

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA



**VALIDACION DEL DISEÑO Y DE LA
FABRICACION DE UN BASTIDOR PARA
EQUIPO DE PERFORACION DE TALADROS
LARGOS EN LA MINERIA SUBTERRANEA**

INFORME DE SUFICIENCIA

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

CARLOS FLAVIO HUAMANI RIOS

PROMOCION 2003-I

LIMA - PERU

2008

DEDICATORIA

Este informe esta dedicado a mis padres "FLAVIO HUAMANI YNCA", "JULIANA RIOS ANTEZANO", y a mis hermanos "ALDO, SENIA, ELVIS" por su amor y apoyo incondicional, así también a todas las amistades que estuvieron conmigo desde que comencé mis estudios.

TABLA DE CONTENIDOS

PROLOGO	1
CAPITULO 1 Introducción	3
1.1 Generalidades	3
1.2 Antecedentes	4
1.3 Justificación	5
1.4 Planteamiento del problema	7
1.5 Objetivos	8
1.6 Metodología de trabajo	9
1.7 Alcances	9
1.8 Limitaciones	10
CAPITULO 2 Conceptos Básicos	11
2.1 Métodos de minado subterráneo	11
2.2 Métodos de perforación de rocas	12
2.3 Minado por subniveles	13
2.4 Herramientas de diseño asistido	14
2.5 Análisis y solución de ecuaciones de esfuerzos	15
2.6 Simulación en condiciones de trabajo del diseño	16
2.7 Factor de seguridad	18
2.8 Esfuerzo de Von Mises	18
2.9 Términos en soldadura	19
2.10 Proceso de corte por plasma	29
2.11 Preparación de superficie metálica	30

2.12	Perfil de rugosidad	31
CAPITULO 3 Equipos Mecanizados para Perforación Subterránea.....		33
3.1	Generalidades.....	33
3.2	Proceso de minado	35
3.3	Secuencia de trabajo de equipos mecanizados.....	35
3.4	Equipos mecanizados para la perforación de producción	38
3.5	Consideraciones de seguridad para equipos de perforación	38
CAPITULO 4 Diseño del Bastidor		44
4.1	Descripción del carrier	44
4.2	Formato de requisitos especificados por el cliente	47
4.3	Dimensiones del carrier	48
4.4	Componentes del bastidor.....	49
4.5	Componentes de montaje sobre el bastidor	51
4.6	Pesos de componentes de montaje sobre el bastidor.....	53
4.7	Distribución de fuerzas y momentos sobre el bastidor	55
4.8	Análisis estructural considerando el esfuerzo normal de Von Mises	55
4.9	Análisis del desplazamiento en la estructura del bastidor	57
4.10	Resultado del análisis estructural.....	58
4.11	Planos del bastidor	58
CAPITULO 5 Fabricación del Bastidor.....		59
5.1	Secuencia de procedimiento para la fabricación	59
5.2	Plan de calidad para la fabricación	60
5.3	Formato de orden de trabajo	62

5.4	Metodología para la calificación de procedimientos de soldadura.....	63
5.5	Metodología para la calificación de soldadores	70
5.6	Formato de procedimientos de soldadura.....	76
5.7	Instructivo para inspección de soldadura.....	76
5.8	Formato de reporte de inspección de soldadura	82
5.9	Instrucción de pintado.....	84
5.10	Medición de espesores de película seca	85
5.11	Mantenimiento de máquinas de taller	88
5.12	Calibración de instrumentos para inspecciones	88
CAPITULO 6 Validación del Diseño y de la Fabricación		89
6.1	Validación del diseño.....	90
6.2	Metodología propuesta para validación del diseño.....	90
6.3	Validación de la fabricación	91
6.4	Metodología propuesta para validación de la fabricación.....	107
6.5	Retroalimentación para el diseño y la fabricación	108
Conclusiones y Recomendaciones		110
Bibliografía		114
Anexos		115

PROLOGO

En el presente informe se evidenciará la importancia de aplicar una secuencia de pasos para validar el diseño y validar la fabricación del bastidor de un carrier articulado y eje de tracción oscilante para equipos de perforación empleado en la mina subterránea para cubrir una necesidad del mercado nacional cumpliendo normas internacionales.

Una característica muy importante es que el equipo será autopropulsado lo que incrementará su performance en lo que se refiere a la producción y versatilidad.

El producto es de uso prolongado, perteneciendo al grupo de equipos encargados de obtener el mineral, esta operación es la actividad primaria de la minería y la duración de esta actividad es de dos a tres meses dependiendo del tamaño de la veta, luego de la cual el equipo es trasladado a otra veta a realizar la misma operación en el mismo periodo de tiempo.

Para asegurar la calidad en el proceso de fabricación se establecerán metodologías para validar el diseño mediante un software avanzado en función al parámetro de seguridad recomendado para trabajo minero y la fabricación mediante la inspección de las uniones soldadas bajo la calificación de procedimientos y soldadores utilizando el código "AWS D1.1/ D1.1M – 2006 – Structural Welding Code - Steel".

Por tanto, para comprender con mayor facilidad del tema, se elaborará el informe en 6 capítulos, los cuales son:

Capítulo 1: Introducción, se menciona las generalidades, los antecedentes, la justificación, el planteamiento del problema, los objetivos, la metodología del trabajo, el alcance y las limitaciones.

Capítulo 2: Conceptos básicos, se explicarán los conceptos más importantes en el software de diseño y soldadura para la fabricación referidos para la validación, asegurando la calidad en el proceso.

Capítulo 3: Equipos mecanizados para perforación subterránea, se describe los equipos que actualmente hay en el mercado, su método de trabajo y reglamentos de seguridad que deben cumplir.

Capítulo 4: Diseño del bastidor, se enseñará los pasos para la elaboración de planos para la fabricación y análisis estructural del bastidor.

Capítulo 5: Fabricación del bastidor, se enseñará los pasos en la fabricación del bastidor e inspecciones durante el proceso bajo normas internacionales.

Capítulo 6: Validación del diseño y de la fabricación, se evidenciarán los registros obtenidos de las inspecciones y reportes exigidos por procedimientos estándares.

Se agradece la colaboración de la empresa RESEMIN S.A. representado por el Director Gerente Ing. James Valenzuela Murillo por el apoyo para el desarrollo de este trabajo.

CAPITULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1 Generalidades

RESEMIN, es una empresa dedicada al servicio de la minería, ha desarrollado un Jumbo hidráulico de perforación en base a modelos existentes, presentando marcadas diferencias – propias del diseño simple y mejorado – lo que le hace atractivo frente a otros equipos, es así como surge el concepto del RAPTOR DH.

El Raptor DH es un equipo diseñado para la perforación subterránea de rocas, empleada en la industria minera. Su funcionamiento es Electro – Hidráulico, generado por medio de un motor eléctrico de 100 HP, que transmite potencia a una bomba hidráulica y esta a su vez transmite energía hidráulica a todos los elementos actuadores (dirección hidráulica, posicionamiento hidráulico, perforación hidráulica, etc.) los elementos de control y mando se controlan por medio de señales electro-hidráulicos (Ver Anexo 1).

El Equipo Raptor DH es un equipo de alta producción, que puede usarse en la pequeña, mediana y gran minería, aplicando la metodología de extracción por sub-
– niveles en sus formas: Sublevel Stopping, Sublevel Caving y Cable Bolting, además de la perforación de Chimeneas.

A pesar de las condiciones óptimas dentro de los parámetros exigidos durante su trabajo, este equipo requiere el mejoramiento continuo en el Proceso de Fabricación.

El propósito del informe es presentar un bastidor versátil, ergonómico y resistente capaz de soportar las exigencias de trabajo de una perforadora hidráulica y las condiciones del terreno siendo principal componente estructural del equipo Raptor.

Se espera demostrar su operatividad mediante registros de trabajos en las labores mineras comparándolo con otros equipos similares puestos en el mercado nacional obteniendo los metros perforados y disponibilidad mecánica requerida por mina.

El método de trabajo es la recolección de información de las necesidades del cliente y del trabajo a realizar, se plantea el diseño para luego simular con software su funcionamiento y análisis estructural, se procede a la fabricación del mismo siguiendo un diagrama de flujo de acuerdo al sistema de gestión de calidad implementado, se realiza pruebas y protocolos de funcionamiento en los talleres y en mina para luego hacer una retroalimentación para mejora del diseño y de la fabricación, siendo registrado para cada equipo.

1.2 Antecedentes

RESEMIN S.A. comenzó a fabricar desde el año 2002 equipos de perforación para taladros largos cuyo funcionamiento es electro-hidráulico sin motor Diesel denominado Raptor, estos equipos tienen como característica un bastidor de 1.5 mts x 3.5 mts con altura del carrier de 1.6 mts, con capacidad de carga de 4500 Kg.

A continuación se presenta los antecedentes de fabricación del equipo Raptor DH.

- 1 Raptor, primer equipo modelo robusto y pesado para labores de 3.5x3.5 mts. Desde 21/10/2002.
- 2 Rocket Raptor, para labores de mayor altura en mina 4x4 mts. Desde el 28/08/2003.
- 3 Raptor Junior, para labores de 3x3 mts. Siendo un equipo liviano, desde el 26/04/2004.
- 4 Raptor 33, para labores de acceso difícil donde el bastidor se ensambla en dos partes, desde 2004.
- 5 Raptor Mini, para labores de 2x2 mts. Puesto en el mercado desde 01/09/2005.

Hasta este modelo los equipos son remolcados al nivel donde habrá de perforar.

- 6 Raptor DH, para labores de 3.5x3.5 mts. Donde el equipo usa el sistema Diesel para su desplazamiento, puesto en el mercado desde 19/05/2007

1.3 Justificación

El presente trabajo es contribuir a solucionar la demanda de equipos de este tipo con la característica de autopropulsión a un precio competitivo, con calidad de acuerdo a normas internacionales, generando puestos de trabajo y apostando por el desarrollo de la tecnología nacional e incrementando la producción de la pequeña y mediana minería peruana.

Promovido por inversión privada y demanda nacional e internacional, se ha creado la necesidad de trabajar siguiendo especificaciones técnicas internacionales, es importante que las personas involucradas en las áreas principalmente de diseño, fabricación y calidad, conozcan a profundidad la aplicación de las normas.

Por tal motivo la calificación de operarios y procedimientos para el diseño, la soldadura, la preparación de superficie y el pintado en este equipo es uno de los pasos más importantes para obtención de buenos resultados.

Para los planos se tiene como referencia la ASME Y14.5M – 1994 Dimensioning and Tolerancing, ASME Y14.35M-1997 Revision of Engineering Drawing and Associated Documents y para el factor de seguridad el “Manual de Perforación y Voladura de Rocas” Segunda Edición del Instituto Tecnológico Geominero de España cuyo autor es Carlos López Jimeno y “Manual de Excavación y Sostenimiento de Túneles de Roca” CONCYTEC, Primera Edición, Octubre 2004.

Para las calificaciones en soldadura se tiene: “AWS D14.3/D14.3M:2005 – Specification for Welding Earthmoving, Construction, and Agricultural Equipment” y “AWS D1.1 / D1.1M - Structural Welding Code – Steel”, siendo esta última la que se aplicará debido a que la mayoría de componentes en este equipo son estructuras soldadas de acero.

En la sección 4 del código mencionado, se explica cuál es el procedimiento que se debe seguir para la calificación de soldadores y procedimientos de soldadura, así también nos guía a utilizar los procedimientos pre calificados de la sección 3 para el mismo fin.

Para la preparación de superficie se aplicará las especificaciones de la Sociedad de Recubrimiento de Pintura, procedimiento SSPC-SP-10/ NACE N° 2 Limpieza con chorro abrasivo grado cercano a blanco.

Para el análisis granulométrico de muestra de arena, las propiedades físicas de agregados se basa en la norma ASTM C 136, para el análisis químico en la determinación de contaminantes solubles se basa en el método conductimétrico ASTM D 4940 / 93.

Para la medición de espesores de película seca en estructuras de acero se basa en la SSPC-PA2 - 2004 Medición de Espesores de Película Seca.

1.4 Planteamiento del problema

El presente informe parte de la necesidad en el sector minero nacional para trabajos de alta producción para la pequeña y mediana minería donde el trabajo consistió en la elaboración del diseño con un proceso normalizado para la fabricación dando como alternativa un equipo con precio competitivo, así como disminuir accidentes fatales por trabajos de perforación manual.

Debido a la topografía accidentada presentada en nuestro país para la extracción de minerales será viable e importante la fabricación de equipos de perforación con sistema electro-hidráulico con tracción Diesel cuyo impacto en el ambiente será con los límites de contaminación en la combustión, fugas de aceite hidráulico y ruido durante la operación.

Ante los reportes de accidentes en interior mina debido a la falta de inversión en equipos mecanizados debido a su alto costo, se brinda como alternativa un equipo nacional cumpliendo estándares para su fabricación y seguridad durante la operación.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

El objetivo de este informe es la validación del diseño y de la fabricación de un bastidor para equipos de perforación de taladros largos empleado en la mina subterránea y proponer una metodología donde se describa una secuencia de requisitos a cumplir, asegurando el correcto funcionamiento del equipo durante los trabajos de perforación.

1.5.2 Objetivos específicos

Validar el diseño analizando la estructura del bastidor con el método por elementos finitos utilizando el software "CATIA" para obtener un factor de seguridad de acuerdo al rango recomendado por bibliografías técnicas.

Validar la fabricación aplicando las metodologías para la calificación de soldadores, procedimientos de soldadura, inspección de uniones soldadas utilizando el código "AWS D1.1 / D1.1M-2006 - Structural Welding Code – Steel". Así mismo, la correcta preparación de superficie, aplicación de pintura para obtener la adherencia y espesor recomendado por el fabricante de pintura epóxica basado en la SSPC – The Society for Protective Coating.

1.6 Metodología de trabajo

El diseño se basa en la tecnología de los equipos de empresas internacionales como Atlas Copco y Sandvik donde se tomaron referencias del material, dimensiones de la estructura del bastidor y especificaciones técnicas de sus manuales de partes y funcionamiento.

En función a los requisitos especificados por el cliente, se realiza el diseño con la experiencia de tener 31 equipos ya fabricados puestos en Perú, Chile, Zambia, Bolivia. Se usa como herramienta para el análisis estructural del bastidor el software CATIA, elaborando planos con las especificaciones técnicas para su fabricación.

Fabricación de equipos usando tecnología propia, elaborando procedimientos y calificación de personal de acuerdo a normas internacionales, así mismo contando con equipos, bancos de pruebas e instrumentos debidamente programados su mantenimiento y calibración.

Registro de protocolos de prueba en taller y mina para cada equipo, monitoreando su funcionamiento en mina para retroalimentación en el diseño y la fabricación.

1.7 Alcances

El informe está basado en el libro de "Excavación y Sostenimiento de Túneles de Roca" – CONCYTEC y el "Manual de Perforación y Voladura de Rocas" del Instituto Tecnológico Geominero de España.

Así mismo, está basado en las secciones 3 y 4 del código “AWS D1.1 / D1.1M-2006 Structural Welding Code – Steel” y “Fundamentos de Recubrimientos Protectores para Estructuras Industriales” de la Sociedad de Recubrimientos Protectores.

Se llegó a la validación del diseño y de la fabricación del bastidor, proponiendo una metodología donde se describe una secuencia de requisitos a cumplir.

Se llegó a proponer una retroalimentación para el diseño y la fabricación.

1.8 Limitaciones

1. Las referencias que se darán sobre el libro “Excavación y Sostenimiento de Túneles de Roca” CONCYTEC es de la primera edición Octubre 1994 y del libro “Fundamentos de Recubrimientos Protectores para Estructuras Industriales” SSPC es de la versión 13A1 Marzo 2005.
2. Las referencias que se darán sobre el código “AWS D1.1/ D1.1M - Structural Welding Code – Steel” son de la vigésima edición, publicada el año 2006.
3. Debido a que el código “AWS D1.1/ D1.1M” está escrito en idioma inglés, el significado de las palabras están basados en los términos comunes de nuestra industria, debido a que hasta la fecha de impresión del informe, no tenemos un documento oficial de términos técnicos en el Perú.
4. Los costos del diseño y fabricación por política de la empresa no es posible brindar la información, pero se cita los costos estimados en el anexo 21.

CAPITULO 2

CONCEPTOS BASICOS

2.1 Métodos de minado subterráneo

De acuerdo al capítulo 24, Voladuras Subterráneas de Producción en Minería y Obra Pública del “Manual de Perforación y Voladura de Rocas”, los principales son: Naturalmente soportados, artificialmente soportados y no soportados.

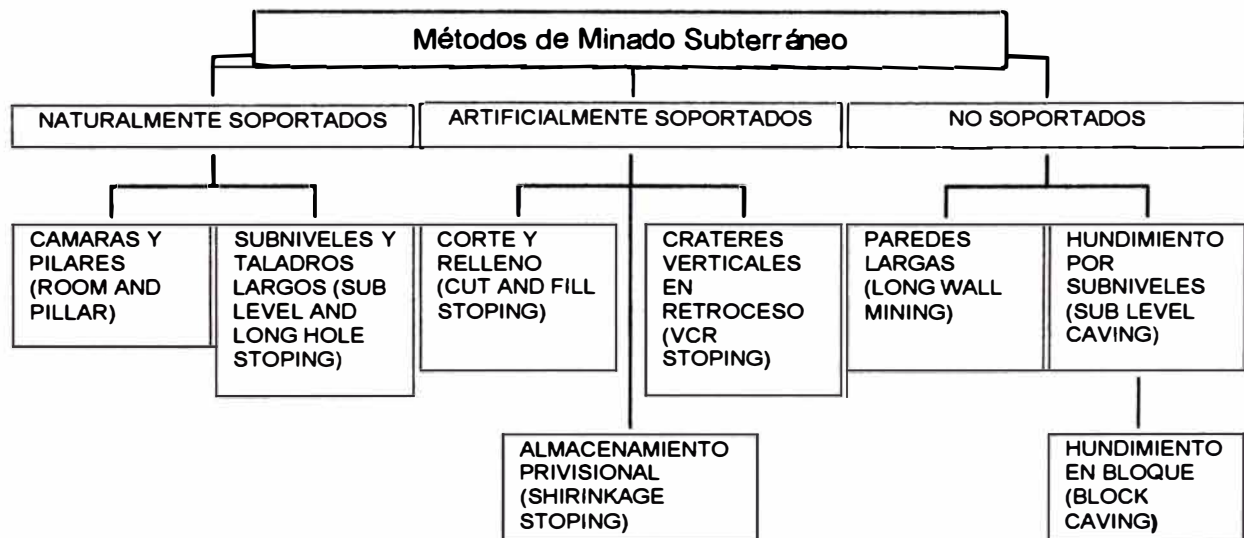


Figura Nº 2.1 Métodos de minado subterráneo

La selección de métodos masivos nos enfrenta al reto de la planificación y para ello se deben tener en cuenta los criterios siguientes:

- Geometría del yacimiento
- Distribución del mineral y sus leyes
- Propiedades geomecánicas del mineral y de la roca

- Aspectos económicos
- Limitaciones ambientales

Para el desarrollo del informe se describirá el sistema de minado naturalmente soportado donde el equipo a describir será para trabajos de perforación por subniveles y taladros largos.

