not contain any mandatory requirements.

1.7 For structural products cut from coiled product, the additional requirements, including additional testing requirements and the reporting of additional test results, of A 6/A 6M apply.

2. Referenced Documents

2.1 ASTM Standards:

A 6/A 6M Specification for General Requirements for

Rolled Structural Steel Bars, Plates, Shapes, and Sheet Piling³

A 27/A 27M Specification for Steel Castings, Carbon, for General Application⁴

A 307 Specification for Carbon Steel Bolts and Studs, 60 000 psi Tensile Strength⁵

A 325 Specification for High-Strength Bolts for Structural Steel Joints⁵

A 325M Specification for High-Strength Bolts for Structural Steel Joints [Metric]⁵

A 500 Specification for Cold-Formed Welded and Seamless Carbon Steel Structural Tubing in Rounds and Shapes⁶

A 501 Specification for Hot-Formed Welded and Seamless Carbon Steel Structural Tubing⁶

A 502 Specification for Steel Structural Rivets⁵

A 563 Specification for Carbon and Alloy Steel Nuts⁵

A 563M Specification for Carbon and Alloy Steel Nuts [Metric]⁵

A 570/A 570M Specification for Steel, Sheet and Strip, Carbon, Hot-Rolled, Structural Quality⁷

A 668/A 668M Specification for Steel Forgings, Carbon and Alloy, for General Industrial Use⁸

F 568M Specification for Carbon and Alloy Steel Externally Threaded Metric Fasteners⁵

3. Appurtenant Materials

3.1 When components of a steel structure are identified with this ASTM designation but the product form is not listed in the scope of this specification, the material shall conform to one of the standards listed in Table 1 unless otherwise specified by the purchaser.

4. General Requirements for Delivery

4.1 Material furnished under this specification shall conform to the requirements of the current edition of Specification A 6/A 6M, for the ordered material, unless a conflict exists in which case this specification shall prevail.

¹ This specification is under the jurisdiction of ASTM Committee A01 on Steel, Stainless Steel, and Related Alloys, and is the direct responsibility of Subcommittee A01.02 on Structural Steel for Bridges, Buildings, Rolling Stock, and Ships.

Current edition approved Sept. 10, 2001. Published September 2001. Originally published as A 36 – 60 T. Last previous edition A 36/A 36M – 00a.

² For ASME Boiler and Pressure Vessel Code Applications, see related Specifications SA-36 in Section II of that Code.

³ Annual Book of ASTM Standards, Vol 01.04.

⁴ Annual Book of ASTM Standards, Vol 01.02.

⁵ Annual Book of ASTM Standards, Vol 15.08.

⁶ Annual Book of ASTM Standards, Vol 01.01.

⁷ Annual Book of ASTM Standards, Vol 01.03.

⁸ Annual Book of ASTM Standards, Vol 01.05.

TABLE 1 Appurtenant Material Specifications

NOTE 1—The specifier should be satisfied of the suitability of these materials for the intended application. Chemical composition and/or mechanical properties may be different than specified in A 36/A 36M.

Material	ASTM Designation
Steel rivets	A 502, Grade 1
Bolts	A 307, Grade A or F 568M, Class 4.6
High-strength bolts	A 325 or A 325M
Steel nuts	A 563 or A 563M
Cast steel	A 27/A 27M, Grade 65–35 [450–240]
Forgings (carbon steel)	A 668, Class D
Hot-rolled sheets and strip	A 570/A 570M, Grade 36
Cold-formed tubing	A 500, Grade B
Hot-formed tubing	A 501
Anchor bolts	F 1554

4.1.1 Coiled product is excluded from qualification to this specification until decoiled, leveled, and cut to length. Structural products produced from coil means structural products that have been cut to individual lengths from a coiled product and are furnished without heat treatment. The processor decoils, levels, cuts to length, and marks the product. The processor is responsible for performing and certifying all tests, examinations, repairs, inspections, or operations not intended to affect the properties of the material. For structural products produced from coils, two test results shall be reported for each qualifying coil. See Note 1.

NOTE 1—Additional requirements regarding structural products from coil are described in Specification A 6/A 6M.

5. Bearing Plates

5.1 Unless otherwise specified, plates used as bearing plates

for bridges shall be subjected to mechanical tests and shall conform to the tensile requirements of Section 8.

5.2 Unless otherwise specified, mechanical tests shall not be required for plates over 1 1/2 in. [40 mm] in thickness used as bearing plates in structures other than bridges, subject to the requirement that they shall contain 0.20 to 0.33 % carbon by heat analysis, that the chemical composition shall conform to the requirements of Table 2 in phosphorus and sulfur content, and that a sufficient discard shall be made to secure sound plates.

6. Materials and Manufacture

6.1 The steel for plates and bars over 1/2 in. [12.5 mm] in thickness and shapes other than Group 1 shall be semi-killed or killed.

7. Chemical Composition

7.1 The heat analysis shall conform to the requirements prescribed in Table 2, except as specified in 5.2.

7.2 The steel shall conform on product analysis to the requirements prescribed in Table 2, subject to the product analysis tolerances in Specification A 6/A 6M.

8. Tension Test

8.1 The material as represented by the test specimen, except as specified in 5.2 and 8.2, shall conform to the requirements as to the tensile properties prescribed in Table 3.

8.2 Shapes less than 1 in.²[645 mm²] in cross section and bars, other than flats, less than 1/2 in. [12.5 mm] in thickness or diameter need not be subjected to tension tests by the manufacturer, provided that the chemical composition used is appropriate for obtaining the tensile properties in Table 3.

TABLE 2 Chemical Requirements

NOTE 1—Where “...” appears in this table, there is no requirement. The heat analysis for manganese shall be determined and reported as described in the heat analysis section of Specification A 6/A 6M.

Product	Shapes ^A	Plates ^B					Bars			
		To 3/4 [20], incl	Over 3/4 to 1 1/2 [20 to 40], incl	Over 1 1/2 to 2 1/2 [40 to 65], incl	Over 2 1/2 to 4 [65 to 100], incl	Over 4 [100]	To 3/4 [20], incl	Over 3/4 to 1 1/2 [20 to 40], incl	Over 1 1/2 to 4 [100], incl	Over 4 [100]
Thickness, in. [mm]	All									
Carbon, max, %	0.26	0.25	0.25	0.26	0.27	0.29	0.26	0.27	0.28	0.29
Manganese, %	...	...	0.80–1.20	0.80–1.20	0.85–1.20	0.85–1.20	...	0.60–0.90	0.60–0.90	0.60–0.90
Phosphorus, max, %	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Sulfur, max, %	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Silicon, %	0.40 max	0.40 max	0.40 max	0.15–0.40	0.15–0.40	0.15–0.40	0.40 max	0.40 max	0.40 max	0.40 max
Copper, min, % when copper steel is specified	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20

^A Manganese content of 0.85–1.35 % and silicon content of 0.15–0.40 % is required for shapes over 426 lb/ft [634 kg/m].

^B For each reduction of 0.01 percentage point below the specified carbon maximum, an increase of 0.06 percentage point manganese above the specified maximum will be permitted, up to the maximum of 1.35 %.

TABLE 3 Tensile Requirements^A

Plates, Shapes, ^B and Bars:	
Tensile strength, ksi [MPa]	58–80 [400–550]
Yield point, min, ksi [MPa]	36 [250] ^C
Plates and Bars ^{D,E} :	
Elongation in 8 in. [200 mm], min, %	20
Elongation in 2 in. [50 mm], min, %	23
Shapes:	
Elongation in 8 in. [200 mm], min, %	20
Elongation in 2 in. [50 mm], min, %	21 ^E

^A See the Orientation subsection in the Tension Tests section of Specification A 6/A 6M.