2.2 Métodos de perforación de rocas

Existen distintos métodos de perforación de rocas, diferenciados principalmente por el tipo de energía que utilizan (Ej. mecánicos, térmicos, hidráulicos, etc.). En minería y en obras civiles la perforación se realiza, actualmente, utilizando energía mecánica.



Figura N° 2.2 Métodos de perforación de rocas

Para fines del informe se explica en el anexo 2 el método rotopercutivo, la perforación mecanizada y la perforación de producción o de explotación.

2.3 Minado por subniveles

También denominado "sublevel stoping", es una aplicación de los principios de la voladura de banco a cielo abierto a las explotaciones subterráneas, la explotación se realiza a través de los subniveles a intervalos fijos en forma descendente, la distancia entre los subniveles oscila entre 8 y 70 metros y cada una se desarrolla según un conjunto de galerías que cubren la sección completa del mineral. Existen dos variaciones en este método por taladros paralelos (LBH) y taladros en abanico explicados en el anexo 3 y los criterios para su aplicación son:

- Potencias de vetas mayores a 3 metros
- Las rocas encajonantes deben ser competentes y resistentes.
- El mineral debe ser competente y con buena estabilidad.
- Los límites de los yacimientos deben ser amplios y regulares.

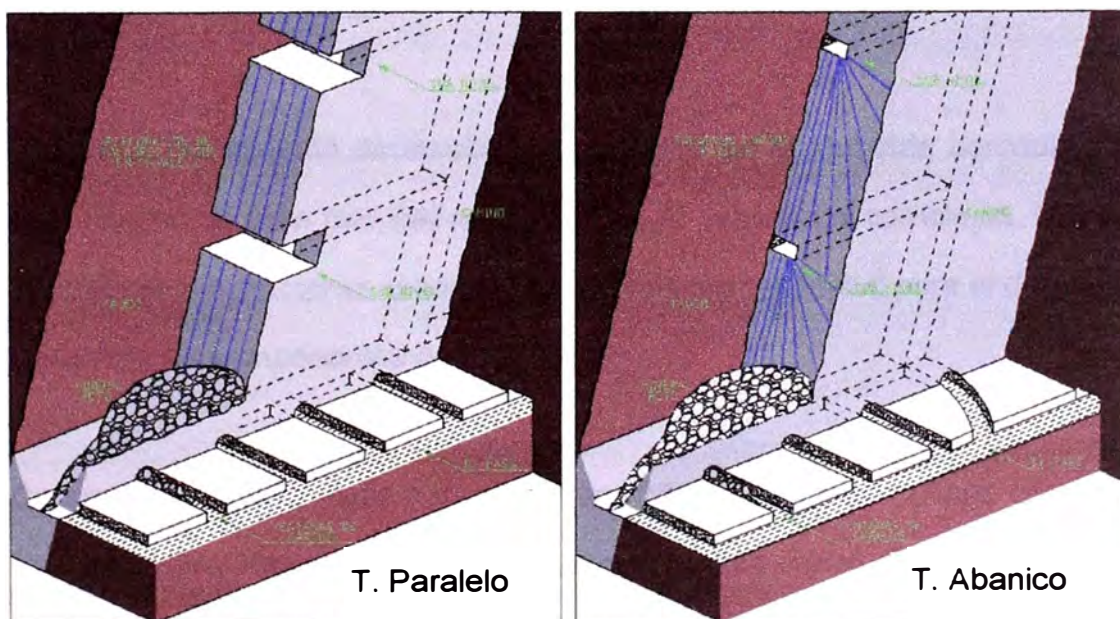


Figura N° 2.3 Minado por subniveles

2.4 Herramientas de diseño asistido

Se denomina herramientas de diseño asistido a un conjunto de herramientas que permiten el diseño asistido por computador. Es frecuente utilizar la sigla CAD, del inglés Computer Aided Design, para designar al conjunto de herramientas de software orientadas fundamentalmente, pero no exclusivamente, al diseño (CAD), la fabricación (CAM) y el análisis (CAE) asistidos por computadora en los ámbitos científico e industrial.

2.4.1 CATIA: computer aided three dimensional interactive application

CATIA es un programa de CAD/CAM/CAE comercializado por Dassault Systemes, Francia. El programa está desarrollado para proporcionar apoyo desde la concepción del diseño (CAD) hasta la producción (CAM) y el análisis (CAE) de productos.

Provee una arquitectura abierta para el desarrollo de aplicaciones o para personalizar el programa.

Programa inicialmente desarrollado para servir en la industria aeronáutica, se ha hecho un gran hincapié en el manejo de superficies complejas. CATIA también es ampliamente usada en la industria del automóvil para el diseño y desarrollo de componentes de carrocería.

Concretamente empresas como el Grupo VW (Volkswagen, Audi, SEAT y Škoda), BMW, Renault, Peugeot, Daimler Chrysler, Smart y Porsche hacen un amplio uso del programa.

2.5 Análisis y solución de ecuaciones de esfuerzos utilizando el método de elementos finitos (FEA)

Muchos de los software comerciales para computadores han desarrollado algoritmos para la resolución de las ecuaciones diferenciales sobre geometrías complejas utilizando este método, que consiste en discretizar (elemento finito) un medio continuo aplicando las condiciones de contorno o condiciones iniciales mediante un método numérico.

FEA divide un sólido en “elementos” geométricos, que se representan matemáticamente en la computadora como una malla en 3D que se superpone sobre el sólido y lo impregna, para resolver las ecuaciones diferenciales que rigen los fenómenos físicos tal como se aplican a las geometrías simuladas. Con la utilización de FEA, los ingenieros simulan las respuestas de los diseños ante las fuerzas de funcionamiento y utilizan estos resultados para mejorar el rendimiento del diseño, minimizando la necesidad de prototipos físicos.

Las investigaciones han demostrado que el 80% de los costos de fabricación de un producto se concentran en el diseño aprobado y este es el motivo por el que la capacidad de realizar repeticiones de diseño rápidas y económicas es una ventaja competitiva crucial.

Aunque los costos derivados de la creación de prototipos no fueran consideraciones importantes, el análisis del diseño aporta beneficios significativos a la calidad del producto, lo que permite que los ingenieros detecten los problemas de diseño mucho antes de lo que se tarda en construir un prototipo.

El análisis del diseño también facilita el estudio de más de una opción de diseño y ayuda a desarrollar diseños optimizados. A menudo, el análisis rápido y económico revela soluciones no intuitivas y beneficia a los ingenieros al ofrecerles una mejor comprensión de las características del producto.

2.6 Simulación en condiciones de trabajo del diseño

En términos sencillos, la simulación del diseño es una herramienta potente del software, que utiliza el método de los elementos finitos para estudiar el comportamiento del sistema bajo las cargas de operación para la simulación del comportamiento físico del sistema en condiciones reales de operación y determinar si ¿Se romperá? ¿Se deformará? ¿Se calentará demasiado? Estos son los tipos de preguntas a las que el análisis del diseño ofrece respuestas precisas. Esta tecnología se ha estandarizado en el sector de la fabricación durante la última década y se ha convertido en una valiosa herramienta de desarrollo de productos que esta omnipresente en casi todos los campos de la ingeniería.

2.6.1 Pasos para el análisis

Con un sistema de análisis del diseño integrado, podemos realizar el análisis directamente en nuestro modelo en 3D, sin salir en ningún momento de nuestro paquete de CAD. Una vez que tenemos nuestra geometría, podemos configurar el modelo, realizar el análisis y analizar los resultados.

Paso 1: Primero, definimos y asignamos las propiedades materiales al modelo.

Paso 2: A continuación, aplicamos las cargas y soportes adecuados que representan las condiciones de carga de la vida real.

Paso 3: Ahora, generamos el mallado de la geometría. El mallado consiste básicamente en dividir la geometría en pequeñas piezas de formas simples denominadas elementos finitos. El método numérico utiliza el método de elementos finitos para calcular la respuesta de nuestro modelo a las condiciones de carga indicadas. El mallado se realiza automáticamente con poca, si es que se necesita, intervención del usuario.

Paso 4: Después de generar la malla del modelo, se lleva a cabo la solución del análisis. Este paso está completamente automatizado y no es necesaria la intervención del usuario.

Paso 5: Una vez que la solución está completa, podemos analizar los resultados. Por supuesto, estos dependen del tipo de análisis realizado. En nuestro caso, estamos interesados en propiedades estructurales como las desviaciones y tensiones.

Los resultados de nuestro análisis verificarán la función de nuestro diseño o bien nos mostrarán donde tenemos problemas que requieran modificaciones para conseguir la calidad, el nivel de tensión. Con los paquetes de análisis integrados, se pueden realizar fácilmente modificaciones en el diseño en el mismo modelo de CAD que se utilizó para el análisis inicial.

2.7 Factor de seguridad

El coeficiente de seguridad (también conocido como factor de seguridad) es un factor (número mayor que 1) que se utiliza en ingeniería para los cálculos de diseño de elementos o componentes de maquinaria, estructuras o dispositivos en general.

En los cálculos de resistencia mecánica, el factor de seguridad se aplica principalmente de dos maneras:

- Multiplicando la dimensión del elemento resultante de los cálculos teóricos
- Dividiendo las propiedades favorables del material que determinan el diseño.

Estos factores de seguridad por lo general provienen de la experiencia empírica o práctica, por lo cual están tabulados y contemplados en las normas o la literatura, o bien se aplican según la experiencia personal del diseñador. En general para el mismo tipo de elemento dependerán del tipo de uso o servicio que se le piense dar. Por ejemplo, para una máquina de uso continuo se usará un factor de seguridad mayor que para una de uso esporádico.

2.8 Esfuerzo de Von Mises

Debido a que la estructura del bastidor está sometida a cargas de flexión y no a cargas de corte actuantes sobre el sistema, se considera el criterio de Von Mises.

El esfuerzo de Von Mises es una magnitud física proporcional a la energía de distorsión. En ingeniería estructural se usa en el contexto de las teorías de fallo como indicador de un buen diseño para materiales dúctiles.

El criterio de falla establece que el esfuerzo de Von Mises debe ser menor que el esfuerzo de fluencia del material. El esfuerzo de Von Mises puede calcularse fácilmente a partir de las tensiones principales del tensor tensión en un punto de un sólido deformable, mediante la expresión:

$$\sigma_{VM} = \sqrt{\frac{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_1 - \sigma_3)^2}{2}}$$

Siendo $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ los esfuerzos principales, donde $\sigma_1 > \sigma_2 > \sigma_3$.

2.9 Términos en soldadura

2.9.1 Calidad en la soldadura

Calidad en la soldadura es una unión soldada que cumple los criterios de aceptación de los documentos del contrato - además de los criterios que aparecen en la norma que se utiliza, el dueño puede agregar otros criterios de aceptación. (Ver bibliografía N° 10)

Por ejemplo: Cuando se califican soldadores con el código "AWS D1.1 / D1.1M - Structural Welding Code – Steel", la altura de la sobremonta es 3 mm como máximo, si al culminar su prueba el soldador tiene una sobremonta de 4 mm, su probeta no es de calidad porque no cumple los criterios de aceptación del código.

2.9.2 Responsabilidad

Existen dos formas de especificar las responsabilidades según el código, pero normalmente en el Perú se trabaja de la siguiente forma:

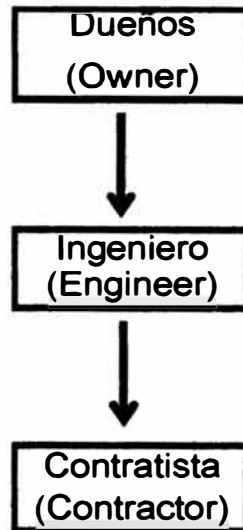


Figura Nº 2.4 Responsabilidades

Lo más resaltante de la figura Nº 2.4 es el Ingeniero, por ser el responsable técnico de la obra ante el dueño y el puede definir conceptos que no estén escritos en el código. Pero no se debe confundir que el Ingeniero es necesariamente una persona que ha estudiado una carrera de ingeniería. (Ver ítems 1.3 Definitions y 1.4 Responsibilities del código)

2.9.3 Calificación

En este código se realiza 2 tipos de calificación:

2.9.3.1 De procedimientos de soldadura

Se califica el procedimiento de soldadura con el cual se realiza la unión soldada, verificando si cumple los requerimientos necesarios para soportar las cargas de diseño y lo especificado en el contrato.

2.9.3.2 De operarios de soldadura

En este tipo se califica la habilidad que tiene un soldador; operador y apuntalador de soldadura para producir un cordón de soldadura que cumpla los requerimientos del contrato.

2.9.4 Variables

Existen 3 tipos:

2.9.4.1 Variables esenciales

Son las variables que influyen en las propiedades mecánicas de un cordón de soldadura. (Ver bibliografía N° 9)

2.9.4.2 Variables suplementarias

Son las variables que influyen en las propiedades mecánicas cuando se toma en consideración la cantidad de energía que va a absorber un material hasta antes de romperse - se aplica un el ensayo CVN. (Ver bibliografía N° 9)

2.9.4.3 Variables no esenciales

Son aquellas variables que no influyen en las propiedades mecánicas del cordón de soldadura. (Ver bibliografía N° 9)

2.9.5 Tipos de uniones básicas

Las uniones básicas son:

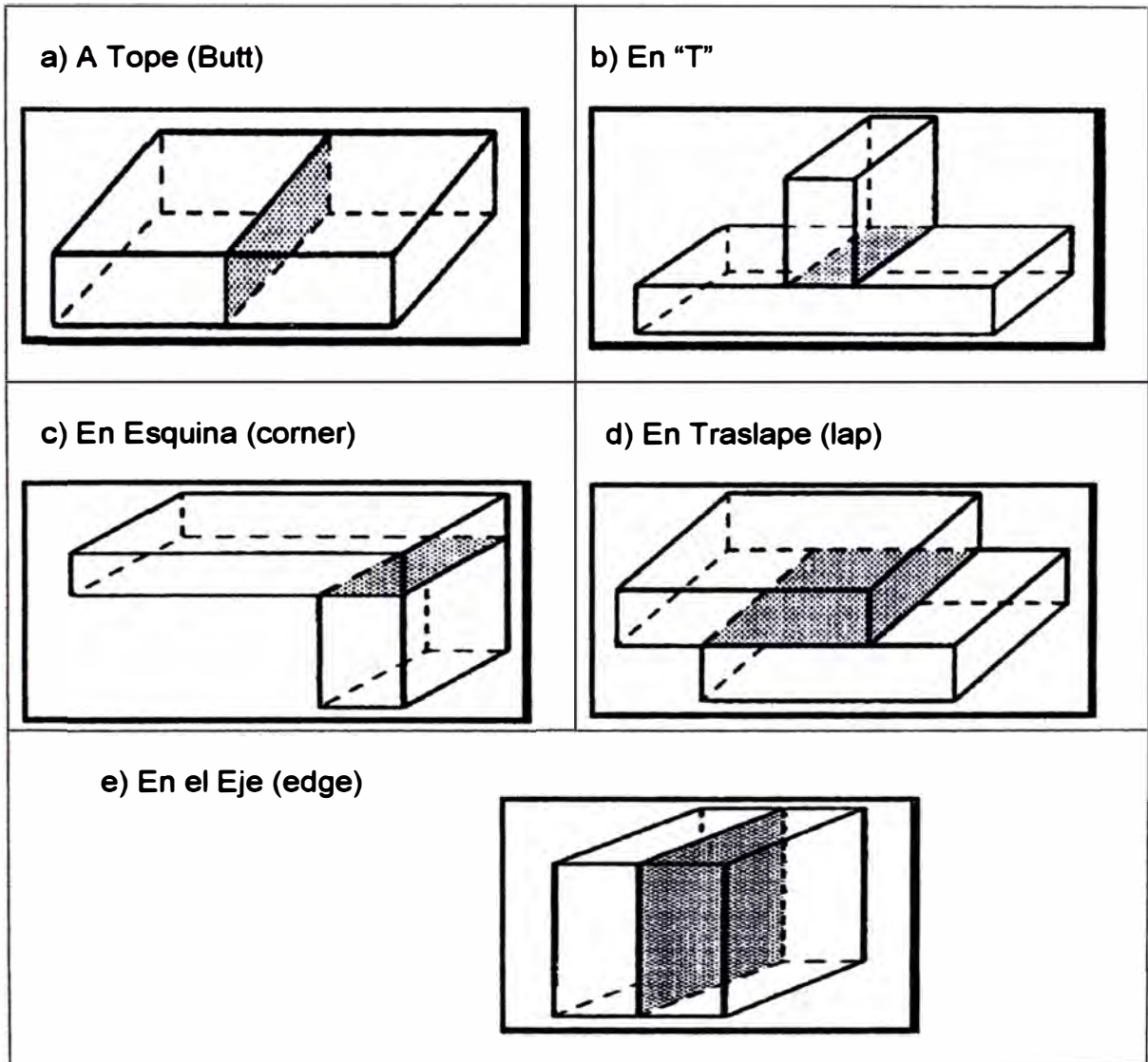


Figura N° 2.5 Tipos de uniones básicas (Ver bibliografía N° 6)

2.9.6 Tipos de Soldadura

Veamos los tipos de soldadura que pueden existir en la industria.

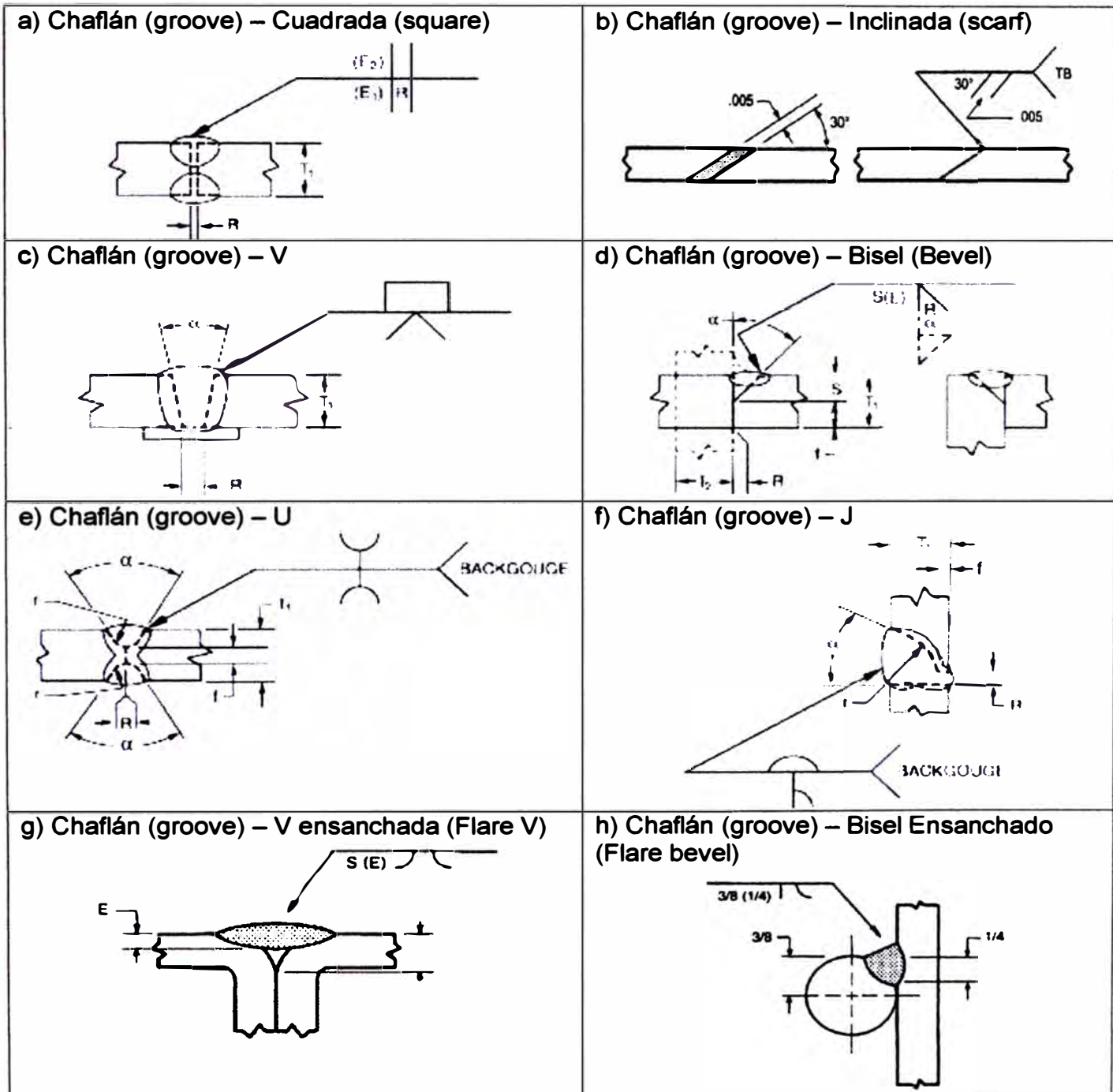


Figura N° 2.6 Tipos de Soldadura (Ver bibliografía N° 6)

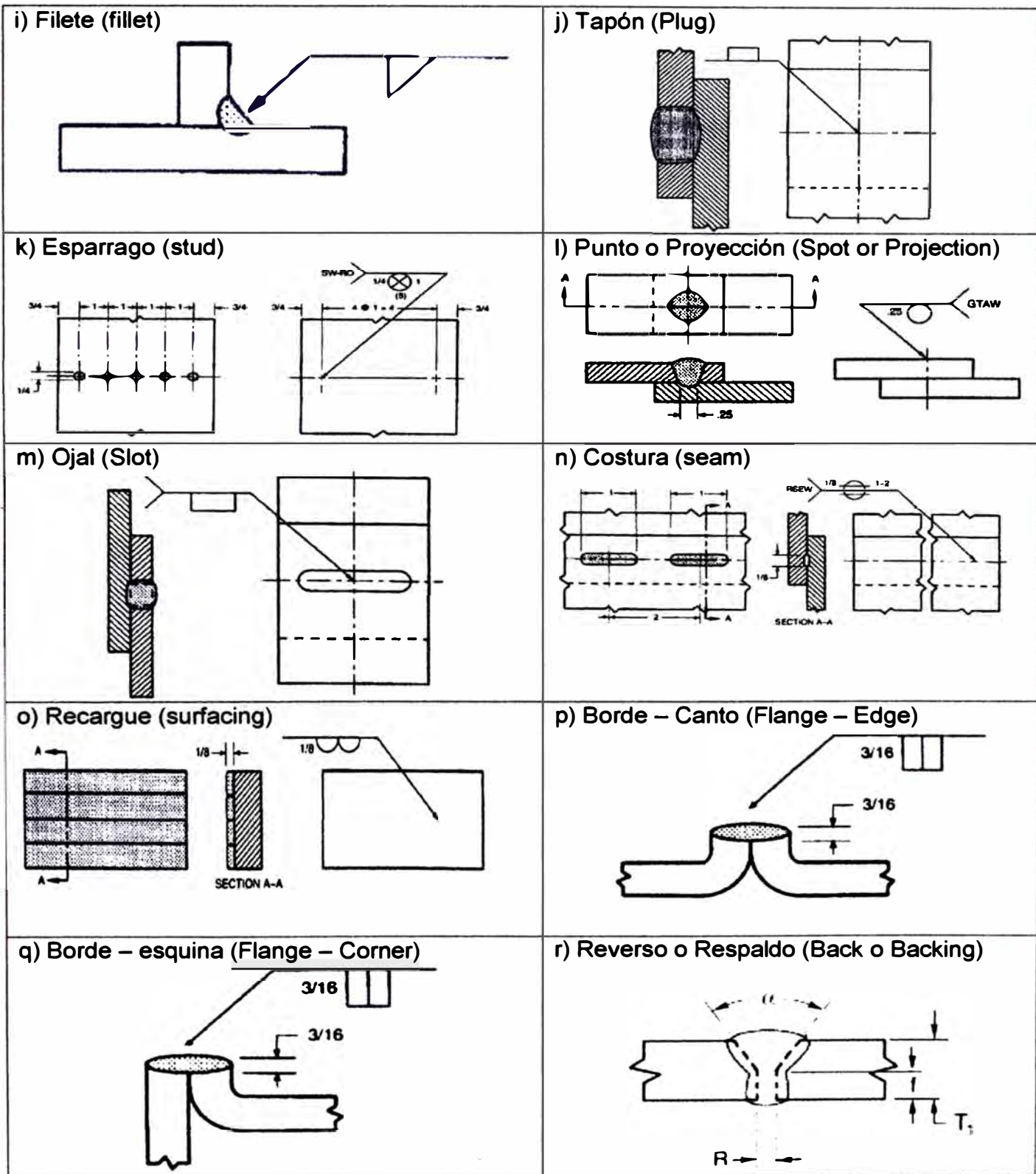


Figura N° 2.6 Tipos de Soldadura – Continuación (Ver bibliografía N° 6)

2.9.7 Tipos de Penetración

2.9.7.1 Junta de Penetración Completa (CJP)

Las juntas de penetración completa son aquellas en las cuales el cordón de soldadura traspasa al material base hasta la superficie opuesta donde se comenzó a soldar. (Ver bibliografía N° 6)

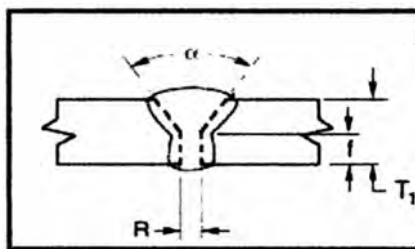


Figura N° 2.7 Junta de Penetración Completa

2.9.7.2 Junta de Penetración Parcial (PJP)

Las juntas de penetración parcial son aquellas que no traspasan el material base hasta la superficie opuesta donde se comenzó a soldar. (Ver bibliografía N° 6)

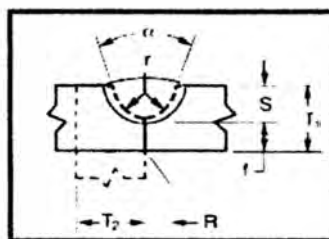


Figura N° 2.8 Junta de Penetración Parcial

2.9.8 Procesos de soldadura

Según la "American Welding Society" se tiene 107 procesos de soldadura (Ver bibliografía N° 7), incluyendo sus variaciones, pero para el presente trabajo se mencionará los procesos usados:

2.9.8.1 Soldadura por arco eléctrico con electrodo revestido (SMAW)

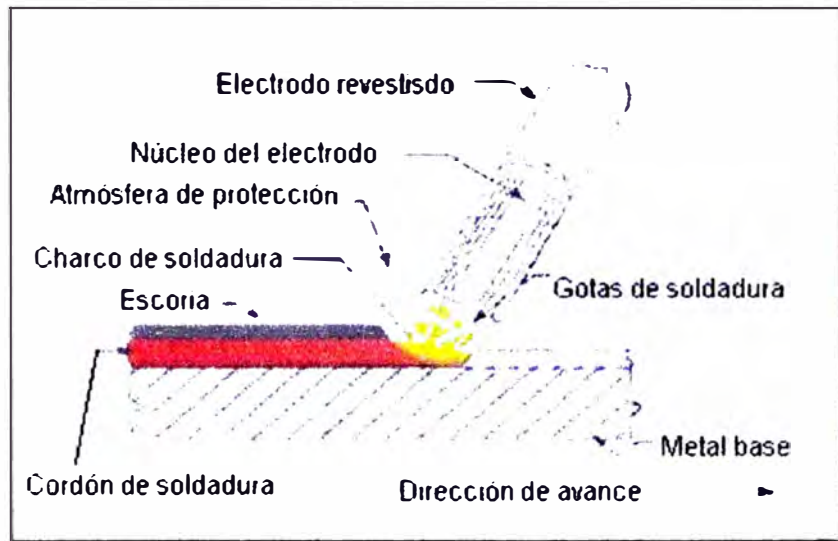


Figura N° 2.9 Esquema del Proceso SMAW (Ver bibliografía N° 10)

2.9.8.2 Soldadura por arco eléctrico con alambre sólido y gas (GMAW)

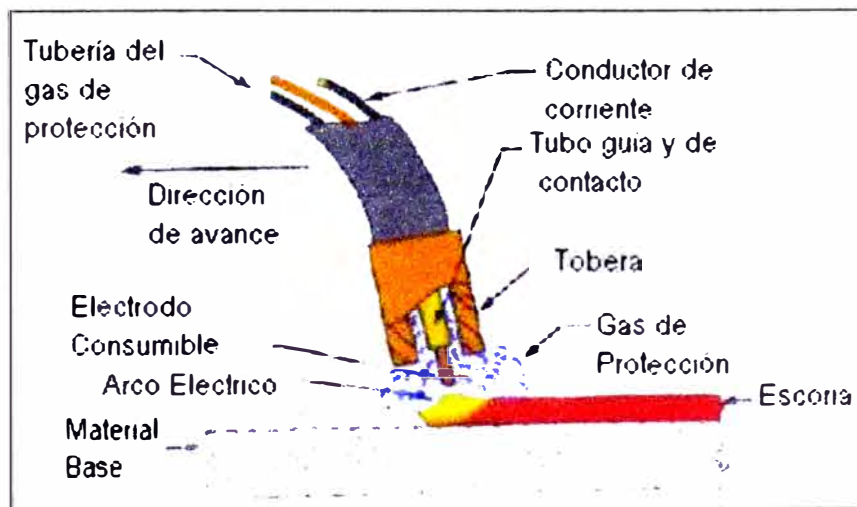


Figura N° 2.10 Esquema del Proceso GMAW (Ver bibliografía N° 10)

2.9.8.3 Cuadro resumen de características principales

Tabla N° 2.1 Características de procesos de soldadura

CARACTERÍSTICAS	SMAW	GMAW
Eficiencia	60 - 70	90 - 98
Posiciones	Todas	Todas
Accesibilidad	Buena	Mediana
Aleaciones	Varias	Regular
Usa gas de Protección	--	Si
Usa fundente de protección	--	--

2.9.9 Posiciones de soldadura y de calificación

Las posiciones de soldadura son aquellas en las cuales se realizan los cordones de soldadura en una obra y las posiciones de calificación son aquellas en las cuales se califica un operario o un procedimiento de soldadura.

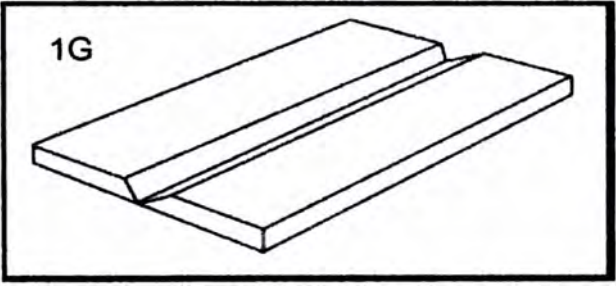
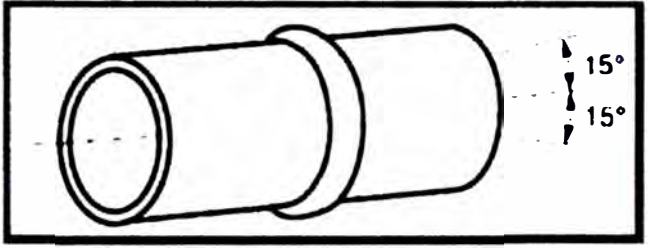
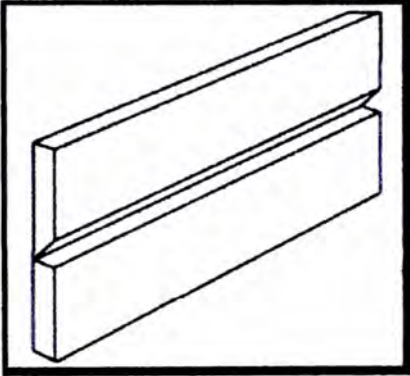
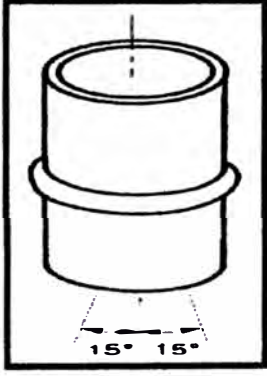
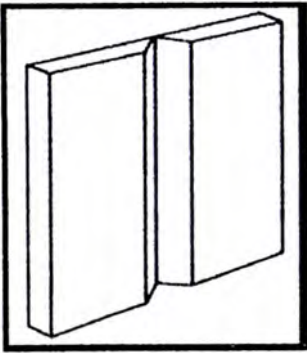
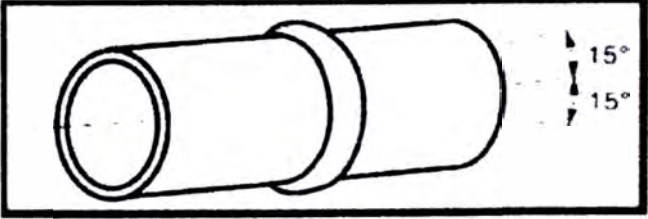
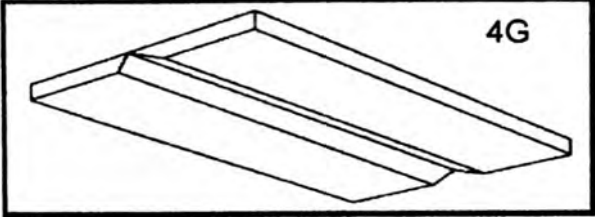
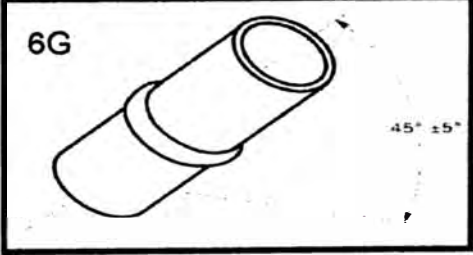
Seguidamente se puede corroborar en la tabla N° 2.2 que sólo existen 4 posiciones de soldadura y en el anexo 4 se puede apreciar los ángulos de inclinación respecto al eje y a la rotación de la cara del cordón de soldadura, consiguiendo con estos datos y la tabla N° 2.2 la posición de soldadura.

Tabla N° 2.2 - Posiciones de soldadura en chaflán (Ver bibliografía N° 5)

Posición	Referencia en el Diagrama	Inclinación respecto al Eje (°)	Rotación de la cara (°)
PLANA	A	0 a 15	150 a 210
HORIZONTAL	B	0 a 15	80 a 150
			210 a 280
SOBRECABEZA	C	0 a 80	0 a 80
			280 a 360
VERTICAL	D	15 a 80	80 a 280
	E	80 a 90	0 a 360

Mientras que en la tabla N° 2.3 se presentan la mayoría de posiciones de calificación.