^B For wide flange shapes over 426 lb/ft [634 kg/m], the 80 ksi [550 MPa] maximum tensile strength does not apply and a minimum elongation in 2 in. [50 mm] of 19 % applies.

^C Yield point 32 ksi [220 MPa] for plates over 8 in. [200 mm] in thickness.

^D Elongation not required to be determined for floor plate.

^E For plates wider than 24 in. [600 mm], the elongation requirement is reduced two percentage points. See the Elongation Requirement Adjustments subsection under the Tension Tests section of Specification A 6/A 6M.

9. Keywords

9.1 bars; bolted construction; bridges; buildings; carbon; plates; riveted construction; shapes; steel; structural steel; welded construction

SUPPLEMENTARY REQUIREMENTS

These requirements shall not apply unless specified in the order.

Standardized supplementary requirements for use at the option of the purchaser are listed in Specification A 6/A 6M. Those that are considered suitable for use with this specification are listed by title:

S5. Charpy V-Notch Impact Test.

S30. Charpy V-Notch Impact Test for Structural Shapes:
Alternate Core Location

In addition, the following optional supplementary requirement is also suitable for use with this specification:

S97. Limitation on Rimmed or Capped Steel

S97.1 The steel shall be other than rimmed or capped.

The American Society for Testing and Materials takes no position respecting the validity of any patent rights asserted in connection with any item mentioned in this standard. Users of this standard are expressly advised that determination of the validity of any such patent rights, and the risk of infringement of such rights, are entirely their own responsibility.

This standard is subject to revision at any time by the responsible technical committee and must be reviewed every five years and if not revised, either reapproved or withdrawn. Your comments are invited either for revision of this standard or for additional standards and should be addressed to ASTM Headquarters. Your comments will receive careful consideration at a meeting of the responsible technical committee, which you may attend. If you feel that your comments have not received a fair hearing you should make your views known to the ASTM Committee on Standards, at the address shown below.

This standard is copyrighted by ASTM, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States. Individual reprints (single or multiple copies) of this standard may be obtained by contacting ASTM at the above address or at 610-832-9585 (phone), 610-832-9555 (fax), or service@astm.org (e-mail); or through the ASTM website (www.astm.org).



Standard Specification for High-Yield-Strength, Quenched and Tempered Alloy Steel Plate, Suitable for Welding¹

This standard is issued under the fixed designation A 514/A514M; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reapproval. A superscript epsilon (ϵ) indicates an editorial change since the last revision or reapproval.

This standard has been approved for use by agencies of the Department of Defense.

1. Scope

1.1 This specification covers quenched and tempered alloy steel plates of structural quality in thicknesses of 6 in. [150 mm] and under intended primarily for use in welded bridges and other structures.

NOTE 1—All grades are not available in a maximum thickness of 6 in. [150 mm]. See Table 1 for thicknesses available in each grade.

1.2 When the steel is to be welded, it is presupposed that a welding procedure suitable for the grade of steel and intended use or service will be utilized. See Appendix X 3 of Specification A 6/A 6M for information on weldability.

1.3 The values stated in either inch-pound units or SI units are to be regarded as standard. Within the text, the SI units are shown in brackets. The values stated in each system are not exact equivalents; therefore, each system must be used independently of the other. Combining values from the two systems may result in nonconformance with this specification.

2. Referenced Documents

2.1 ASTM Standards:

A 6/A 6M Specification for General Requirements for Rolled Structural Steel Bars, Plates, Shapes, and Sheet Piling²

A 370 Test Methods and Definitions for Mechanical Testing of Steel Products³

E 112 Test Methods for Determining the Average Grain Size⁴

3. General Requirements for Delivery

3.1 Material furnished under this specification shall conform to the requirements of the current edition of Specification A 6/A 6M, for the ordered material, unless a conflict exists in which case this specification shall prevail.

¹ This specification is under the jurisdiction of ASTM Committee A01 on Steel, Stainless Steel, and Related Alloys and is the direct responsibility of Subcommittee A01.02 on Structural Steel for Bridges, Buildings, Rolling Stock, and Ships.

Current edition approved Sept. 10, 2000. Published November 2000. Originally published as A 514 – 64. Last previous edition A 514/A 514M – 00.

² Annual Book of ASTM Standards, Vol 01.04.

³ Annual Book of ASTM Standards, Vol 01.03.

⁴ Annual Book of ASTM Standards, Vol 03.01.

4. Materials and Manufacture

4.1 The requirements for fine austenitic grain size in Specification A 6/A 6M shall be met.

5. Heat Treatment

5.1 The material shall be heat treated by the manufacturer to conform to the tensile and hardness requirements of Table 2 by heating to not less than 1650°F [900°C], quenching in water or oil and tempering at not less than 1150°F [620°C]. The heat-treating temperatures shall be reported on the test certificates.

6. Chemical Composition

6.1 The heat analysis shall conform to the requirements prescribed in Table 1.

6.2 The steel shall conform on product analysis to the requirements as prescribed in Table 1, subject to the product analysis tolerances in Specification A 6/A 6M.

7. Mechanical Properties

7.1 *Tension Test*—The material as represented by the tension test specimens shall conform to the tensile properties prescribed in Table 2.

7.2 *Hardness Test*—For plates $\frac{3}{8}$ in. [10 mm] and under in thickness, a Brinell hardness test may be used instead of tension testing each plate, in which case a tension test shall be made from a corner of each of two plates per lot. A lot shall consist of plates from the same heat and thickness, same prior condition and scheduled heat treatment and shall not exceed 15 tons [15 Mg] in weight [mass]. A Brinell hardness test shall be made on each plate not tension tested and shall meet the requirements shown in Table 2.

8. Number of Tests

8.1 Except as described in 7.2, one tension test shall be taken from a corner of each plate as heat treated. Plates wider than 24 in. [600 mm] shall be tested in the transverse direction and are subject to the modifications for elongation and reduction of area contained in Footnote C of Table 2.

9. Retest

9.1 Plates subjected to Brinell hardness tests and which fail

A 514/A514M

TABLE 1 Chemical Requirements (Heat Analysis)

NOTE 1—Where “...” appears in this table, there is no requirement.

	Grade A, %	Grade B, %	Grade C, %	Grade E, %	Grade F, %	Grade H, %	Grade J, %
Maximum Thickness, in. [mm]	1¼[32]	1¼[32]	1¼[32]	6 [150]	2½[65]	2 [50]	1¼[32]
Carbon	0.15–0.21	0.12–0.21	0.10–0.20	0.12–0.20	0.10–0.20	0.12–0.21	0.12–0.21
Manganese	0.80–1.10	0.70–1.00	1.10–1.50	0.40–0.70	0.60–1.00	0.95–1.30	0.45–0.70
Phosphorus, max	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035
Sulfur, max	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035
Silicon	0.40–0.80	0.20–0.35	0.15–0.30	0.20–0.40	0.15–0.35	0.20–0.35	0.20–0.35
Nickel	...	...	...	...	0.70–1.00	0.30–0.70	...
Chromium	0.50–0.80	0.40–0.65	...	1.40–2.00	0.40–0.65	0.40–0.65	...
Tungsten	0.18–0.28	0.15–0.25	0.15–0.30	0.40–0.60	0.40–0.60	0.20–0.30	0.50–0.65
Niobium	...	0.03–0.08	...	^A	0.03–0.08	0.03–0.08	...
Titanium	...	0.01–0.03	...	0.01–0.10	...	...	...
Zirconium	0.05–0.15 ^B	...	...	...	...	...	...
Copper	...	...	...	...	0.15–0.50	...	...
Boron	0.0025 max	0.0005–0.005	0.001–0.005	0.001–0.005	0.0005–0.006	0.0005–0.005	0.001–0.005
Niobium, max	...	...	...	...	...	...	...