Tabla N° 2.3 – Posiciones de Calificación (Ver bibliografía N° 5)

Plancha	Tubo
<p>1G</p> 	<p>1G</p> 
<p>2G</p> 	<p>2G</p> 
<p>3G</p> 	<p>5G</p> 
<p>4G</p> 	<p>6G</p> 

2.10 Proceso de corte por plasma

El fundamento del corte por plasma se basa en elevar la temperatura del material a cortar de una forma muy localizada y por encima de los 30 000 °C, llevando el material hasta el cuarto estado de la materia, el plasma, estado en el que los electrones se disocian del átomo.

El procedimiento consiste en provocar un arco eléctrico estrangulado a través de la sección de la boquilla del soplete, sumamente pequeña, lo que concentra extraordinariamente la energía cinética del gas empleado, ionizándolo, y por polaridad adquiere la propiedad de cortar. La ventaja principal de este sistema radica en su reducido riesgo de deformaciones debido a la compactación calorífica de la zona de corte, cortando así cualquier metal conductor.

Otra variable a tener en cuenta al compararlo con el oxicorte, es la calidad de corte. El plasma produce cortes limpios y sin escoria, permite cortar figuras intrincadas, permite cortar espesores muy finos (desde 0.5mm). Los beneficios adicionales son:

- El plasma puede cortar materiales pintados, oxidados sin inconveniente.
- Más velocidad y mayor productividad.
- Mínima necesidad de operaciones secundarias.
- Proceso más seguro, no utiliza gases inflamables.
- Significativamente menor zona afectada por el calor.
- Proceso más fácil de operar, no requiere operador calificado.
- No produce ondulación en las chapas
- Costo operativo menor

2.11 Preparación de superficie metálica

Los principales métodos de preparación de superficies especificados por el STEEL STRUCTURES PAINTING COUNCIL (SSPC) y la NATIONAL ASSOCIATION OF CORROSION ENGINEERS (NACE), que son las principales organizaciones Internacionales que han normado los grados de preparación son:

- SSPC-SP-1: Limpieza con solvente
- SSPC-SP-2: Limpieza Manual
- SSPC-SP-3: Limpieza Mecánica
- SSPC-SP-4: Limpieza con flama
- SSPC-SP-5 NACE-1: Limpieza con chorro de Abrasivo Grado Metal Blanco
- SSPC-SP-6 NACE-3: Limpieza con chorro de Abrasivo Grado Comercial
- SSPC-SP-7 NACE-4: Limpieza con chorro de Abrasivo Grado Ráfaga
- SSPC-SP-8: Limpieza Química
- SSPC-SP-9: Limpieza por Agentes atmosféricos
- SSPC-SP-10 NACE-2: Limpieza con chorro de Abrasivo Grado cercano a Blanco

SSPC-SP-10 NACE-2: Método para preparar superficies metálicas, mediante abrasivos a presión, a través del cual es removido todo el óxido, escama de laminación, pintura y materiales extraños.

La superficie debe tener un color gris claro y deben eliminarse sombras de oxidación visibles en un 95%. De hecho la diferencia entre una limpieza con chorro de arena grado metal blanco y metal cercano al blanco, radica en el tiempo empleado para pintar, ya que el metal es atacado por el medio ambiente y pasa a ser grado cercano al blanco en poco tiempo.

2.12 Perfil de rugosidad

El perfil de rugosidad es definido como el promedio de la profundidad entre los picos y valles creados durante la preparación de superficie previa al pintado del acero, este perfil de rugosidad es generado por la limpieza de superficie con chorro de abrasivos, herramientas manual - mecánicas, herramientas neumáticas o eléctricas, etc.

La adhesión y el desempeño del sistema de pinturas están influenciados por el perfil de rugosidad, por la uniformidad del mismo sobre la superficie y por el grado de limpieza alcanzado.

2.12.1 Métodos usados en la medición

Existe una gran variedad de métodos para medir el perfil de rugosidad. Para una gran exactitud la superficie del acero puede ser examinado microscópicamente y así medir el perfil de rugosidad. Sin embargo este método no es práctico y en campo o taller se usan los siguientes métodos, como son:

- Método 1: Comparadores visuales.
- Método 2: Equipos medidores de la profundidad del perfil.
- Método 3: Cintas réplica.

Cada uno de estos métodos tiene sus ventajas y limitaciones, de estos métodos el tercero es el que proporciona mayor repetibilidad y reproducción.

2.12.2 Factores que depende

El perfil de rugosidad de superficie nueva depende de siguientes factores:

- Naturaleza, forma y composición del abrasivo.
- Cantidad de abrasivo usado por unidad de superficie.
- Presión usada para un tipo de abrasivo dado.
- Técnica del operario.

2.12.3 Alturas de perfil de rugosidad

Para la mayoría de las aplicaciones solo es necesario un perfil de rugosidad comprendido entre 1.6 y 3 mils (40 - 75 micras). Cuando se requiere un alto perfil de rugosidad, el costo adicional estará justificado por los requerimientos del desempeño del sistema de pintura.

El consumo de pintura esta principalmente relacionado a los siguientes factores: Espesor de pintura, método de aplicación, perfil de rugosidad, porosidad por efecto de la corrosión, geometría de la superficie a pintar y pérdidas debidas a vientos. Altos perfiles de rugosidad (no requeridos para una aplicación específica) o perfiles de rugosidad no uniformes causan efectos negativos (económicos y técnicos).

El perfil de rugosidad debe estar aproximadamente entre el 15 al 25 % del espesor total del sistema de pintura especificado. Se debe tener en cuenta que limpiezas de superficie tipo arenado comercial o arenado al metal blanco pueden ser obtenidos con perfiles de rugosidad de 1.0 a 4.0 mils.

CAPITULO 3

EQUIPOS MECANIZADOS PARA PERFORACION SUBTERRANEA

3.1 Generalidades

La minería peruana en la actualidad tiene un gran potencial para su explotación logrando el progreso del país. Son muchas las formas de su explotación de nuestros minerales entre los mas importantes son a tajo abierto y subterránea, siendo esta última la que requiere mayor precaución debido al mayor grado de accidentes presentados y reportados por el ministerio de energía y minas.

Estos accidentes son por varios factores, entre los más importantes:

- Personal no capacitado
- Exceso de confianza
- Mal diseño de explotación
- Equipos de trabajo mal operado

Es en esta última causa que por uso incorrecto de equipos que no brindan seguridad durante la perforación pone en riesgo al personal generan un malestar al entorno social y producción de la empresa.

La visión que tienen las empresas al futuro es modernizar sus equipos de producción logrando dar seguridad al operador y aumento en la productividad.

Países desarrollados tienen implementado en sus minas equipos automatizados y al Perú han llegados equipos que cumplen con las exigencias de trabajo, seguridad y elevando la producción. Sin embargo el costo de estos son altos que a largo plazo son rentables.

Ajeno a esto no podría estar la industria peruana, así que se comienza con el estudio para el diseño de un equipo de perforación subterránea que cumpla con las condiciones de trabajo en la mina, brindando seguridad al personal, elevando la producción tan igual o mejor que los importados y a un precio accesible cumpliendo las exigencias de normas exigidas para su fabricación.

Así nace el equipo de perforación Raptor DH para producción, que en esta oportunidad se estudiará la estructura del bastidor siendo el soporte del sistema electro hidráulico y sistema Diesel para los trabajos dentro de la mina.

A continuación se describe el proceso de minado, secuencia de trabajos de equipos mecanizados y equipos mecanizados para la perforación de producción.

3.2 Proceso de minado

Se explicará la etapa de perforación relacionado con el presente informe.

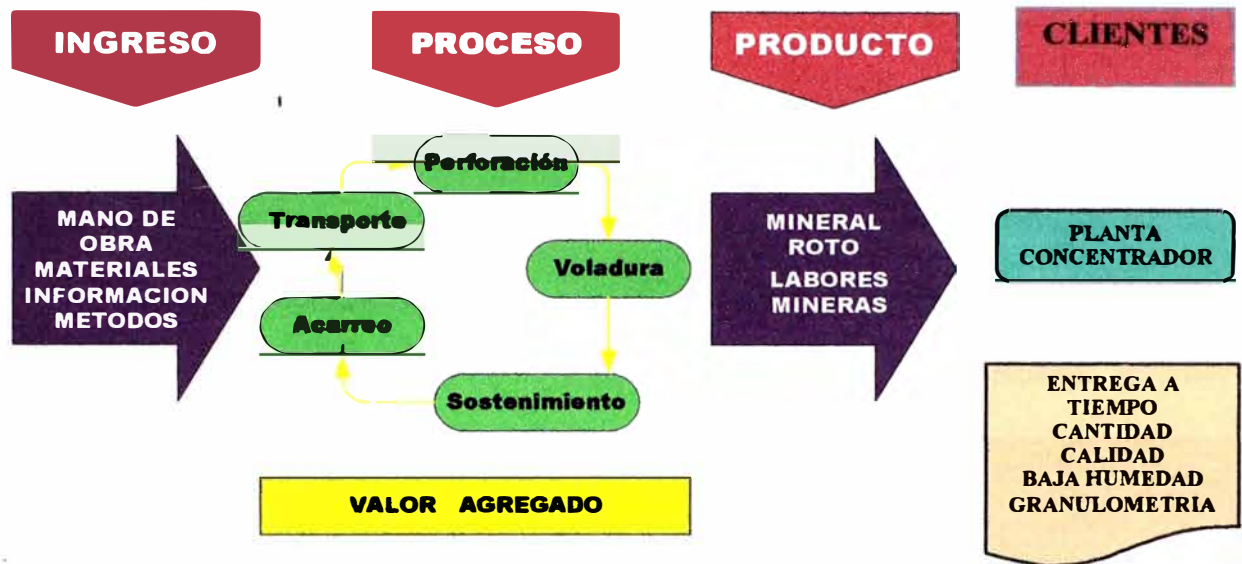


Figura N° 3.1 Proceso de minado

3.3 Secuencia de trabajo de equipos mecanizados

Trabajo de perforación de desarrollo y sostenimiento para llegar al cuerpo o veta.

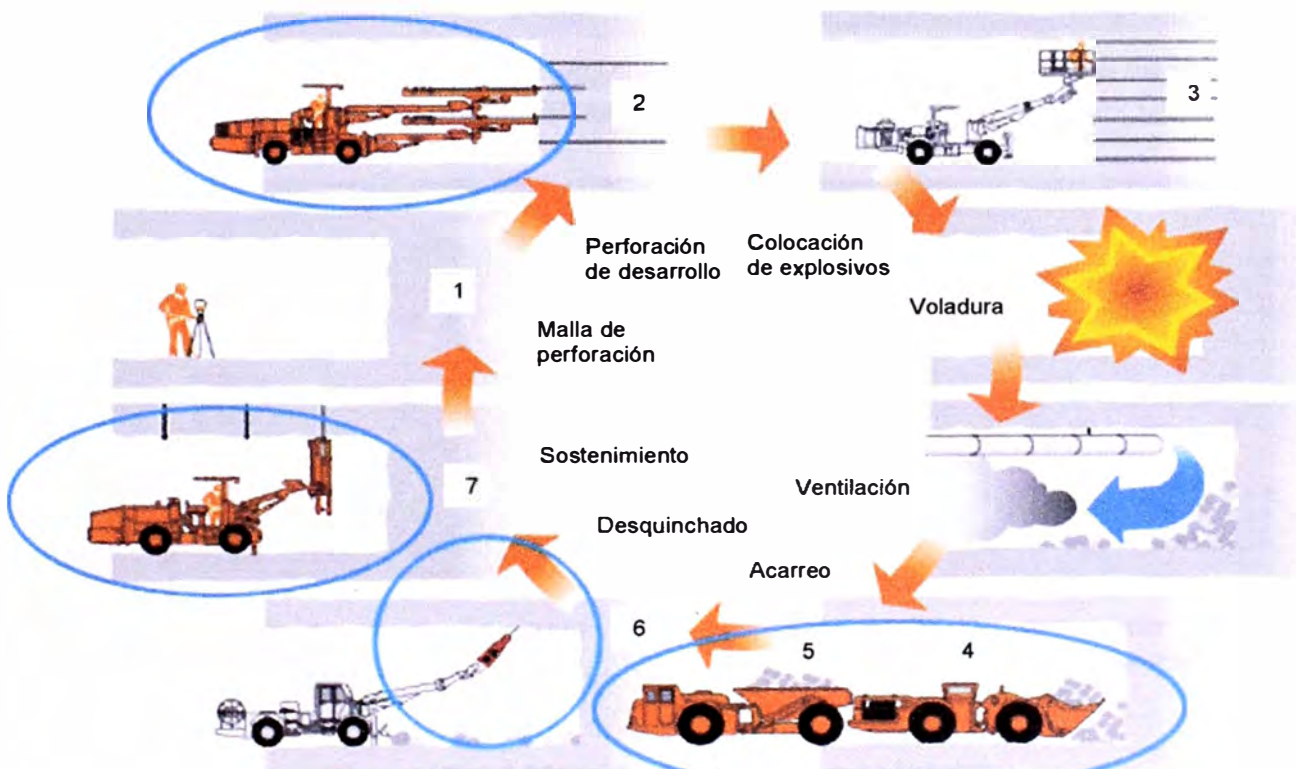


Figura N° 3.2 Secuencia de trabajo de equipos mecanizados



1. Marcación de malla de perforación por Dpto. Mina en base a cálculos de ingeniería



The boom below drilling in granite, the COPJAMBF rock drill on the Romet Boomer LC can drill a 4.5 m-long blast hole in as little as 40 seconds - that corresponds to a penetration rate of 4.2 m/min.

2. Perforación de desarrollo realizado por un Jumbo Romet Boomer de Atlas Copco



3. Colocación de explosivos para voladura siendo EXSA y FAMESA especialistas.

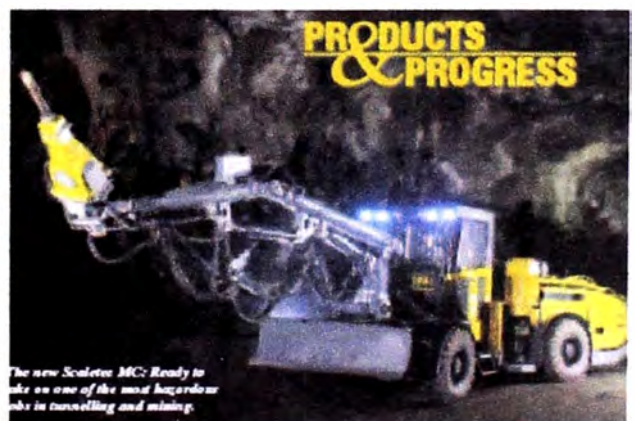


4. Retiro de rocas después de voladura por un Scooptrams de Atlas Copco.



Efficient LHD operations: The STIS20 Scooptrams dump into articulated trucks.

5. Acarreo de rocas por medio de un Dumper de Atlas Copco.



The new Scaeler MC: Ready to take on one of the most hazardous jobs in tunnelling and mining.

6. Desquinchado, para retirar rocas que están por desprenderse por medio de un Scaeler de Atlas Copco.

Figura N° 3.3 Mención de equipos mecanizados



7.1. Sostenimiento usando pernos y barras de anclaje por medio de un Boltec de Atlas Copco



7.2. Sostenimiento usando mallas y pernos de anclaje por medio de un Scissor Bolter de Maclean Engineering



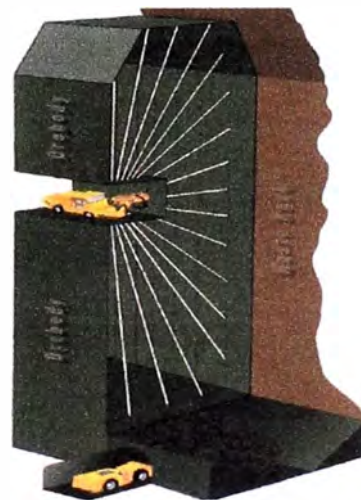
7.3. Sostenimiento por un equipo lanzador de Shotcrete de UNICON



8. Perforacion de explotación o de producción realizado por un Raptor DH de RESEMIN S.A – Empresa Peruana



El Raptor DH ingresa cuando se llegó al cuerpo o veta de mineral, siendo este mineral llevado a la planta concentradora



Para la perforacion del mineral se usa métodos de perforación en abanico y en paralelo para luego hacer la voladura.

Figura N° 3.3 Mención de equipos mecanizados - Continuación

3.4 Equipos mecanizados para la perforación de producción

Los más importantes en el mercado peruano tenemos al SOLO de la empresa SANDVIK, el SIMBA de ATLAS COPCO siendo empresas internacionales y el RAPTOR DH del Perú, cuyo método de explotación es naturalmente soportado y minado por sub niveles con perforación de taladros largos en paralelo y en abanico.



Figura N° 3.4 Equipos mecanizados para perforación de producción (Ver Anexo 5)

3.5 Consideraciones de seguridad para equipos de perforación

Para el caso de excavación de túneles y galerías a sección completa, es preciso tener en cuenta que el ciclo dura de uno a dos relevos, dependiendo fundamentalmente de la sección y el grado de sostenimiento requerido. El tiempo total suele distribuirse de la forma siguiente: (Capítulo 2, Perforación Rotopercutiva del Manual de Perforación y Voladura de Rocas” segunda edición).

- Perforación 10 – 30%
- Carga del explosivo 5 – 15%
- Voladura y ventilación 5 – 10%
- Desescombro 10 – 30%
- Saneo y sostenimiento 70 – 15%

Una regular secuencia para un ciclo de trabajo se contabiliza desde el inicio de la perforación en un frente, continuando con labores intermedias como el disparo, remoción o limpieza de escombros, hasta iniciar la perforación en el mismo frente de avance.

La estadística para un universo de 358 casos fatales ocurridos en el Perú entre 1968 y 1988, muestra el origen de los accidentes durante la construcción de un túnel, en un ordenamiento por frecuencias de daños ocasionados en cada una de las actividades que componen el ciclo. Ver figura 3.5 (Capítulo 13, Seguridad y Salubridad del libro "Excavación y Sostenimiento de Túneles en Roca", Primera Edición 1994 – CONCYTEC).

Origen de Accidentes en el Ciclo de Trabajo

ORIGEN	PORCENTAJE
1. Por desprendimiento de roca en el frente de trabajo	29.6
2. Carguío y acarreo del material de disparo	19.2
3. Labores en piques, pozos, chimeneas	15.0
4. Explosión de gas metano	14.4
5. Manipuleo de explosivos	10.4
6. Fallas en los equipos (jumbos, palas, etc.)	4.0
7. Fallas en los equipos menores, herramientas, cuadros de madera, etc.	3.8
8. Electrocutados	2.4
9. Infecciones por heridas producidas por cables, alambres, puntas, etc.	1.2
TOTAL	100.0%

Figura N° 3.5 Origen de accidentes en el ciclo de trabajo – Perú.

Cuando se ejecuta una obra de tunelería que se califica como obra atrevida de ingeniería, por las amplias secciones transversales o las grandes longitudes que se perforan, surgiendo numerosos problemas de difícil solución, debido a la diversidad de condiciones tectónicas que las rocas o suelos presentan cuando se les atraviesa. El peligro se acentúa cuando se cruzan estratos débiles formados por

rocas alteradas o materiales de poca cohesión, a veces con filtraciones de agua o gases a través de las fracturas de rocas.

En tales casos se recurre al sostenimiento temporal o permanente de la excavación. Desde el punto de vista geotécnico, la clasificación más útil de las excavaciones subterráneas se refiere al grado de estabilidad o seguridad que se exige de la roca que circunda a una excavación. Barton, Lien y Lunde proponen las siguientes categorías de excavaciones subterráneas, en función del tipo de sostenimiento y su factor de seguridad tal como se muestra la figura 3.6 (Capítulo 2, Excavación Subterránea del libro "Excavación y Sostenimiento de Túneles en Roca", Primera Edición 1994 – CONCYTEC)

Variación del Factor de Seguridad en relación con los fines de la Excavación

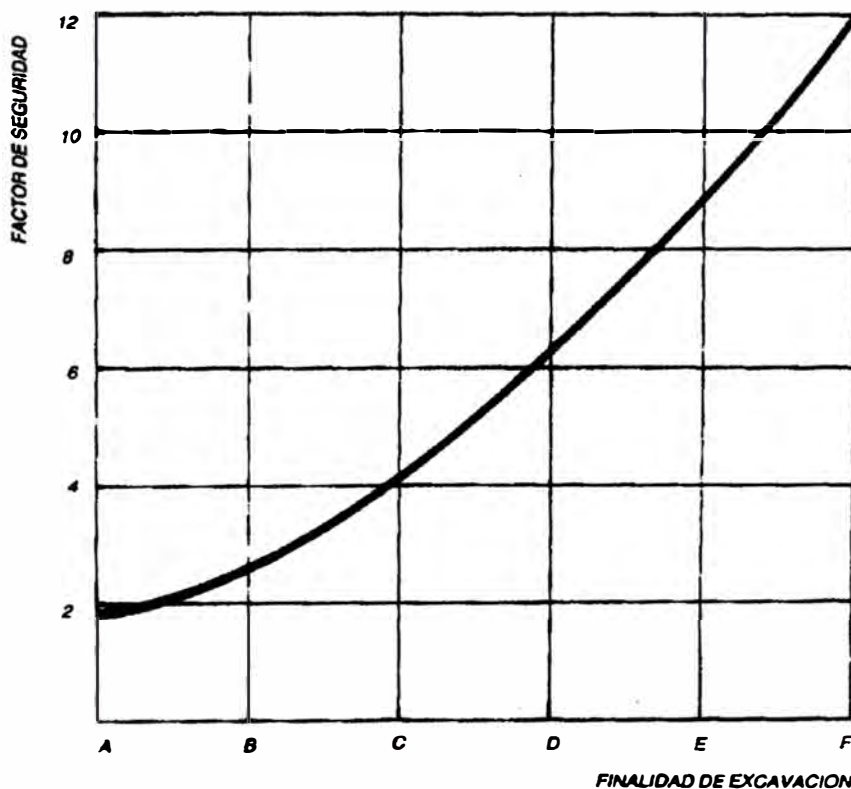


Figura N° 3.6 Variación del factor de seguridad – Excavación subterránea

- A : Minas con excavaciones temporales
- B: Chimeneas o piques verticales
- C: Túneles de conducción de agua para proyectos hidroeléctricos y de irrigación, túneles de exploración, accesos permanentes para desarrollos mineros, galerías y cortes parciales en grandes excavaciones.
- D: Túneles para obras viales (carreteras, ferrocarriles, viaductos), túneles de acceso a casa de máquinas en proyectos hidroeléctricos, pozos de oscilación, plantas de tratamiento de agua.
- E: Casas de máquina subterránea, refugios de defensa civil, almacenes subterráneos, ferrocarriles subterráneos en áreas metropolitanas.
- F: Estaciones de trenes, fábricas subterráneas, instalaciones deportivas y públicas.

Por otro lado, el Instituto Tecnológico de España en su publicación "Manual de Perforación y Voladura de Rocas" segunda edición en le capítulo 26, Voladuras Subacuáticas se ha introducido un nuevo método empírico basado en el concepto de "Límite de Burbuja" por el que estima las distancias y cantidades de cargas suspendidas para no producir daños a objetos sumergidos en la proximidades.

El cálculo de dicho parámetro se realiza con la ecuación $R_b(m) = 1.5 \times Q^{(1/3)}$ (Kg.), donde Q= carga del explosivo. Como por debajo de esa distancia puede producir daños se tendrá que satisfacer la condición $R_o(m) = FS \times R_b$, donde "FS" es el factor de seguridad definido en función del tipo de estructura u objeto que se desea proteger y la profundidad a la que se encuentra sumergida. Ver tabla N° 3.1.

**Tabla N° 3.1 Factores de seguridad recomendados – Voladuras subacuáticas
(Ver bibliografía N° 2)**

<i>CONSTRUCCIONES</i>		
Construcciones hidráulicas, pilares de puentes, construcciones metálicas y semejantes, para una profundidad sumergida y profundidad de carga de hasta:		
6 m	...	2 - 3
15 m	...	3 - 4

<i>BARCOS</i>		
Incluidas dragas, pontonas y similares, para una profundidad de la carga de hasta 15 m y un calado de hasta:		
1 m	4 - 5
2 m	5 - 8
4 m	8 - 12
10 m	12 - 18

Información específica de factores de seguridad para aplicación en los equipos de perforación subterránea no se ha encontrado en normas técnicas. Sin embargo se tiene la información que los equipos de Atlas Copco tiene un factor de seguridad en su diseño de 12, como se observa el factor de seguridad esta relacionado con la profundidad de carga y quien lo determina son los metros perforados. Para tener referencia de los metros perforados de estos equipos se cita los registros tomados de la Compañía Minera Atacocha y Empresa Minera los Quenuales – Iscaycruz mostrados en el anexo 6.

De las tablas del anexo 6 se tiene que para los Jumbos Boomer la longitud perforación de avance es de 3 a 4 mts. aprox. y para los de taladro largo la altura del banco a volar es de 15 mts. aprox. Para el presente informe que se basa en un equipo sometido a cargas y esfuerzos dinámicos, se podría considerar de la tabla N° 3.1 para equipos con profundidad de carga hasta 15 mts. el factor de seguridad de 8 a 12 y de la figura N° 3.6 de variación de factor de seguridad considerando

para los fines de excavación donde se realiza el ciclo de trabajo donde la seguridad que debe ofrecer al personal de operación es muy importante se podría tomar el rango "E - F" donde los valores del factor de seguridad estaría de 9 a 12.

La determinación del factor de seguridad está asociada al tiempo de exposición de las labores mineras. Es decir los FS estarán en relación directa al tiempo de exposición de las labores a ejecutarse.

Considerando que el tiempo de exposición en la perforación es una de las mayores llegando al 30% del ciclo de trabajo de tunelería el valor del FS tomaría el valor entre 9 a 12, siendo el máximo valor que coincidiría con lo aplicado por Atlas Copco, cabe mencionar que este valor fue expresado en forma verbal sin sustento de ningún documento, pues la información del diseño de equipos es propiedad exclusiva de la empresa que lo fabrica no siendo divulgada.

El grado de seguridad establecido para la labor minera de los equipos de perforación subterránea, deberá analizarse y controlarse con la alternativa o las alternativas de sostenimiento a aplicarse, para no caer en un sobre dimensionamiento de dichos equipos especialmente en los bastidores siendo el soporte principal.

CAPITULO 4

DISEÑO DEL BASTIDOR

4.1 Descripción del carrier

El equipo de perforación Raptor DH como vehículo automotriz requiere la estructura de un bastidor para tener la suficiente resistencia para soportar los componentes de montaje mecánicos, del sistema electro hidráulico y del sistema Diesel, debiendo soportar el peso y los esfuerzos de cada componente y el de la carga que soporta.

El conjunto de componentes estructurales que están montados sobre el bastidor es el carrier, es sobre estos componentes estructurales que se instalarán los repuestos mecánicos, electro hidráulico, eléctricos y del sistema Diesel.

El bastidor se ha construido de canal fuerte pero flexible para resistir las más severas aplicaciones de torsión y alto impacto. El hierro dulce proporciona flexibilidad, larga duración y resistencia a cargas de impacto incluso en climas fríos.

La selección del material se hizo mediante el análisis de la función de dicho componente como elemento estructural y geométrico del entorno o conjunto del que forma parte.

Se muestra las características del material usado, ver bibliografía N° 5.

Tabla N° 4.1 Características del acero ASTM A36

Designation A 36 / A 36M - 01	Mínimo punto de fluencia		Rango de Tensión	
	Ksi	MPa	Ksi	MPa
Especificaciones del Acero	3	250	58-80	400-550

Así mismo, se menciona los resultados del certificado de calidad del material en la tabla 4.2, el certificado del material se ve en el anexo 14.

Tabla N° 4.2 Resultados de certificado de material ASTM A36

Resultado del certificado del material	Punto de fluencia	Tensión
Especificaciones del Acero ASTM A36	MPa	MPa
Densidad =7850.5 Kg/m ³	280	440

En el transcurso de los años se han utilizado muchos diseños de bastidor; dos de los más comunes son el de escalera y el perimetral. El tipo de escalera se ha utilizado siempre en equipos pesados. El tipo perimetral se utiliza en automóviles y en algunas camionetas.

Este equipo de perforación para taladros largos debe cumplir características particulares que lo diferencie de los otros equipos de perforación, ver figura N° 4.1:

- Tener una articulación central para las curvas generando un radio de giro.
- Tener corredera para el desplazamiento lateral de martillo perforador.(Ref.B)
- Tener una unidad de rotación que se desplazará sobre la corredera y sobre el cual se montará una viga empemadora por donde se desplazará el martillo perforador. (Ref. C)
- Sobre la viga empemadora se tendrá un sistema para desplazamiento del martillo pudiendo colocar barras de perforación en la perforadora. (Ref. J)

- Tener soportes de gatos hidráulicos para estabilidad del equipo durante la perforación debido a las vibraciones producidas. (Ref. K)
- Tener cilindros hidráulicos con extensión de garras para su sujeción con las paredes, techo o piso del la sección del túnel para disminuir la vibración de la viga empernadora. (Ref. E, F)

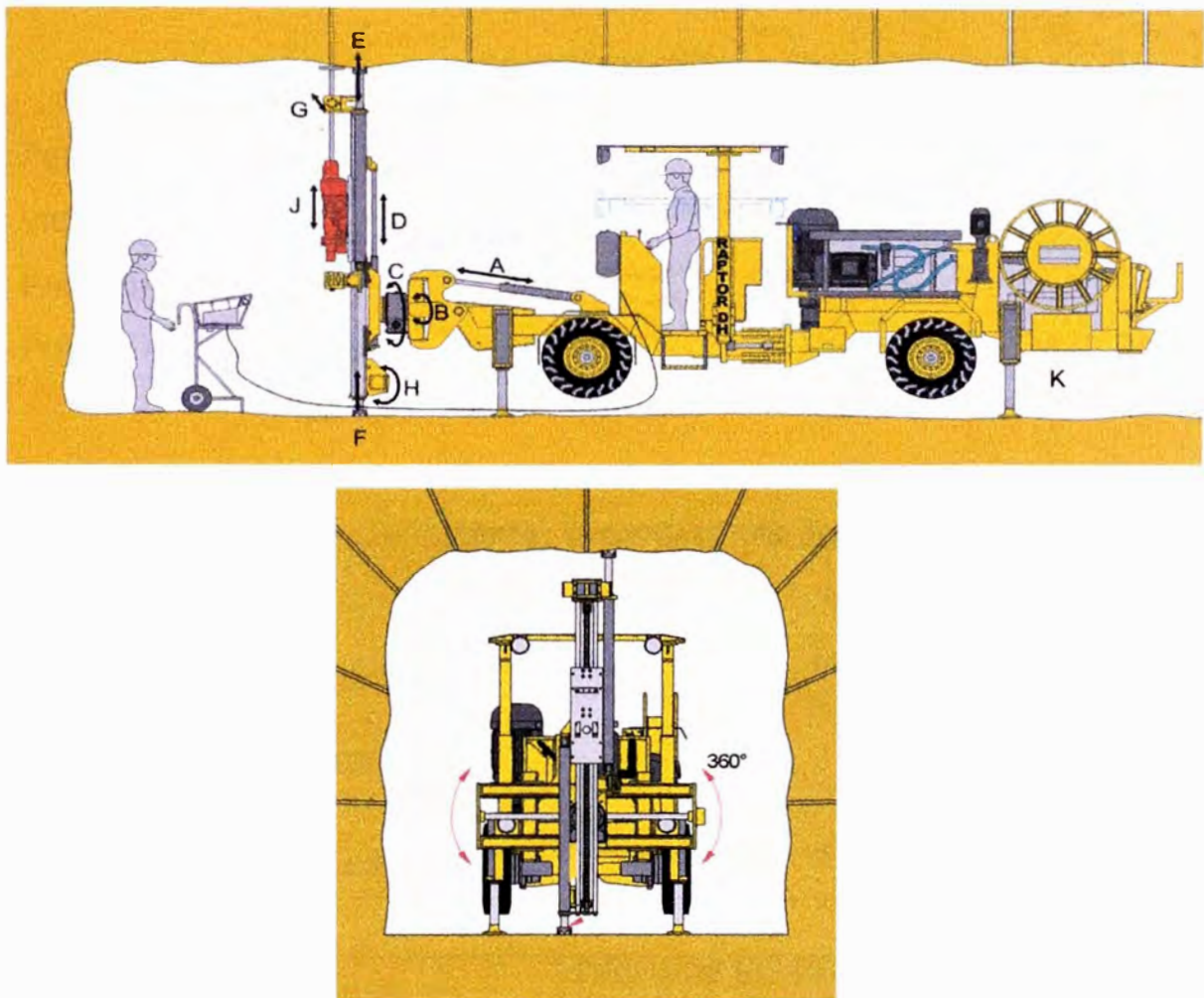


Figura N° 4.1 Características del equipo de perforación Raptor DH

Adicionalmente de estas características generales, el diseño esta orientado a las especificaciones brindadas por el cliente donde dependerá de la sección del túnel a trabajar, siendo registradas como se muestra en el siguiente formato de requisitos especificados por el cliente.