^AMay be substituted for part or all of titanium content on a one for one basis.

^BZirconium may be replaced by cerium. When cerium is added, the cerium/sulfur ratio should be approximately 1.5 to 1, based upon heat analysis.

	Grade K, %	Grade M, %	Grade P, %	Grade Q, %	Grade R, %	Grade S, %	Grade T, %
Maximum Thickness, in. [mm]	2 [50]	2 [50]	6 [150]	6 [150]	2½ [65]	2½ [65]	2 [50]
Carbon	0.10–0.20	0.12–0.21	0.12–0.21	0.14–0.21	0.15–0.20	0.11–0.21	0.08–0.14
Manganese	1.10–1.50	0.45–0.70	0.45–0.70	0.95–1.30	0.85–1.15	1.10–1.50	1.20–1.50
Phosphorus, max	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035
Sulfur, max	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.020	0.010
Silicon	0.15–0.30	0.20–0.35	0.20–0.35	0.15–0.35	0.20–0.35	0.15–0.45	0.40–0.60
Nickel	...	1.20–1.50	1.20–1.50	1.20–1.50	0.90–1.10	...	...
Chromium	...	...	0.85–1.20	1.00–1.50	0.35–0.65	...	...
Tungsten	0.45–0.55	0.45–0.60	0.45–0.60	0.40–0.60	0.15–0.25	0.10–0.60	0.45–0.60
Niobium, max	...	...	...	0.03–0.08	0.03–0.08	0.06	0.03–0.08
Titanium	...	...	...	...	...	^A	...
Zirconium	...	...	...	...	...	...	...
Copper	...	...	...	...	...	...	...
Boron	0.001–0.005	0.001–0.005	0.001–0.005	...	...	0.001–0.005	0.001–0.005
Niobium, max	...	...	...	...	...	0.06	...

^ATitanium may be present in levels up to 0.06 % to protect the boron additions.

TABLE 2 Tensile and Hardness Requirements

NOTE 1— See the Orientation and Preparation subsections in the Tension Tests section of Specification A 6/A 6M.

NOTE 2—Where “...” appears in this table there is no requirement.

Thickness, in. [mm]	Ultimate Tensile Strength, ksi [MPa]	Yield Strength ^A min, ksi [MPa]	Elongation in 2 in. [50 mm], ^{BCD} min, %	Reduction of Area ^{BC} , min, %	Brinell Hardness ^E Number
To ¾ [20], incl	110 to 130 [760 to 895]	100 [690]	18	40 ^F	235 to 293
Over ¾ to 2½ [20 to 65], incl	110 to 130 [760 to 895]	100 [690]	18	40 ^F , 50 ^G	...
Over 2½ to 6 [65 to 150], incl	100 to 130 [690 to 895]	90 [620]	16	50 ^G	...

^AMeasured at 0.2 % offset or 0.5 % extension under load as described in the Determination of Tensile Properties section of Test Methods and Definitions A 370.

^BElongation and reduction of area not required to be determined for floor plates.

^CFor plates tested in the transverse direction, the elongation requirement is reduced by two percentage points and the reduction of area minimum requirement is reduced by five percentage points. See elongation requirement adjustments in the Tension Tests section of Specification A 6/A 6M.

^DWhen measured on the Fig. 3 (Test Methods and Definitions A 370) 1½-in. [40-mm] wide specimen, the elongation is determined in a 2-in. [50-mm] gage length that includes the fracture and shows the greatest elongation.

^ESee Section 8 of this specification.

^FWhen measured on the Fig. 3 (Test Methods and Definitions A 370) 1½-in. [40-mm] wide specimen.

^GWhen measured on the Fig. 4 (Test Methods and Definitions A 370) ½-in. [12.5-mm] round specimen.

To meet the hardness requirements, at the manufacturer's option, may be subjected to tension testing and shall be accepted if the results conform to the requirements of Table 2.

9.2 The manufacturer may reheat-treat plates that fail to meet the mechanical property requirements of this specification. All mechanical property tests shall be repeated when material is resubmitted for inspection.

10. Test Specimens

10.1 When possible, all test specimens shall be cut from the plate in its heat-treated condition as shipped. If it is necessary to prepare test specimens from separate pieces, these pieces shall be full thickness, and all pieces shall be similarly and simultaneously heat treated with the material. All such separate

 **A 514/A514M**

pieces shall be of such size that the prepared test specimens are free of any variation in properties due to edge effects.

10.2 The purchaser shall specify on the purchase order any additional thermal treatments which shall be given to the test specimens in addition to the heat treatment specified in Section 9. (This is intended to simulate thermal treatments which

subsequently may be done by the fabricator.)

11. Keywords

11.1 alloy; bridges; high-yield-strength; plates; quenched; steel; structural steel; tempered; welded construction

The American Society for Testing and Materials takes no position respecting the validity of any patent rights asserted in connection with any item mentioned in this standard. Users of this standard are expressly advised that determination of the validity of any such patent rights, and the risk of infringement of such rights, are entirely their own responsibility.

This standard is subject to revision at any time by the responsible technical committee and must be reviewed every five years and if not revised, either reapproved or withdrawn. Your comments are invited either for revision of this standard or for additional standards and should be addressed to ASTM Headquarters. Your comments will receive careful consideration at a meeting of the responsible technical committee, which you may attend. If you feel that your comments have not received a fair hearing you should make your views known to the ASTM Committee on Standards, at the address shown below.

This standard is copyrighted by ASTM, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States. Individual reprints (single or multiple copies) of this standard may be obtained by contacting ASTM at the above address or at 610-832-9585 (phone), 610-832-9555 (fax), or service@astm.org (e-mail); or through the ASTM website (www.astm.org).



Standard Specification for Pressure Vessel Plates, Alloy Steel, High-Strength, Quenched and Tempered¹

This standard is issued under the fixed designation A 517/A 517M; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reapproval. A superscript epsilon (ε) indicates an editorial change since the last revision or reapproval.

This standard has been approved for use by agencies of the Department of Defense.

1. Scope

1.1 This specification² covers high-strength quenched and tempered alloy steel plates intended for use in fusion welded boilers and other pressure vessels.

1.2 This specification includes a number of grades as manufactured by different producers, but all having the same mechanical properties and general characteristics.

1.3 The maximum thickness of plates furnished under this specification shall be as follows:

Grade	Thickness
A, B, C, J	1.25 in. [32 mm]
H, K, M, S, T	2 in. [50 mm]
P	4 in. [100 mm]
F	2.50 in. [65 mm]
E, Q	6 in. [150 mm]

1.4 The values stated in either inch-pound units or SI units are to be regarded separately as standard. Within the text, the SI units are shown in brackets. The values stated in each system are not exact equivalents; therefore, each system must be used independently of the other. Combining values from the two systems may result in nonconformance with the specification.

2. Referenced Documents

2.1 ASTM Standards:

- A 20/A 20M Specification for General Requirements for Steel Plates for Pressure Vessels³
- A 435/A 435M Specification for Straight-Beam Ultrasonic Examination of Steel Plates³
- A 577/A 577M Specification for Ultrasonic Angle-Beam Examination of Steel Plates³
- A 578/A 578M Specification for Straight-Beam Ultrasonic Examination of Plain and Clad Steel Plates for Special Applications³

¹ This specification is under the jurisdiction of ASTM Committee A-1 on Steel, Stainless Steel, and Related Alloys and is the direct responsibility of Subcommittee 01.11 on Steel Plates for Boilers and Pressure Vessels.

Current edition approved June 15, 1993. Published August 1993. Originally published as A 517 – 64. Last previous edition A 517/A 517M – 90.

² For ASME Boiler and Pressure Vessel Code applications, see related Specification SA-517/SA-517M in Section II of that Code.

³ Annual Book of ASTM Standards, Vol 01.04.

3. General Requirements and Ordering Information

3.1 Material supplied to this material specification shall conform to Specification A 20/A 20M. These requirements outline the testing and retesting methods and procedures, permissible variations in dimensions, and mass, quality and repair of defects, marking, loading, etc.

3.2 Specification A 20/A 20M also establishes the rules for the ordering information which should be complied with when purchasing material to this specification.

3.3 In addition to the basic requirements of this specification, certain supplementary requirements are available when additional control, testing, or examination is required to meet end use requirements. These include:

- 3.3.1 Vacuum treatment,
- 3.3.2 Additional or special tension testing,
- 3.3.3 Impact testing, and
- 3.3.4 Nondestructive examination.

3.4 The purchaser is referred to the listed supplementary requirements in this specification and to the detailed requirements in Specification A 20/A 20M.

3.5 If the requirements of this specification are in conflict with the requirements of Specification A 20/A 20M, the requirements of this specification shall prevail.

4. Manufacture

4.1 *Steelmaking Practice*—The steel shall be killed and shall conform to the fine austenitic grain size requirement of Specification A 20/A 20M.

5. Heat Treatment

5.1 All plates shall be heat treated by the material manufacturer by heating to not less than 1650°F [900°C], quenching in water or oil and tempering at not less than 1150°F [620°C] for not less than ½ h.

6. Chemical Requirements

6.1 The steel shall conform to the chemical requirements shown in Table 1 unless otherwise modified in accordance with Supplementary Requirement S17, Vacuum Carbon-Deoxidized Steel, in Specification A 20/A 20M for grades other than Grade A.

TABLE 1 Chemical Requirements

Elements	Composition, %												
	Grade A	Grade B	Grade C	Grade E	Grade F	Grade H	Grade J	Grade K	Grade M	Grade P	Grade Q	Grade S	Grade T
Carbon:													
Heat analysis	0.15	0.15	0.10	0.12	0.10	0.12	0.12	0.10	0.12	0.12	0.14	0.10	0.08
Product analysis	-0.21	-0.21	-0.20	-0.20	-0.20	-0.21	-0.21	-0.20	-0.21	-0.21	-0.21	-0.20	-0.14
	0.13	0.13	0.08	0.10	0.08	0.10	0.10	0.08	0.10	0.10	0.12	0.10	0.06
	-0.23	-0.23	-0.22	-0.22	-0.22	-0.23	-0.23	-0.22	-0.23	-0.23	-0.23	-0.22	-0.16
Manganese:													
Heat analysis	0.80	0.70	1.10	0.40	0.60	0.95	0.45	1.10	0.45	0.45	0.95	1.10	1.20
Product analysis	-1.10	-1.00	-1.50	-0.70	-1.00	-1.30	-0.70	-1.50	-0.70	-0.70	-1.30	-1.50	-1.50
	0.74	0.64	1.02	0.35	0.55	0.87	0.40	1.02	0.40	0.40	0.87	1.02	1.12
	-1.20	-1.10	-1.62	-0.78	-1.10	-1.41	-0.78	-1.62	-0.78	-0.78	-1.41	-1.62	-1.60
Phosphorus, max ^A	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035
Sulfur, max ^A	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.010
Silicon:													
Heat analysis	0.40	0.15	0.15	0.10	0.15	0.15	0.20	0.15	0.20	0.20	0.15	0.15	0.40
Product analysis	-0.80	-0.35	-0.30	-0.40	-0.35	-0.35	-0.35	-0.30	-0.35	-0.35	-0.35	-0.40	-0.60
	0.34	0.13	0.13	0.08	0.13	0.13	0.18	0.13	0.18	0.18	0.13	0.13	0.34
	-0.86	-0.37	-0.32	-0.45	-0.37	-0.37	-0.37	-0.32	-0.37	-0.37	-0.37	-0.45	-0.66
Nickel:													
Heat analysis	...	...	...	...	0.70	0.30	...	...	1.20	1.20	1.20	...	...
Product analysis	...	...	...	...	-1.00	-0.70	...	...	-1.50	-1.50	-1.50	...	...
	...	...	...	...	0.67	0.27	...	...	1.15	1.15	1.15	...	...
	...	...	...	...	-1.03	-0.73	...	...	-1.55	-1.55	-1.55	...	...
Chromium:													
Heat analysis	0.50	0.40	...	1.40	0.40	0.40	...	...	...	0.85	1.00	...	...
Product analysis	-0.80	-0.65	...	-2.00	-0.65	-0.65	...	...	...	-1.20	-1.50	...	...
	0.46	0.36	...	1.34	0.36	0.36	...	...	...	0.79	0.94	...	...
	-0.84	-0.69	...	-2.06	-0.69	-0.69	...	...	...	-1.26	-1.56	...	...
Molybdenum:													
Heat analysis	0.18	0.15	0.20	0.40	0.40	0.20	0.50	0.45	0.45	0.45	0.40	0.10	0.45
Product analysis	-0.28	-0.25	-0.30	-0.60	-0.60	-0.30	-0.65	-0.55	-0.60	-0.60	-0.60	-0.35	-0.60
	0.15	0.12	0.17	0.36	0.36	0.17	0.46	0.42	0.41	0.41	0.36	0.10	0.41
	-0.31	-0.28	-0.33	-0.64	-0.64	-0.33	-0.69	-0.50	-0.64	-0.64	-0.64	-0.38	-0.64
Boron	0.0025	0.0005	0.001	0.001	0.0005	0.0005	0.001	0.001	0.001	0.001	...	...	0.001
	max	-0.005	-0.005	-0.005	-0.006	min	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	...	...	-0.005
Vanadium:													
Heat analysis	...	0.03	...	^B	0.03	0.03	...	...	...	...	0.03	...	0.03
Product analysis	...	-0.08	...	...	-0.08	-0.08	...	...	...	...	-0.08	...	-0.08
	...	0.02	...	...	0.02	0.02	...	...	...	...	0.02	...	0.02
	...	-0.09	...	...	-0.09	-0.09	...	...	...	...	-0.09	...	-0.09
Titanium:													
Heat analysis	...	0.01	...	0.01	...	...	...	...	...	...	...	0.06	...
Product analysis	...	-0.03	...	-0.10	...	...	...	...	...	...	...	0.07	...
	...	0.01	...	0.005	...	...	...	...	...	...	...	0.07	...
	...	-0.04	...	-0.11	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Zirconium:													
Heat analysis	0.05 ^C	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Product analysis	-0.15	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	0.04	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	-0.16	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Copper:													
Heat analysis	...	...	...	...	0.15	...	...	...	...	...	...	...	...
Product analysis	...	...	...	...	-0.50	...	...	...	...	...	...	...	...
	...	...	...	...	0.12	...	...	...	...	...	...	...	...
	...	...	...	...	-0.53	...	...	...	...	...	...	...	...
Columbium, max													
Heat analysis	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	0.06	...
Product analysis	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	0.07	...

^A Applied to both heat and product analyses.

^B May be substituted for part or all of titanium content on a one for one basis.

^C Zirconium may be replaced by cerium. When cerium is added, the cerium/sulfur ratio should be approximately 1.5 to 1, based on heat analysis.

7. Mechanical Requirements

7.1 Tension Tests:

7.1.1 *Requirements*—The material as represented by the tension-test specimens shall conform to the requirements shown in Table 2.