4.2 Formato de requisitos especificados por el cliente

PRINCIPALES COMPONENTES	Largo : 7.66 m	Ancho : 1.90 m	
	R1.- CARRIER :	Altura : 2.08 m	Peso : 9.0 -9.5 Ton
	Llantas y Aro : 8.25"R15 XZM 153 AS TL		
	Sistema Hidrostático: <i>Poclain – Motor Hidrostático MSE08</i>		
	Bomba Hidrostática : <i>Eaton PLV-Eje 76</i>		
	R2.- PERFORADORA :	Marca : <i>Atlas Copco</i>	Modelo : <i>COP 1838 (Cliente)</i>
	R3.- VIGA LONG HOLE :	Modelo : <i>LH 1306 (3100)</i>	
	R4.- PANEL DE MANDOS :	Panel de control remoto eléctrico	
	R5.- POWER PACK : - Motor :	Pot.: <i>100 HP</i>	Marca: <i>WEG</i> Mod.: <i>225 S/M</i>
		- Bomba :	Caudal: <i>100 cc/rev</i> Marca: <i>Rexroth</i> Mod.: <i>A10V0100</i>
	R6.- TABLERO :	Conexión : <i>Y-Δ</i>	Volt.: <i>440 V</i> Hz.: <i>60 Hz</i>
R7.- BOMBA DE AGUA :	Marca : <i>Grundfos (3 HP)</i>	Modelo : <i>CR5</i>	
R8.- COMPRESOR :	Marca : <i>Atlas Copco</i>	Tipo : <i>GA 30</i>	
R9.- MOTOR DIESEL :	Marca : <i>DEUTZ</i>	Modelo : <i>BF4L2011</i>	
CAPACIDAD DE PERFORACIÓN	Ángulo : <i>360°</i>		
R10.- GIRO :	Long. Corredera : <i>1.90 m</i> Long. Efectiva : <i>1.65 m</i>		
R11.- TALADROS PARALELOS :			

FECHA DE EMISIÓN : <i>26 SETIEMBRE 2007</i>	FECHA DE ENTREGA : <i>18 FEBRERO 2008</i>
PERIODO DE ENTRENAMIENTO : <i>40 DIAS</i>	CLIENTE : <i>RESEMIN S A</i>

MODIFICACIONES DE REQUISITOS:

FECHA :

REQUISITO BRINDADO POR EL CLIENTE	-----
REQUISITO ADICIONAL BRINDADO AL CLIENTE	-----
REQUISITOS LEGALES Y REGLAMENTARIOS	-----

4.3 Dimensiones del carrier

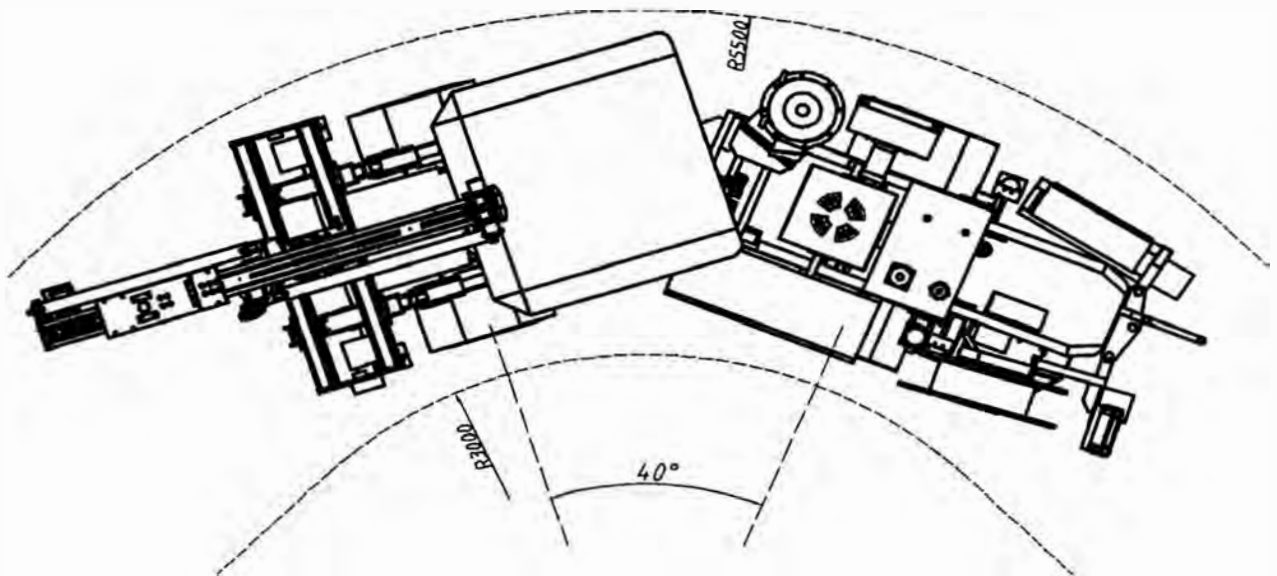
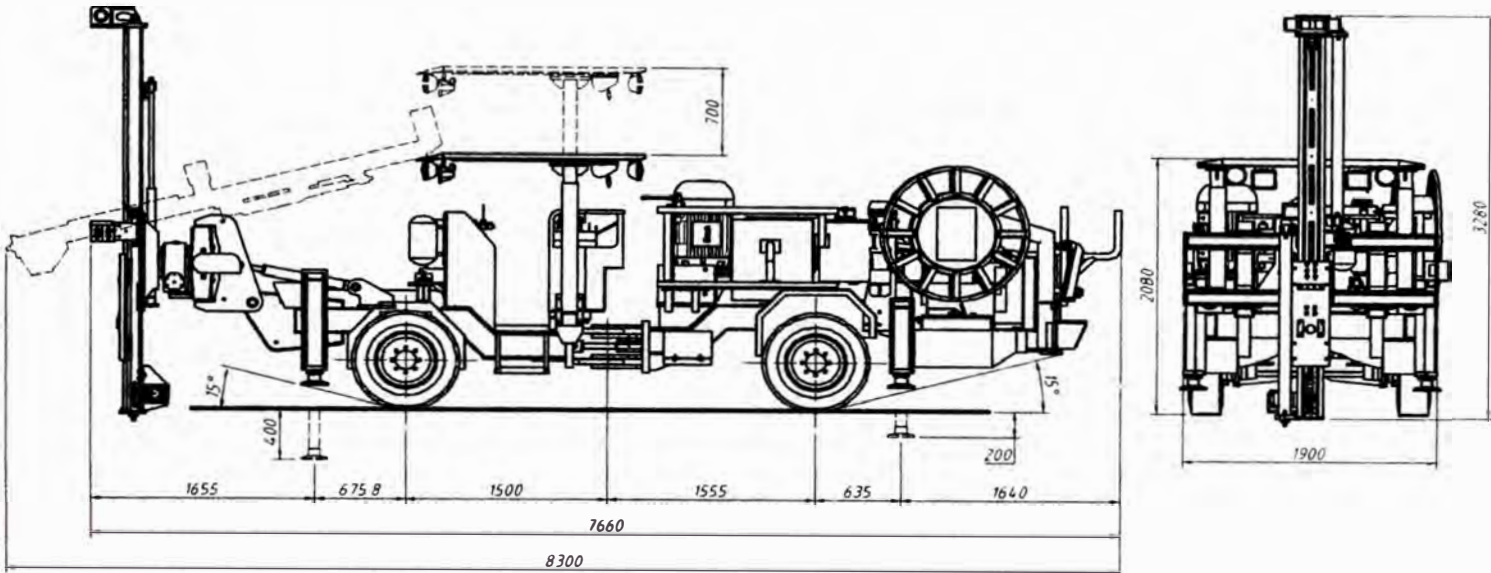


Figura N° 4.2 Dimensiones y Radio de Giro

Realizado la presentación del equipo completo se elabora los detalles del diseño para el bastidor constituido por el bastidor delantero, bastidor posterior y bastidor trasero, donde se despejará estos componentes estructurales de los componentes de montaje para distribuir las cargas sobre el bastidor para su análisis estructural.

4.4 Componentes del bastidor

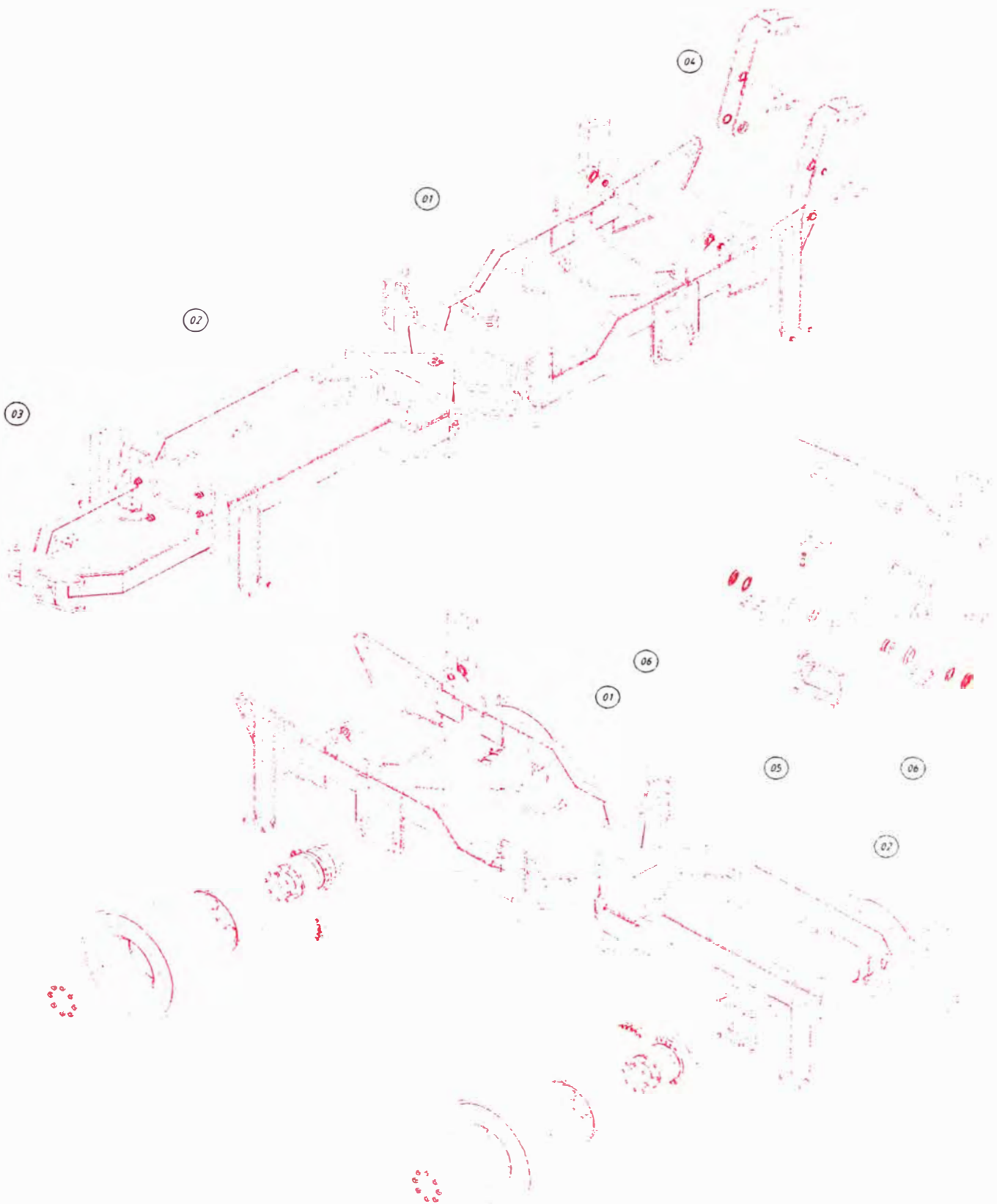


Figura N° 4.3 Componentes del bastidor

Los componentes del bastidor son los ítem 1, 2, 3.

Tabla N° 4.3 Componentes del bastidor

Item	Descripción	Cant.	Material
1	Bastidor delantero	01	ASTM A36
2	Bastidor posterior	01	ASTM A36
3	Bastidor trasero	01	ASTM A36
4	Brazo de giro	01	ASTM A36
5	Oscilante	01	ASTM A36
6	Balancín	02	ASTM A36

4.5 Componentes de montaje sobre el bastidor

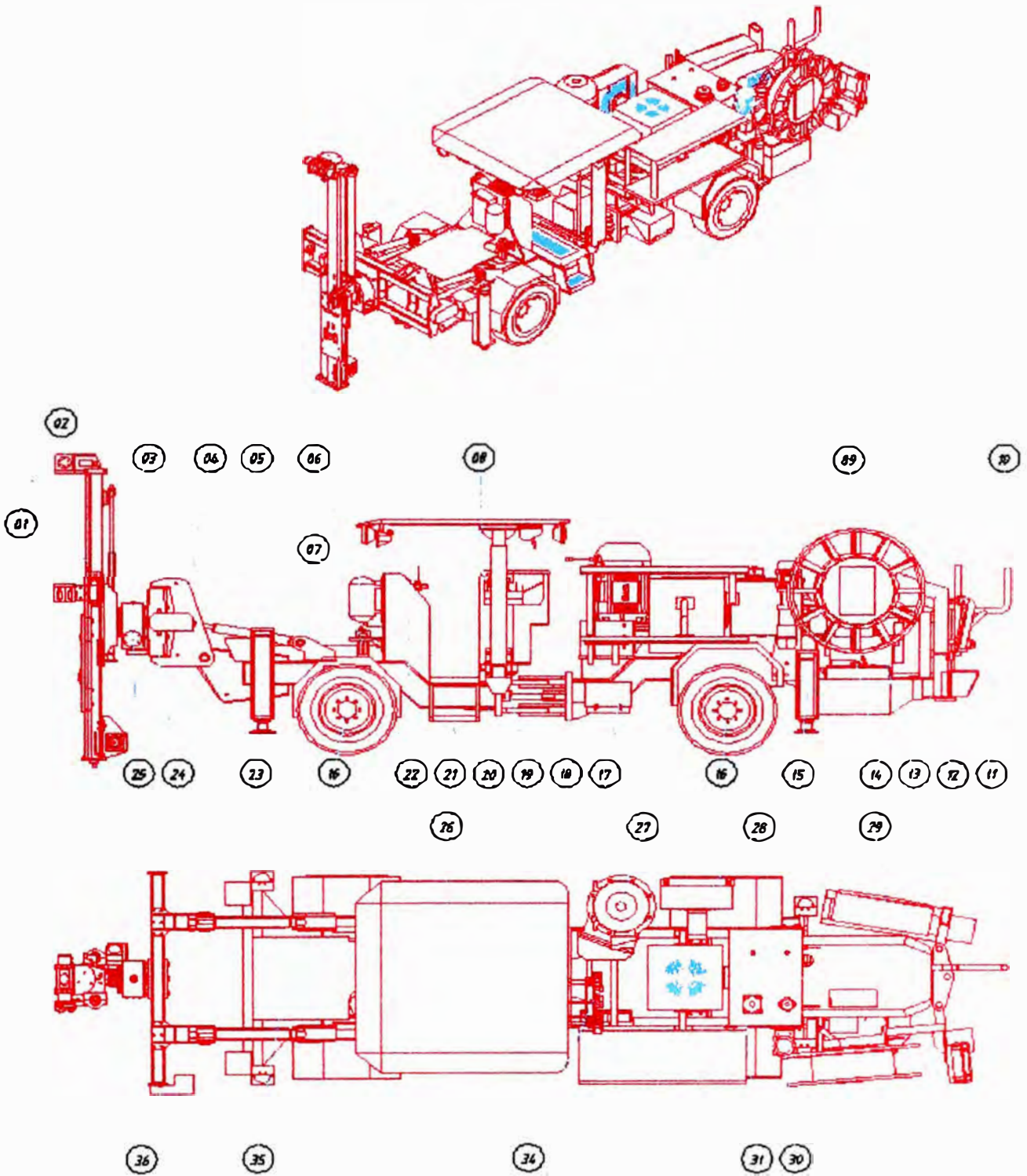


Figura Nº 4.4 Componentes de montaje sobre el bastidor

Lista de componentes principales:

Tabla N° 4.4 Componentes de montaje sobre el bastidor

Item	Descripción	Item	Descripción
1	Viga de taladros largos	19	Cilindro de dirección
2	Mordaza Bull 120	20	Bastidor delantero
3	Cilindro hidráulico de extensión	21	Piso de operador
4	Tanque lubricador	22	Panel de mando
5	Cilindro hidráulico de levante	23	Gato delantero
6	Tanque lubricador	24	Corredera
7	Lubricador	25	Unidad de rotación
8	Cabina de operador	26	Techo
9	Carrete de cable eléctrico	27	Power Pack 100 HP
10	Sujetador de manguera de agua	28	Enfriador de aceite
11	Lámpara	29	Tablero eléctrico
12	Bastidor Trasero	30	Bomba de agua
13	Motor Diesel	31	Tanque hidráulico
14	Tanque de combustible	32	Enfriador GA-30
15	Gato trasero	33	Compresor GA-30
16	Rueda	34	Válvulas de posicionamiento
17	Caja de baterías	35	Protector de válvulas
18	Bastidor posterior	36	Motor de corredera

En la relación de componentes mencionados y otros se tomaron los pesos para ser distribuidos estas cargas a lo largo del bastidor.

4.6 Pesos de componentes de montaje sobre el bastidor

Se procedió a calcular los pesos individuales de los componentes estructurales con el software CATIA, donde el peso de las piezas para el bastidor fue de 2200 Kg. y con apoyo de una balanza los pesos de los repuestos que se montarán sobre el bastidor. Para la correcta distribución de cargas se utilizó una balanza electrónica obteniendo el peso del bastidor soldado con 2480 Kg. antes del pintado (ver figura N° 4.5), siendo esta diferencia el material de aporte de la soldadura, luego en la balanza electrónica se obtuvo el peso de todo el carrier armado con 5640 Kg. y finalmente el peso de todo el equipo terminado con 9310 Kg. La diferencia entre estos pesos se muestra en la tabla N° 4.5 donde se identifica los pesos de componentes y repuestos que serán distribuidos sobre el bastidor tal como se indica en la figura N° 4.6 y figura N° 4.7.

Tabla N° 4.5 Pesos de componentes de montaje sobre el bastidor

Toma de pesos en balanza electrónica	Peso (Kg.)	Resultado de la diferencia de pesos obtenidos.
Bastidor	2480	-
Carrier	5640	Componentes estructurales Sobre el bastidor 3160 Kg.
Equipo completo	9310	Repuestos sobre el bastidor 3670 Kg.

Peso del bastidor completo: 2480 Kg.



Figura N° 4.5 Peso del bastidor completo

Pesos de componentes estructurales sobre el bastidor: 3160 Kg.

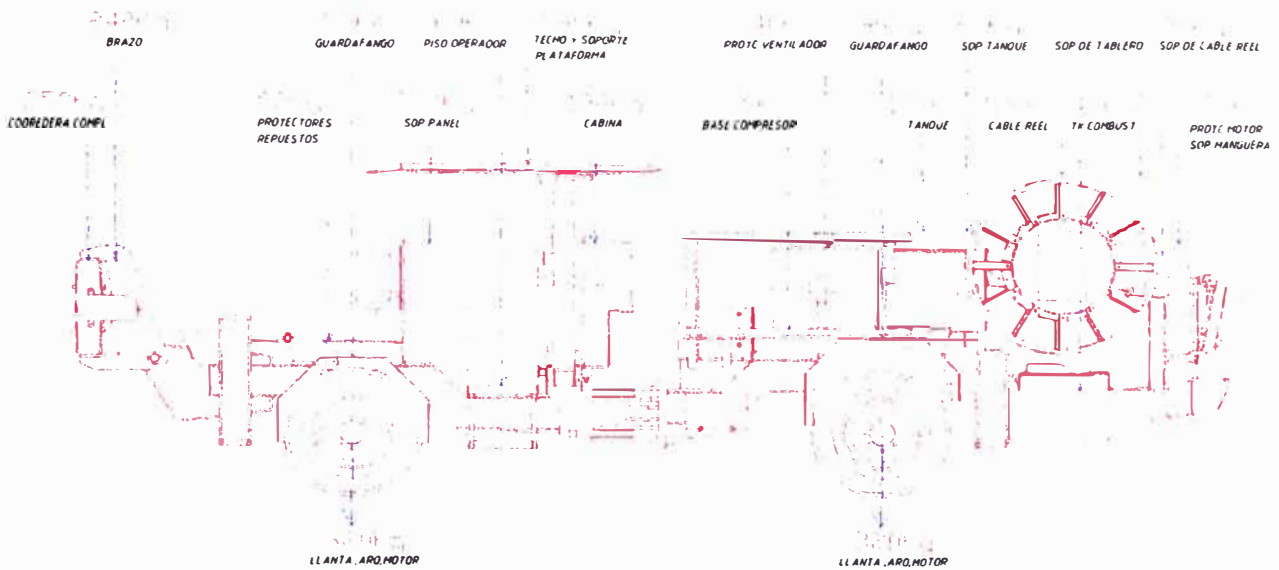


Figura N° 4.6 Distribución de pesos de componentes estructurales

Pesos de repuestos sobre el bastidor: 3670 Kg.