7.1.2 Test Methods:

7.1.2.1 The yield strength may be determined by the 0.2 %

offset method or by the total extension under load of 0.5 % method.

7.1.2.2 For material ¼ in. [20 mm] and under in thickness, the test specimen shall be the 1½-in. [40-mm] wide rectangular-test specimen.

7.1.2.3 For material over ¼ in. [20 mm], either the full thickness rectangular-test specimen or the ½-in. [12.5-mm]

TABLE 2 Tensile Requirements

	2.50 in. [65 mm] and Under	Over 2.50 to 6 in. [65 to 150 mm]
Tensile strength, ksi [MPa]	115–135 [795–930]	105–135 [725 to 930]
Yield strength, min, ksi [MPa]	100 [690]	90 [620]
Elongation in 2 in. [50 mm], min, % ^A	16	14
Reduction of area, min, %:		
Rectangular specimens	35	30
Round specimens	45	45

^A See Specification A 20/A 20M for elongation adjustment.

Standard-test specimen may be used.

7.1.2.4 When the 1½-in. [40-mm] wide rectangular-test specimen is used, the elongation is measured in a 2-in. or [50-mm] gage length which includes the fracture.

7.2 Impact Properties Requirements:

7.2.1 Transverse Charpy V-notch impact test specimens

shall have a lateral expansion opposite the notch of not less than 0.015 in. [0.38 mm].

7.2.2 The test temperature shall be agreed upon between the manufacturer and the purchaser, but shall not be higher than 32°F [0°C].

SUPPLEMENTARY REQUIREMENTS

Supplementary requirements shall not apply unless specified in the order.

A list of standardized supplementary requirements for use at the option of the purchaser are included in Specification A 20/A 20M. Several of those considered suitable for use with this specification are listed by title. Other tests may be performed by agreement between the supplier and the purchaser.

- S1. Vacuum Treatment,
- S2. Product Analysis,
- S3. Simulated Post-Weld Heat Treatment of Mechanical Test Coupons,
- S5. Charpy V-Notch Impact Test,
- S6. Drop Weight Test,
- S7. High-Temperature Tension Test,
- S8. Ultrasonic Examination in accordance with Specification A 435/A 435M,

- S9. Magnetic Particle Examination,
- S11. Ultrasonic Examination in accordance with Specification A 577/A 577M,
- S12. Ultrasonic Examination in accordance with Specification A 578/A 578M,
- S14. Bend Test, and
- S17. Vacuum Carbon-Deoxidized Steel.

The American Society for Testing and Materials takes no position respecting the validity of any patent rights asserted in connection with any item mentioned in this standard. Users of this standard are expressly advised that determination of the validity of any such patent rights, and the risk of infringement of such rights, are entirely their own responsibility.

This standard is subject to revision at any time by the responsible technical committee and must be reviewed every five years and if not revised, either reapproved or withdrawn. Your comments are invited either for revision of this standard or for additional standards and should be addressed to ASTM Headquarters. Your comments will receive careful consideration at a meeting of the responsible technical committee, which you may attend. If you feel that your comments have not received a fair hearing you should make your views known to the ASTM Committee on Standards, at the address shown below.

This standard is copyrighted by ASTM, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States. Individual reprints (single or multiple copies) of this standard may be obtained by contacting ASTM at the above address or at 610-832-9585 (phone), 610-832-9555 (fax), or service@astm.org (e-mail); or through the ASTM website (www.astm.org).

HARDOX® 400

Datablad

SLITPLÅT

HARDOX 400 är en slitplåt med en hårdhet på 400 HBW, avsedd för tillämpningar där krav ställs på slitstyrka i kombination med goda kallformningsegenskaper. HARDOX 400 har mycket god svetsbarhet.

Användningsområden

Dumper och lastbilsflak, containers, skär, skopor, siktar, stup, matare, knivar, hammare, transportörer, m fl

Kemisk sammansättning (chargeanalys)

Plåttjocklek mm	C max %	Si max %	Mn max %	P max %	S max %	Cr max %	Ni max %	Mo max %	B max %	CEV typv.	CET typv.
3* -10	0,15	0,70	1,60	0,025	0,010	0,30	0,25	0,25	0,004	0,33	0,23
(10)- 20	0,15	0,70	1,60	0,025	0,010	0,50	0,25	0,25	0,004	0,37	0,27
(20)- 32	0,18	0,70	1,60	0,025	0,010	1,00	0,25	0,25	0,004	0,48	0,29
(32)- 45	0,22	0,70	1,60	0,025	0,010	1,40	0,50	0,60	0,004	0,57	0,31
(45)-51	0,22	0,70	1,60	0,025	0,010	1,40	0,50	0,60	0,004	0,57	0,38
(51)- 80	0,27	0,70	1,60	0,025	0,010	1,40	1,00	0,60	0,004	0,65	0,41
(80)- 130	0,32	0,70	1,60	0,025	0,010	1,40	1,50	0,60	0,004	0,73	0,48

*Plåt under 4 mm endast efter särskild överenskommelse.

$$CEV = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Cu + Ni}{15}$$

$$CET = C + \frac{Mn + Mo}{10} + \frac{Cr + Cu}{20} + \frac{Ni}{40}$$

Stålet är finkornbehandlat.

Hårdhet

HBW
370 - 430

Hållfasthet

Typvärden för
20 mm plåttjocklek

Sträckgräns R _e MPa	Brottgräns R _m MPa	Förlängning A ₅ %
1000	1250	10

Slagseghet

Typvärden för
20 mm plåttjocklek

Provnings- temperatur °C	Slagenergi, Charpy-V längsprov J
-40	45

Provning

Hårdhetsprovning Brinell, HBW enligt SS-EN ISO 6506-1, på nedfräst yta 0,5-2 mm under plåtytan per charge och 40 ton. Provning utförs inom en variation av 15 mm i tjocklek av plåtar från samma charge

Leveranstillstånd

Q

Dimensioner

HARDOX 400 levereras i plåttjocklekar 3*-130 mm. Utförligare uppgifter om dimensioner återfinns i vår broschyr 041-SE Allmän Produktinformation WELDOX, HARDOX och ARMOX.

*Plåttjocklekar under 4 mm endast efter särskild överenskommelse.

HARDOX 400

Datablad

151-SE, HARDOX är ett registrerat varumärke för SSAB Oxelösund AB. The UK English version of this document shall prevail in case of discrepancy. Download the latest version of this document on internet: www.ssabox.com/publications.

Toleranser

Tjocklekstoleranser enligt SSAB Oxelösunds tjockleksprecisionsgaranti AccuRollTech™

- AccuRollTech uppfyller kraven enligt SS-EN 10 029 Klass A, men erbjuder snävare toleranser. Ytterligare information återfinns i vår broschyr 041-SV Allmän Produktinformation WELDOX, HARDOX och ARMOX.

Enligt SS-EN 10 029

- Toleranser för form, längd och bredd.
- Planhetstoleranser enligt Klass N. (Normal toleranser)

Ytbeskaffenhet

Enligt SS-EN 10 163-2

- Ytfordringar enligt Klass A.
- Reparationsvillkor enligt Subklass 1. (Reparationssvetsning tillåten)

Allmänna tekniska leveransbestämmelser

Enligt vår broschyr 041-SE Allmän Produktinformation WELDOX, HARDOX och ARMOX.

Värmebehandling och övrig bearbetning

HARDOX 400 har erhållit sina egenskaper genom härdning. Vid behov anpassas hårdheten till rätt nivå genom en efterföljande värmebehandling. Leveranstillståndets egenskaper kan inte återfås efter uppvärmning över 250°C. HARDOX 400 är ej avsedd för vidare värmebehandling.

För information gällande skärning, svetsning och bearbetning, se våra broschyrer på www.hardox.com eller kontakta vår tekniska kundservice.

Vid svetsning, skärning, slipning eller annan bearbetning av produkten skall nödvändiga skyddsåtgärder vidtagas för förebyggande av ohälsa och personskada. Höga dammhalter kan uppnås vid intensiv slipning, särskilt av rostskyddsmålad plåt. För närmare upplysningar kontakta vår tekniska kundservice.

SSAB Oxelösund AB
S-613 80 Oxelösund
www.hardox.com

Telefon:
+46 155-25 40 00
www.ssabox.com

Telefax:
+46 155-25 40 73
www.weldox.com

HARDOX®
SLITPLÅT

HARDOX® 500

Datablad

SLITPLÅT

HARDOX 500 är en slitplåt med hårdhet på 500 HBW, avsedd för applikationer där höga krav ställs på plåtens slitstyrka.

Användningsområden

Krossar, siktar, matare, skopor, stup, siktar, skär m fl.

Kemisk sammansättning

(chargeanalysis)

Plåttjocklek mm	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	B	CEV	CET
	max	max	max	max	max	max	max	max	max	typv.	typv.
	%	%	%	%	%	%	%	%	%		
4 – 13	0,27	0,70	1,60	0,025	0,010	1,00	0,25	0,25	0,004	0,49	0,34
(13)– 32	0,29	0,70	1,60	0,025	0,010	1,00	0,50	0,30	0,004	0,62	0,41
(32)– 40	0,29	0,70	1,60	0,025	0,010	1,00	1,00	0,60	0,004	0,64	0,43
(40)– 80	0,30	0,70	1,60	0,025	0,010	1,50	1,50	0,60	0,004	0,74	0,46

$$CEV = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Cu + Ni}{15}$$

$$CET = C + \frac{Mn + Mo}{10} + \frac{Cr + Cu}{20} + \frac{Ni}{40}$$

Stålet är finkornbehandlat.

Hårdhet

	HBW
4 – 32 mm	470 – 530
(32) – 80 mm	450 – 540

Slagseghet

Typvärden för
20 mm plåttjocklek

Provnings- temperatur °C	Slagenergi, Charpy-V längsprov J
-40	30

Provning

Hårdhetsprovning Brinell, HBW enligt SS-EN ISO 6506-1, på nedfräst yta 0,5–2 mm under plåtytan per charge och 40 ton. Provning utförs inom en variation av 15 mm i tjocklek av plåtar från samma charge.

Leveranstillstånd

Q.

Dimensioner

HARDOX 500 levereras i plåttjocklekar 4–80 mm. Utförligare uppgifter om dimensioner återfinns i vår broschyr 041-SE Allmän Produktinformation WELDOX, HARDOX och ARMOX.

Toleranser

Tjocklekstoleranser enligt SSAB Oxelösunds tjockleksprecisionsgaranti AccuRollTech™.
– AccuRollTech uppfyller kraven enligt SS-EN 10 029 Klass A, men erbjuder snävare toleranser. Ytterligare information återfinns i vår broschyr 041-SV Allmän Produktinformation WELDOX, HARDOX och ARMOX.

Enligt SS-EN 10 029

- Toleranser för form, längd och bredd.
- Planhetstoleranser enligt Klass N. (Normal toleranser)

Ytbeskaffenhet

Enligt SS-EN 10 163-2

- Ytfordringar enligt Klass A.
- Reparationsvillkor enligt Subklass 1. (Reparationssvetsning tillåten)

HARDOX 500

Datablad

152-SE, HARDOX är ett registrerat varumärke för SSAB Oxelösund AB. The UK English version of this document shall prevail in case of discrepancy. Download the latest version of this document on internet: www.ssabox.com/products/hardox

Allmänna tekniska leveransbestämmelser

Enligt vår broschyr 041-SE Allmän Produktinformation WELDOX, HARDOX och ARMOX.

Värmebehandling och övrig bearbetning

HARDOX 500 har erhållit sina egenskaper genom härdning. Vid behov anpassas hårdheten till rätt nivå genom en efterföljande värmebehandling. Leveranstillståndets egenskaper kan inte återfås efter uppvärmning över 250°C. HARDOX 500 är ej avsedd för vidare värmebehandling.

För information gällande skärning, svetsning och bearbetning se våra broschyrer på www.hardox.com eller kontakta vår tekniska kundservice.

Vid svetsning, skärning, slipning eller annan bearbetning av produkten skall nödvändig skyddsåtgärder vidtagas för förebyggande av ohälsa och personskada. Höga dammhalter kan uppnås vid intensiv slipning, särskilt av rostskyddsmålad plåt. För närmare upplysning kontakta vår tekniska kundservice.

SSAB Oxelösund AB
S-613 80 Oxelösund
www.hardox.com

Telefon:
+46 155-25 40 00
www.ssabox.com

Telefax:
+46 155-25 40 73
www.weldox.com

HARDOX[®]
SLITPLÅT

H.- Monitoreo del Mantenimiento de Camiones Mineros:

1.- Horas de Operación de Tolvas:

Las horas de operación de las tolvas vienen a ser las horas efectivas que el equipo está funcionando.

En promedio el camión trabaja 20 hrs. al día, las 04 hrs. Restantes del día se utiliza en los cambios de guardia, refrigerios del personal y voladuras.

El Mantenimiento Mecánico del camión se realiza cada 15 (quince) días, el mismo que es aprovechado para realizar las reparaciones parciales de las tolvas; así como para realizar las inspecciones y continuar con las reparaciones programadas.

Tomando en consideración lo anteriormente indicado, el recorrido del camión cada quince días es:

Cálculo del Horómetro quincenal:

Horómetro : $20 \text{ Hrs/día} \times 15 \text{ días} = 300 \text{ hrs. quincenales}$:

Al mes el camión y la tolva recorren 600 Hrs.

A continuación presentamos las hrs. Recorridas por el camión desde los meses de Julio a Diciembre, para 11 Camiones Mineros.

HOROMETRO DE LAS TOLVAS DE JULIO A DICIEMBRE:

HORAS DE OPERACION DE TOLVAS DE CAMIONES MINEROS - 2006 (HORAS)						
EQUIPO	MES EVALUADO					
	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
HT01	413	713	1313	1913	2513	3113
HT04	8300	8600	9200	9800	10400	11000
HT05	6540	6840	7440	8040	8640	9240
HT06	10750	11050	11650	12250	12850	13450
HT08	18505	18805	19405	20005	615	1215
HT12	5700	6000	6600	7200	7800	8400
HT13	17380	17680	18280	18880	19480	20080
HT14	4400	4700	5300	5900	6500	7100
HT16	19500	19800	315	915	1515	2115
HT19	7500	7800	8400	9000	9600	10200
HT20	13500	13800	14400	15000	15600	16200
NOTA: LAS HRS DE OPERACIÓN MENSUAL ES DE: 600 HRS = 20 HRS/DIAS * 30 DIAS						

2.- Tonelaje transportado por las Tolvas:

En promedio el camión trabaja 20 hrs. al día, en cada hora realiza aproximadamente 03 viajes, ya sea de la zona de voladura hacia la chancadora o hacia los botaderos.

Por lo tanto se tiene:

Cálculo del tonelaje quincenal

Tonelaje/quincenal : $240 \text{ Ton /viaje} \times 3 \text{ viaje/Hr} \times 20 \text{ hrs./dia} \times 15 \text{ días}$

Tonelaje/quincenal = 216000 Ton.