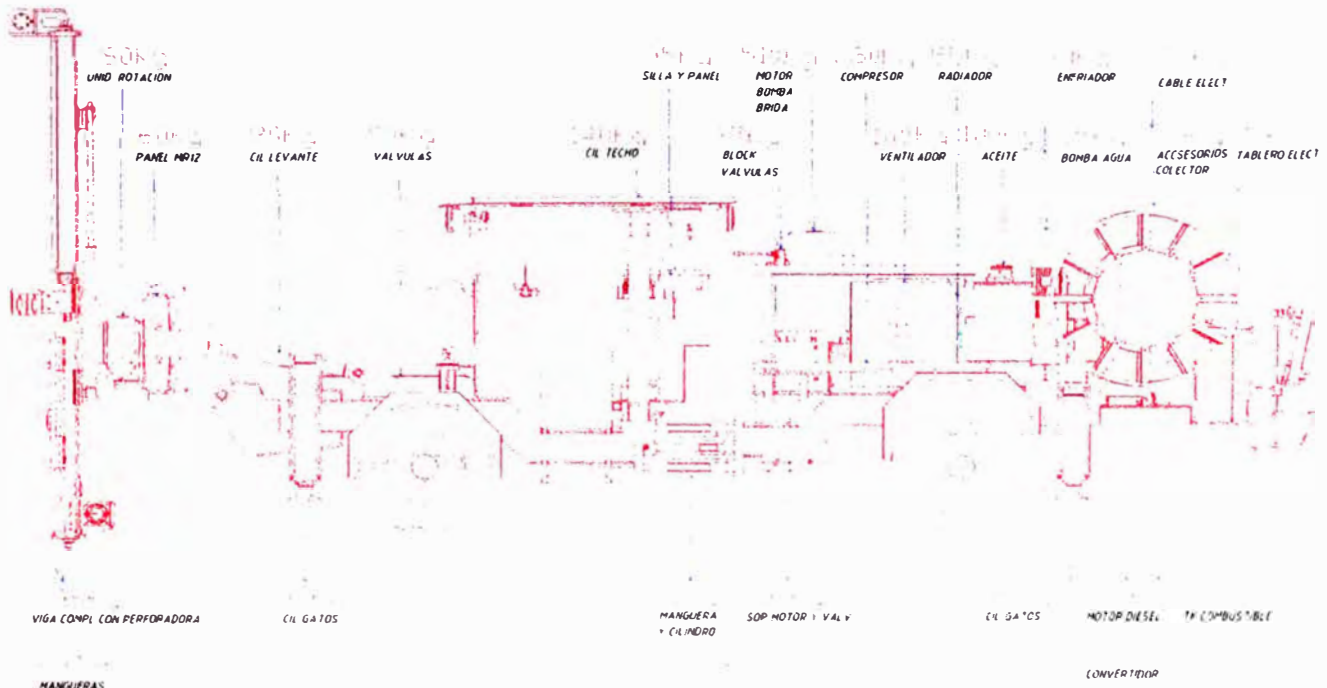


Figura N° 4.7 Distribución de pesos de repuestos

4.7 Distribución de fuerzas y momentos sobre el bastidor

Para esta etapa del diseño se trabaja con el software CATIA, siguiendo los pasos del ítem 2.6.1 para el análisis e ingresando la densidad del material según la tabla N° 4.2. Se procede a la distribución de fuerzas teniendo en cuenta la distribución de los pesos mostrados en la figura. N° 4.6 y figura N° 4.7 que serán expresadas en Newton (N) y los momentos que son resultado de trasladar fuerzas para que actúen sobre el bastidor expresados en Newton x metro (N-m).

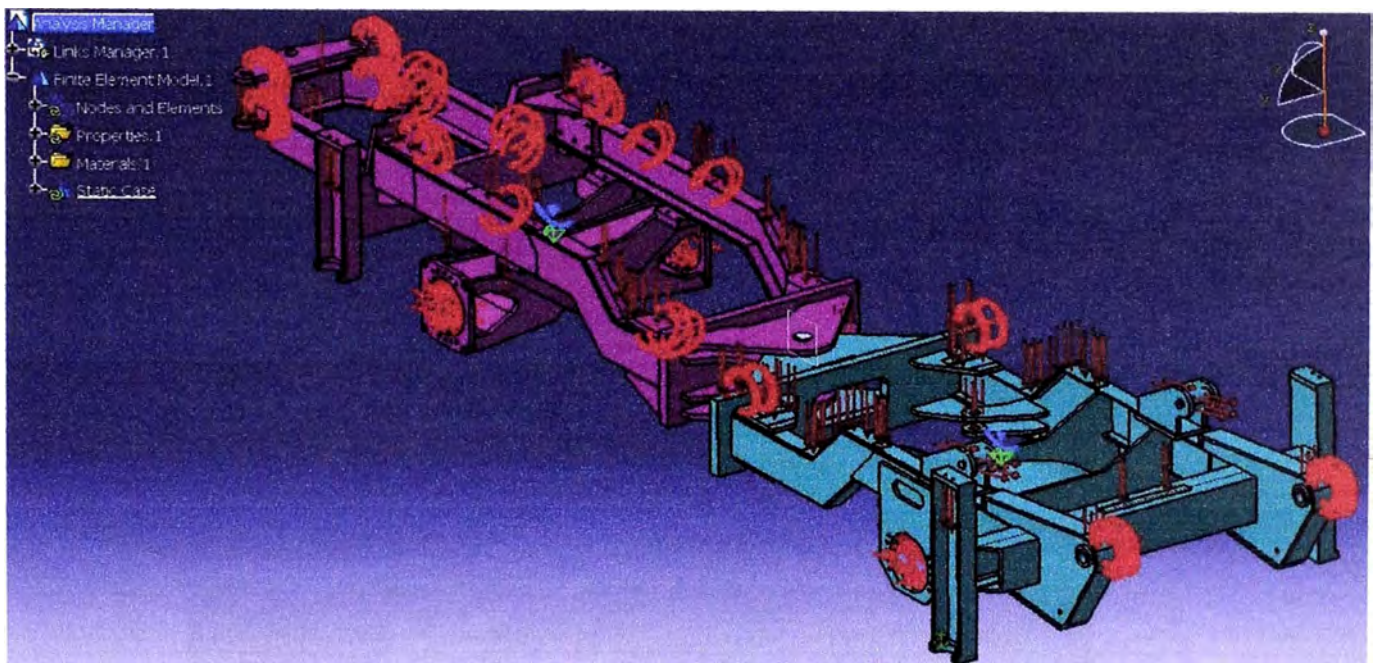


Figura N° 4.8 Distribución de fuerzas y momentos sobre el bastidor

4.8 Análisis estructural considerando el esfuerzo normal de Von Mises

Para ver el comportamiento de la estructura del bastidor frente a las fuerzas y momentos sometidos se realiza el análisis con una densidad de malla 10 debido a la capacidad de la computadora, Core 2 Duo T5700 (2.2GHz, 4MB/800Mhz) DDR2 de 2GB, disco 160GB cuando por defecto el software analiza con densidad de malla de 22. Para solución de ecuaciones de esfuerzos el software utiliza el método por elementos finitos y para el criterio de falla se establece con el esfuerzo de Von

Mises, estos esfuerzos se expresa en $N\cdot m^2$ donde se visualiza en la zonas rojas como las críticas y se identificará el más representativo que debe ser menor que el esfuerzo de fluencia del material, resultando el mayor valor $2.54 \times 10^7 N\cdot m^2$ como el esfuerzo representativo (ver figura N° 4.9) y el esfuerzo de fluencia $28 \times 10^7 N\cdot m^2$.

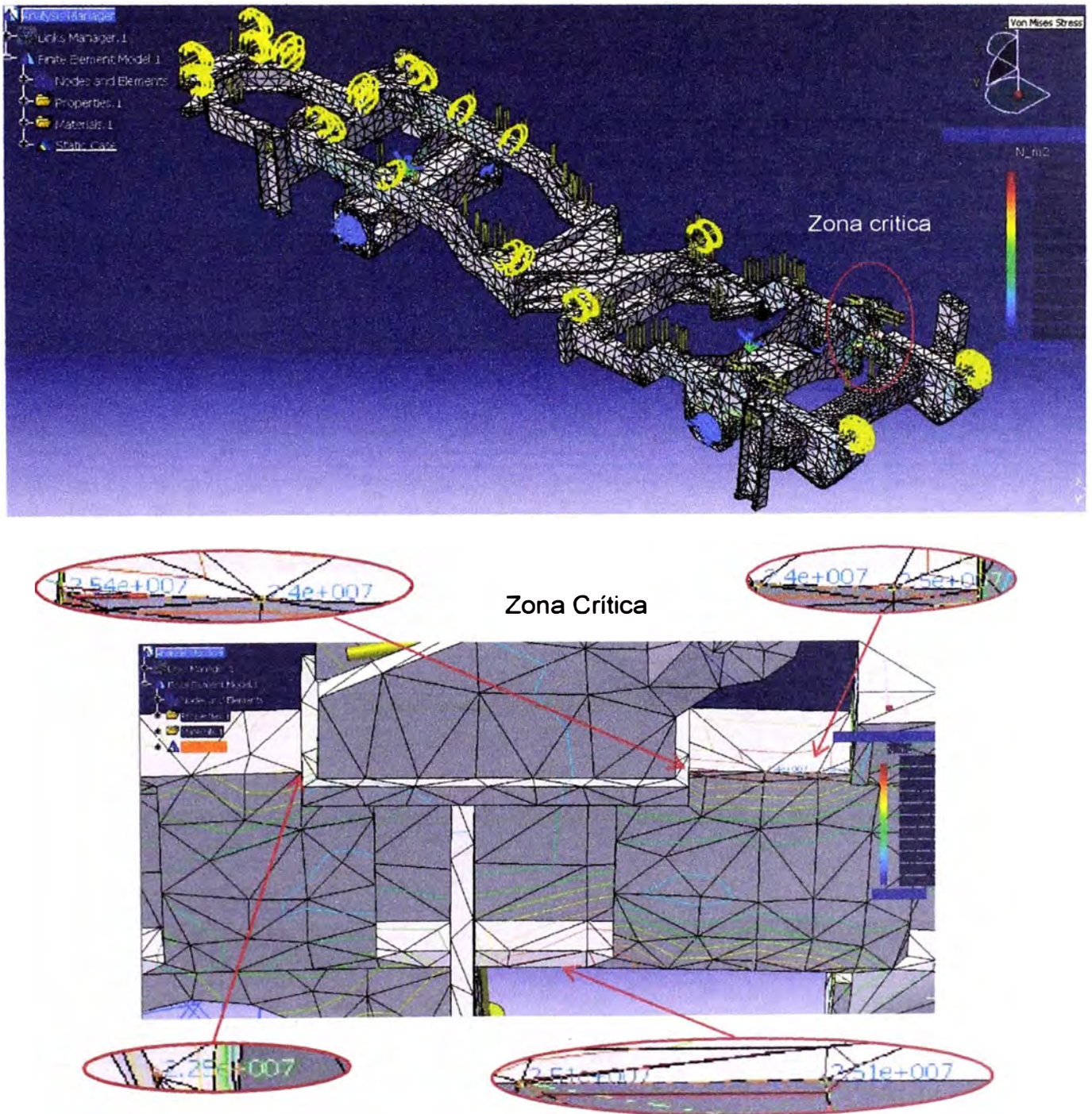


Figura N° 4.9 Análisis estructural considerado el esfuerzo normal de Von Mises

4.9 Análisis del desplazamiento en la estructura del bastidor

En el análisis del desplazamiento se observa que la zona crítica esta en el extremo trasero del bastidor donde los vectores se muestran en color rojo, en donde la magnitud máxima de desplazamiento es 0.9738 mm representado por su vector $(0.0495i, 0.0332j, 0.972k)$.

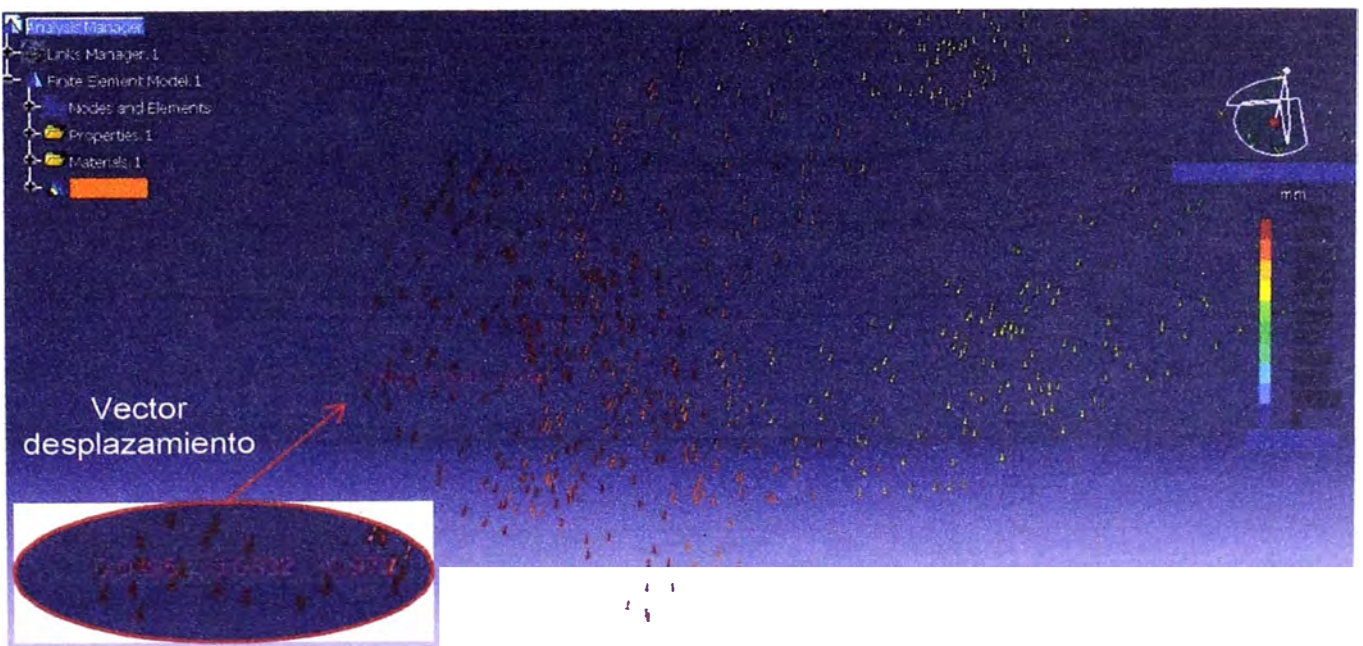
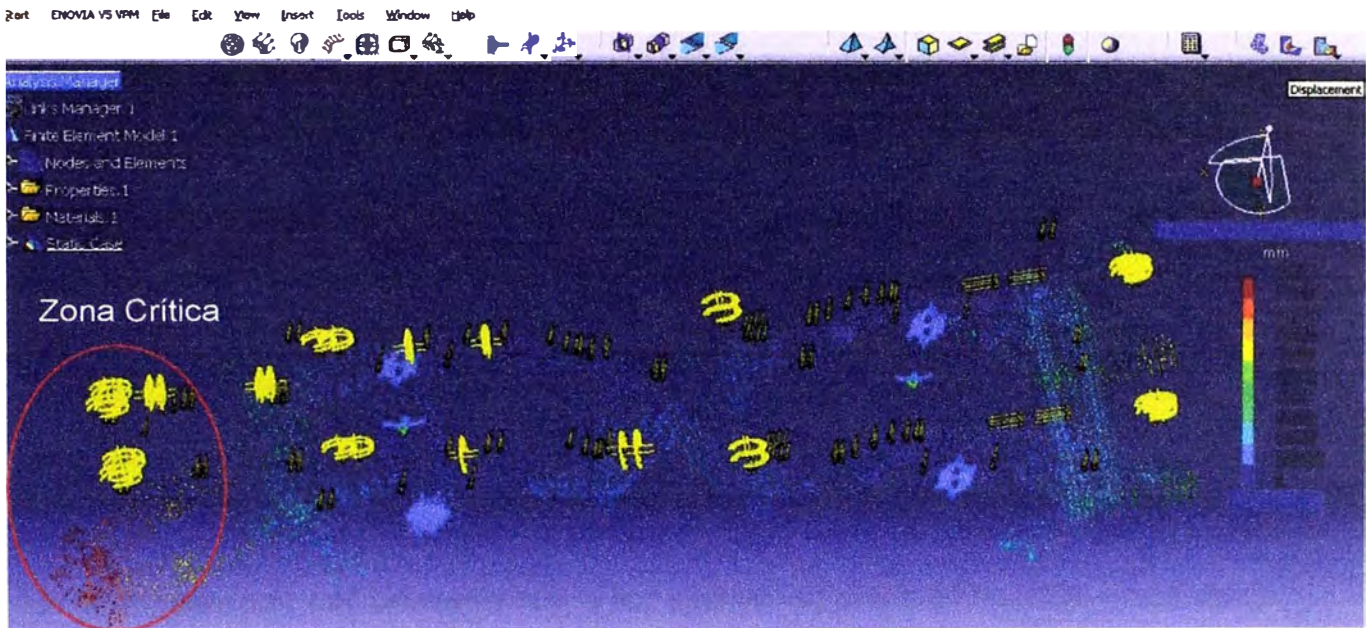


Figura N° 4.10 Análisis del desplazamiento en la estructura del bastidor

4.10 Resultado del análisis estructural

Del análisis estructural realizado se verifica que el mayor esfuerzo normal es 2.54×10^7 N-m² como el esfuerzo representativo y el esfuerzo de fluencia del material es 28×10^7 N-m², siendo este esfuerzo representativo menor al de fluencia del material y resultado de la división se obtiene el factor seguridad de 11.02 aplicado al bastidor. Así mismo el resultado del desplazamiento máximo es 0.97 mm con estos resultados correctos se procede a la elaboración de planos.