Al mes la tolva transporta: 432000.00 Toneladas

A continuación presentamos el cuadro del tonelaje transportado:

TONELAJE TRANSPORTADO POR LAS TOLVAS DE JULIO A DICIEMBRE:

MATERIAL TRANSPORTADO POR LAS TOLVAS DE CAMIONES MINEROS - 2006 (TONELADAS)						
EQUIPO	MES EVALUADO					
	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
HT01	297360	513360	945360	1377360	1809360	2241360
HT04	5976000	6192000	6624000	7056000	7488000	7920000
HT05	4708800	4924800	5356800	5788800	6220800	6652800
HT06	7740000	7956000	8388000	8820000	9252000	9684000
HT08	13323600	13539600	13971600	14403600	432000	864000
HT12	4104000	4320000	4752000	5184000	5616000	6048000
HT13	12513600	12729600	13161600	13593600	14025600	14457600
HT14	3168000	3384000	3816000	4248000	4680000	5112000
HT16	14040000	14256000	216000	648000	1080000	1512000
HT19	5400000	5616000	6048000	6480000	6912000	7344000
HT20	9720000	9936000	10368000	10800000	11232000	11664000

**NOTA: LAS TONELAS TRANSPORTADAS EN UN MES ES DE: 432000 TON/MES
= 240 TON/VIAJE*3VIAJE/HR* 20 HRS/DIAS * 30 DIAS**

3.- Inspecciones Periódicas:

Las inspecciones se realizan en cada mantenimiento Programado (PM), y la reparación se realiza teniendo en cuenta la reparación realizada en el anterior PM.

La información que se recoge en el PM programado se traslada a la base de datos de cada camión, y se realiza la programación para el siguiente mantenimiento.

Teniendo en cuenta lo considerado anteriormente, a continuación presentamos el resumen de las fallas detectadas en la flota analizada:

Averías detectadas a la flota:

Cuadro comparativo de la flota:

Programa de mantenimiento de la flota.

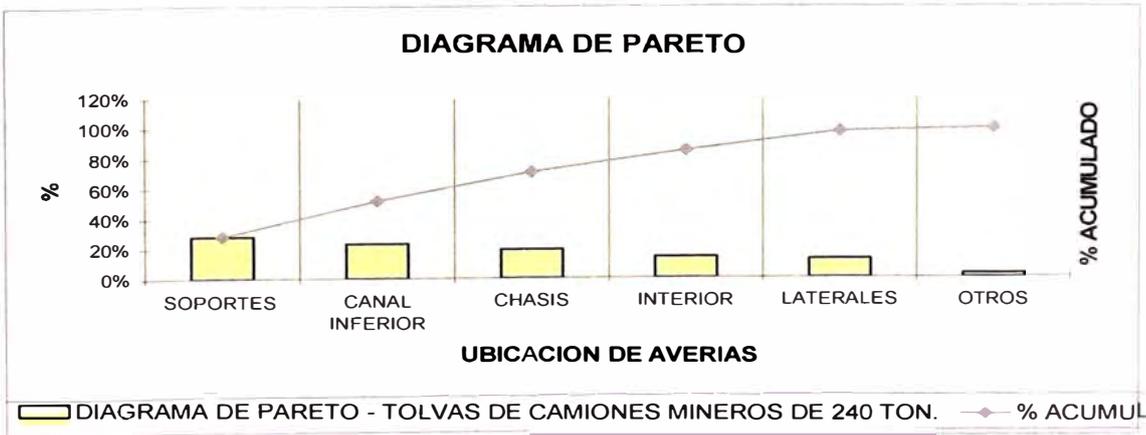
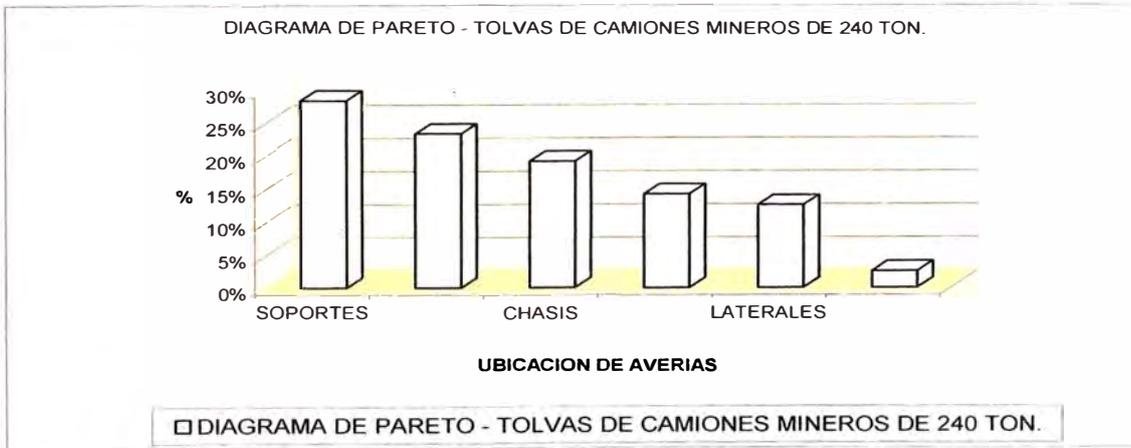
Criticidad de la flota:

AVERIAS DETECTADAS EN LA FLOTA

CANTIDAD DE AVERIAS EN TOLVA						
EQUIPO	PARTES DE LA TOLVA					
	CANAL INFERIOR	LATERALES	CHASIS	INTERIOR	SOPORTES	OTROS
HT001	0	0	0	0	1	0
HT004	2	3	2	1	3	0
HT005	2	0	2	1	2	1
HT006	1	1	3	1	4	0
HT008	5	2	2	2	3	0
HT012	4	1	1	2	3	1
HT013	2	2	4	3	4	0
HT014	2	2	1	1	3	0
HT016	3	4	4	3	2	1
HT019	3	0	2	2	5	0
HT020	4	0	2	1	4	0
TOTAL	28	15	23	17	34	3

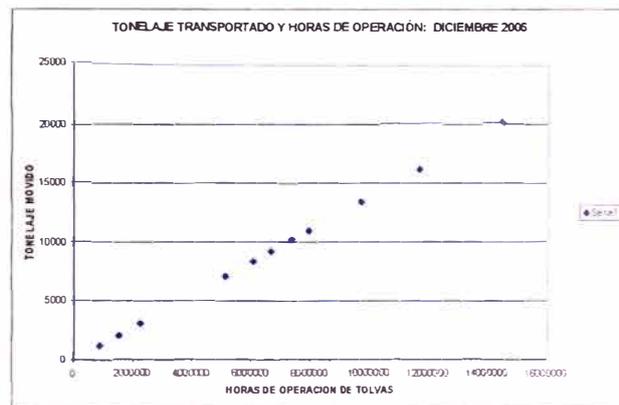
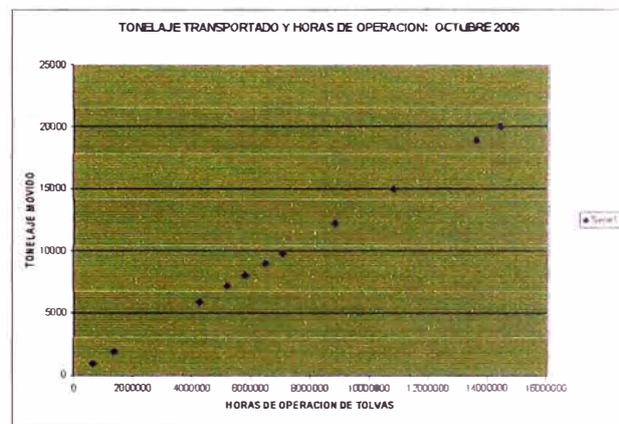
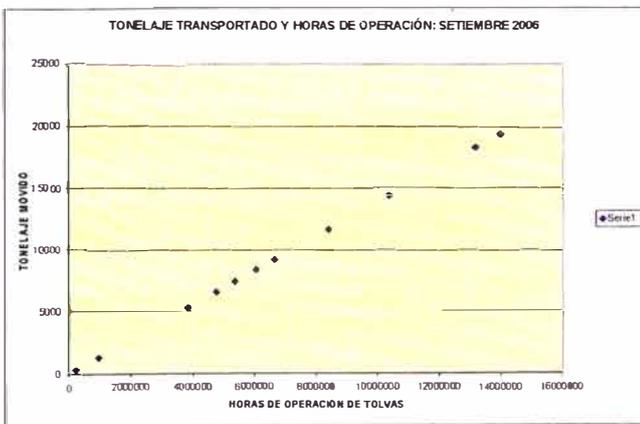
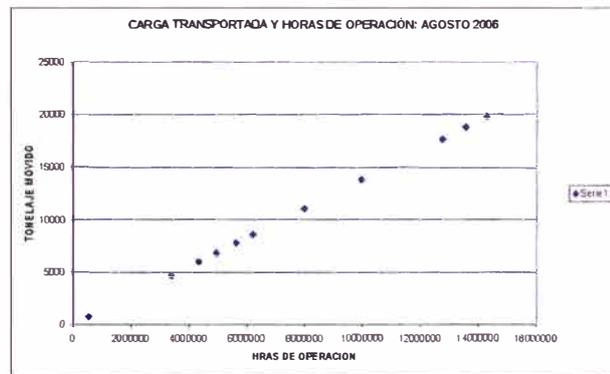
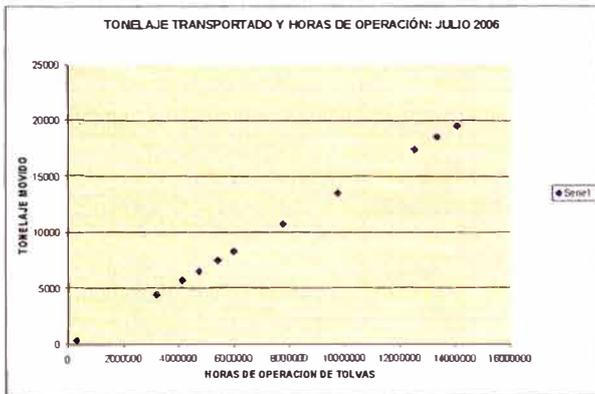
DIAGRAMA DE PARETO - TOLVAS DE CAMIONES MINEROS DE 240 TON.

UBICACIÓN DE TOLVA	CANT DE AVERIAS	%	% ACUMULADO
SOPORTES	34	28%	28%
CANAL INFERIOR	28	23%	52%
CHASIS	23	19%	71%
INTERIOR	17	14%	85%
LATERALES	15	13%	98%
OTROS	3	3%	100%
TOTAL	120	100%	



CUADRO COMPARATIVO DEL TONELAJE TRANSPORTADO Y LAS HORAS DE OPERACIÓN:

TONELAJE MOVIDO Y HORAS DE OPERACION DE TOLVAS DE CAMIONES MINEROS 2006												
EQUIPO	MES EVALUADO											
	JULIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE		OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE	
	TON MOVIDO	HRS OPERA	TON MOVIDO	HRS OPERA	TON MOVIDO	HRS OPERA	TON MOVIDO	HRS OPERA	TON MOVIDO	HRS OPERA	TON MOVIDO	HRS OPERA
HTD1	297360	413	513360	713	945360	1313	1377360	1913	1809360	2513	2241360	3113
HTD4	5976000	8300	6192000	8600	6624000	9200	7056000	9800	7488000	10400	7920000	11000
HTD5	4708800	8540	4924800	6840	5356800	7440	5788800	8040	6220800	8640	6652800	9240
HTD6	7740000	10750	7956000	11050	8388000	11650	8820000	12250	9252000	12850	9684000	13450
HTD8	13323600	18505	13539600	18805	13971600	19405	14403600	20005	14835600	20605	15267600	21205
HT12	4104000	5700	4320000	6000	4752000	6600	5184000	7200	5616000	7800	6048000	8400
HT13	12513600	17380	12729600	17680	13161600	18280	13593600	18880	14025600	19480	14457600	20080
HT14	3168000	4400	3384000	4700	3816000	5300	4248000	5900	4680000	6500	5112000	7100
HT16	14040000	19500	14256000	19800	2160000	315	6480000	915	10800000	1515	15120000	2115
HT19	5400000	7500	5616000	7800	6048000	8400	6480000	9000	6912000	9600	7344000	10200
HT20	9720000	13500	9936000	13800	10368000	14400	10800000	15000	11232000	15600	11664000	16200



CRITICIDAD DE LA FLOTA SEGÚN 03 CRITERIOS

CRITICIDAD 15 DE SETIEMBRE 2006		
TOLVA	PRIORIDAD	HOROMETRO
HT16	1	20100
HT08	2	19105
HT13	3	17980
HT20	4	14100
HT06	5	11350
HT04	6	8900
HT19	7	8100
HT05	8	7140
HT12	9	6300
HT14	10	5000
HT01	11	1013

CRITICIDAD 15 DE SETIEMBRE 2006		
TOLVA	PRIORIDAD	TON, TRANSPORTADO
HT16	1	14472000
HT08	2	13755600
HT13	3	12945600
HT20	4	10152000
HT06	5	8172000
HT04	6	6408000
HT19	7	5832000
HT05	8	5140800
HT12	9	4536000
HT14	10	3600000
HT01	11	729360

CRITICIDAD 15 DE SETIEMBRE 2006		
TOLVA	PRIORIDAD	AVERIAS
HT16	1	17
HT13	2	15
HT08	3	14
HT12	4	12
HT19	5	12
HT04	6	11
HT20	7	11
HT06	8	10
HT14	9	9
HT05	10	8
HT01	11	1

CRITICIDAD DE LA FLOTA:

CRITICIDAD 15 DE SETIEMBRE 2006	
TOLVA	CRITICIDAD
HT16	1
HT08	1
HT13	1
HT20	2
HT06	2
HT04	2
HT19	2
HT05	2
HT12	3
HT14	3
HT01	4

De la información presentada podemos concluir:

1. El desgaste de la tolva HT16, es significativo, ha recorrido más de 20000 hrs. Por lo que se le recomienda el cambio de tolva correspondiente.
2. También el tonelaje transportado será una referencia importante; es decir, si tenemos que un camión ha transportado desde el último cambio hasta la fecha de inspección un promedio de 15000000. Toneladas, debemos programar el cambio de dicha tolva
3. Si una tolva ha trasladado más de 13000000. de toneladas o 12000 hrs. es recomendable que traslade material ligero.
4. la tolva que, tiene criticidad 04 es una tolva nueva que al momento de la inspección recién tiene 1000 hrs. De operación y se estima su duración hasta su nuevo cambio de 02 años.

5. Las tendencias mensuales entre las Horas de Operación y el Tonelaje transportado se relacionan en forma directa; a su vez conforme pasa el tiempo las averías en la tolva se incrementan según las horas de Operación.
6. Los datos referidos al horómetro son aproximados al recorrido real, y se verifican cuando el equipo ingresa al taller a su Mantenimiento Programado. En cuanto al tonelaje transportado no es posible conseguir los datos reales, porque es una información que solamente manejan los empleados de la mina y es de carácter confidencial, pero el calculo realizado no dista de lo real.