4.11 Planos del bastidor

En los planos se presenta el armado de piezas que conforman el bastidor especificando las medidas de referencia y las especificaciones de soldadura, así mismo el control dimensional de las cotas de mayor importancia que influyen en el montaje. Cada pieza de referencia para el armado tiene un plano de detalle desde el corte realizado por oxiacetilénico o por plasma del material hasta el mecanizado del mismo utilizando para ello equipos CNC y programas CAM para luego ser revisados por el área de control de calidad. Los planos se adjuntan en el anexo 7.

Tabla N° 4.6 Planos del bastidor

Plano N°	Nro de Parte	Especificación	Rev.	Descripción
DH1 100 110	RE 0355 110	Bastidor Delantero	02	Dimensión de Armado
DH1 100 110	RE 0355 110	Bastidor Delantero	02	Especific. de Soldadura
DH1 100 110	RE 0355 110	Bastidor Delantero	02	Control Dimensional
DH1 100 120	RE 0355 120	Bastidor Posterior	01	Dimensión de Armado
DH1 100 120	RE 0355 120	Bastidor Posterior	01	Especific. de Soldadura
DH1 100 120	RE 0355 120	Bastidor Posterior	01	Control Dimensional
DH1 100 130	RE 0355 130	Bastidor Trasero	00	Dimensión de Armado
DH1 100 130	RE 0355 130	Bastidor Trasero	00	Especific. de Soldadura
DH1 100 130	RE 0355 130	Bastidor Trasero	00	Control Dimensional

CAPITULO 5

FABRICACION DEL BASTIDOR

5.1 Secuencia de procedimiento para la fabricación

Definido los alcances para el diseño y entrega de planos se procede a la etapa de planeamiento que en coordinación con el Dpto. de Fabricación y Control de Calidad se realiza la programación de compras de materiales y repuestos, así como la planificación de trabajo del personal para proceder a la fabricación y montaje del equipo. En el presente informe sólo se describirá la fabricación del bastidor.

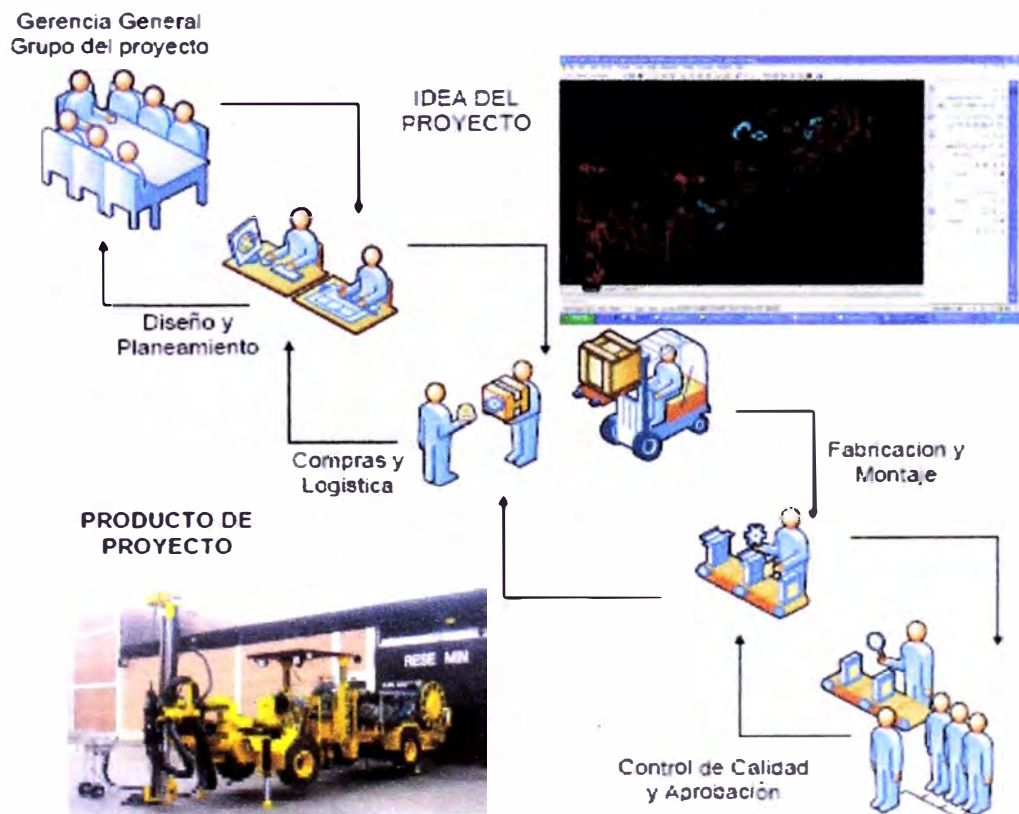


Figura N° 5.1 Secuencia de procedimiento de fabricación

5.2 Plan de calidad para la fabricación

Para la fabricación del bastidor se realiza la programación de trabajo con el MS Project especificando fechas, planos de referencia como se indica en la figura N° 5.3, es importante que este plan de calidad sea conocido por las áreas involucradas que dependen del Dpto. de fabricación tal como se aprecia en el mapa de procesos de la figura N° 5.2 siendo las áreas importantes el de compras y logística, para ello se tiene la elaboración de un programa de requerimiento de materiales de acuerdo al avance del trabajo, para la ejecución de actividades del personal técnico se le proporciona órdenes de trabajos de acuerdo a lo programado y al material previamente solicitado con anticipación. Para trabajos en el bastidor comprenderá la soldadura, preparación de superficie y pintado, donde la calificación del procedimiento y del personal son importantes que a continuación se describirán.



Figura N° 5.2 Mapa de proceso

RESEMIN S. A.
 N° Serie : ABC 123
 CLIENTE : RESEMIN

PLAN DE CALIDAD
 DESCRIPCION: RAPTOR DH
 Fecha de Elaboración: 28/09/07

F01-01/DF Rev.1/03.07.07
 ORDEN DE: () Servicio (X) Proyecto interno

Id	Item	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Inst-Trab / Plano / Manual	N° de registro de Documento	Tipo de Inspección	V° B° Verificación						
										octubre	noviembre	diciembre	enero	febrero	
1		FABRICACIÓN DEL RAPTOR DH	119 días	mar 02/10/07	vie 16/02/08										
2	1.0	Fabricación de Carrier	34 días	mar 02/10/07	jue 08/11/07										
3	1.1	Frame delantero	24 días	mar 02/10/07	sáb 27/10/07	Plano	RE 0355 110	Insp Dimensional							
4	1.2	Frame Posterior	11 días	mar 15/10/07	vie 26/10/07	Plano	RE 0355 120	Insp Dimensional							
5	1.3	Frame Tracero	7 días	jue 18/10/07	mié 24/10/07	Plano	RE 0355 130	Insp Dimensional							
6	1.4	Soporte Oscilante	5 días	lun 15/10/07	vie 19/10/07	Plano	RE 0355 010	Insp Dimensional							
7	1.5	Balancín de Oscilante	4 días	lun 15/10/07	jue 18/10/07	Plano	RE 0355 020	Insp Dimensional							
8	1.6	Brazo de Giro	5 días	sáb 20/10/07	mié 24/10/07	Plano	RE 0355 150	Insp Dimensional							
9	1.7	Soporte de Corredora	6 días	sáb 20/10/07	jue 25/10/07	Plano	RE 0355 260	Insp Dimensional							
10	1.8	Cabina	5 días	lun 22/10/07	vie 26/10/07	Plano	RE 0355 240	Insp Proceso							
11	1.9	Extension soporte de lecho	6 días	lun 15/10/07	sáb 20/10/07	Plano	RE 0355 310	Insp Proceso							
12	1.10	Techo	6 días	vie 19/10/07	mié 24/10/07	Plano	RE 0355 300	Insp Proceso							
13	1.11	Soporte de Tanque Hidraulico	2 días	mié 17/10/07	jue 18/10/07	Plano	RE 0355 430	Insp Proceso							
14	1.12	Tanque Hidraulico	6 días	jue 18/10/07	mar 23/10/07	Plano	RE 0355 410	Insp Proceso							
15	1.13	Guardalangos	5 días	vie 19/10/07	mar 23/10/07	Plano	RE 0355 420	Insp Proceso							
16	1.14	Soporte de Tablero Tablero Elctrico	5 días	vie 19/10/07	mar 23/10/07	Plano	RE 0355 530	Insp Proceso							
17	1.15	Cable Reel	7 días	sáb 20/10/07	vie 26/10/07	Plano	RE 0355 670	Insp Proceso							
18	1.16	Soporte de Cable Reel	6 días	sáb 20/10/07	jue 25/10/07	Plano	RE 0355 440	Insp Proceso							
19	1.17	Soporte Polin de Cable Reel	3 días	sáb 20/10/07	lun 22/10/07	Plano	RE 0355 577	Insp Proceso							
20	1.18	Protector Tanque de Combustible	4 días	vie 19/10/07	lun 22/10/07	Plano	RE 0356 104	Insp Proceso							
21	1.19	Tanque de Combustible	5 días	vie 19/10/07	mar 23/10/07	Plano	RE 0355 450	Insp Proceso							
22	1.20	Base de Compresor	3 días	mar 23/10/07	jue 25/10/07	Plano	RE 0355 140	Insp Proceso							
23	1.21	Base de Campana	4 días	vie 19/10/07	lun 22/10/07	Plano	RE 0355 330	Insp Proceso							
24	1.22	Soporte de Motor	6 días	sáb 20/10/07	jue 25/10/07	Plano	RE 0355 430	Insp Proceso							
25	1.23	Piso de Operador	3 días	mié 24/10/07	vie 26/10/07	Plano	RE 0355 590	Insp Proceso							
26	1.24	Soporte Asiento de Operador	3 días	sáb 20/10/07	lun 22/10/07	Plano	RE 0355 243	Insp Proceso							
27	1.25	Techo de Motor Diesel	4 días	lun 22/10/07	jue 25/10/07	Plano	RE 0356 102	Insp Proceso							
28	1.26	Protector Motor Diesel	4 días	mié 24/10/07	sáb 27/10/07	Plano	RE 0356 101	Insp Proceso							
29	1.27	Panel de Control	6 días	vie 19/10/07	mié 24/10/07	Plano	RE 0355 540	Insp Proceso							
30	1.28	Desmontaje de Carrier y Limpieza	2 días	mié 07/11/07	jue 08/11/07			Insp Proceso							
31	2.0	Fabricación de Componentes Carrier	16 días	lun 05/11/07	mié 21/11/07										
50	3.0	Fabricación Componentes de Viga	12 días	lun 05/11/07	sáb 17/11/07										
64	4.0	Preparacion de Superficie y Pintado	17 días	jue 22/11/07	mar 11/12/07										
77	6.0	Ensamble y pruebas de cilindros hidráulicos	11 días	mié 31/10/07	lun 12/11/07										
84	8.0	Montaje de Carrier	17 días	jue 29/11/07	mar 18/12/07										
92	7.0	Montaje de corredora y unidad de rotación	9 días	vie 14/12/07	lun 24/12/07										
99	8.0	Montaje de viga	12 días	mié 26/12/07	mar 06/01/08										
113	9.0	Montaje del sistema electro-hidraulico	28 días	lun 07/01/08	jue 07/02/08										
133	10.0	Montaje del sistema Diesel	9 días	vie 01/02/08	lun 11/02/08										
139	11.0	Montaje del sistema eléctrico	16 días	lun 28/01/08	mié 13/02/08										
148	12.0	Prueba final protocolo	2 días	jue 14/02/08	vie 16/02/08										

Proyecto: Plan de Calidad
 RAPTOR DH
 Fecha: Vi 28/09/07

Actividad Crítica  Progreso
 Actividad Normal  Hit

Resumen 
 División 

Resumen del proyecto 
 Fecha límite 

Elaborado por: Jefe del Área de Diseño y Fabricación

Revisado por: Responsable de la Dirección

Aprobado por: Gerente General

Figura N° 5.3 Plan de calidad para la fabricación

5.3 Formato de orden de trabajo

ORDEN DE TRABAJO – TALLER CENTRAL

ORDEN DE SERVICIO N°	
-----------------------------	--

FECHA ELABORACION:		FECHA EJECUCION:	
---------------------------	--	-------------------------	--

EQUIPO		MODELO		N/S		DESTINO	
---------------	--	---------------	--	------------	--	----------------	--

TIPO DE ACTIVIDAD	REPARACION	MANTENIMIENTO	VENTA	SERV. GARANTIA	OTRO
--------------------------	-------------------	----------------------	--------------	-----------------------	-------------

DESCRIPCIÓN DE TRABAJO	N/P	DESCRIPCIÓN	CANT.

PERSONAL

NOMBRES Y APELLIDO	CARGO

HERRAMIENTAS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD

INSUMOS

DESCRIPCIÓN	UN/MED	CANT

FIRMA DEL JEFE DE AREA

TECNICO RESPONSABLE

5.4 Metodología para la calificación de procedimientos de soldadura

La metodología para realizar la calificación de un procedimiento de soldadura se indica con un diagrama de flujo y seguidamente se dará los alcances de cada uno de los pasos.

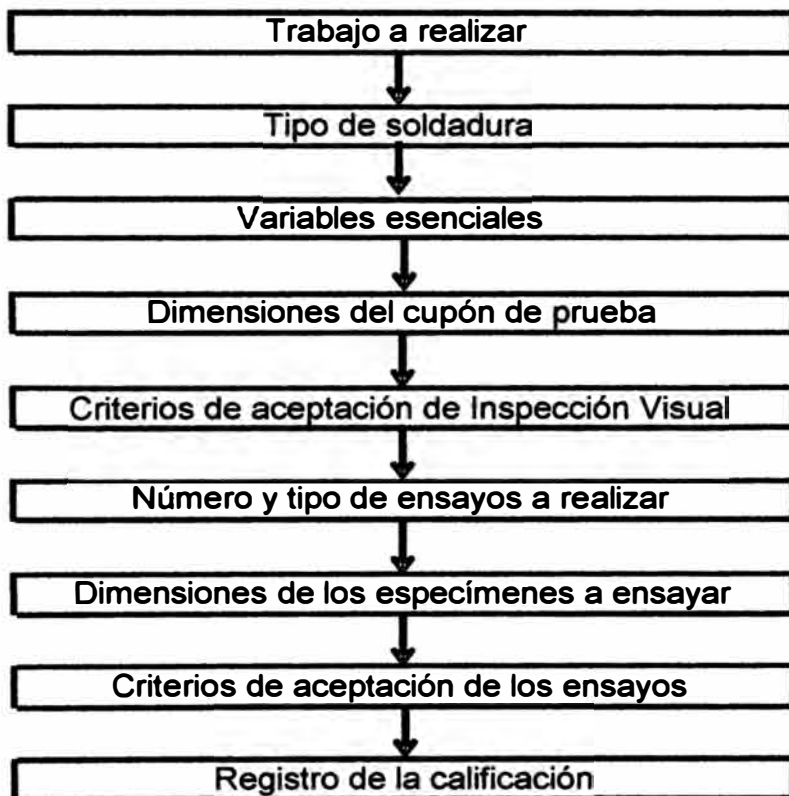


Figura N° 5.4 Diagrama de Flujo - Calificación WPS

5.4.1 Trabajo a realizar

Para conseguir el procedimiento de soldadura más adecuado para el trabajo, se requiere la mayor cantidad de datos del trabajo a realizar, para lograr una eficiente selección de variables.

5.4.2 Tipo de soldadura

El código clasifica en 6 tipos de soldadura para la calificación, por tal motivo el tipo de soldadura que se va a requerir debe ubicarse en uno de ellos. Como ejemplo, en la figura N° 5.5 se muestra un diagrama de flujo para la selección de una junta con chaflán, de penetración completa en uniones no tubulares:

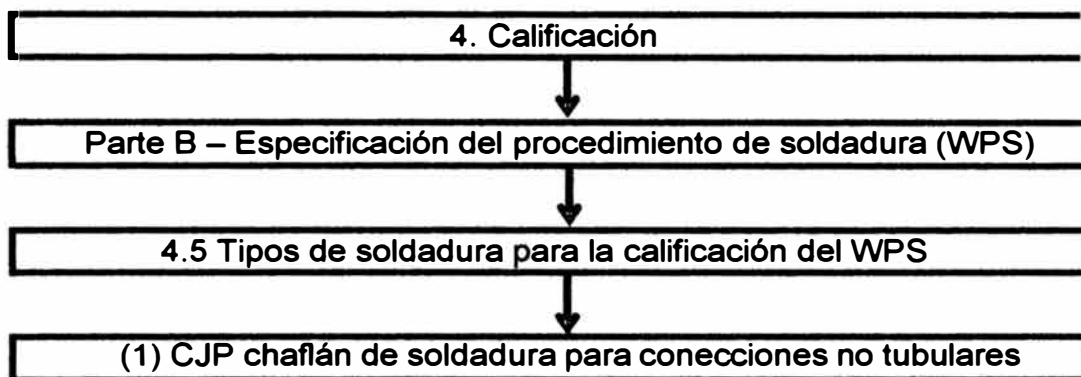


Figura N° 5.5 Diagrama de flujo – Tipo de Soldadura – WPS

5.4.3 Variables esenciales

Debido a que las variables esenciales para la calificación de procedimientos de soldadura son un mayor número que las calificaciones de los operarios, se realizará la selección de ellas utilizando los subtítulos generales indicados en el código, con el siguiente orden jerárquico, de mayor importancia a menor:

5.4.3.1 Proceso de soldadura

5.4.3.2 Generales

En este ítem se encuentra variables como: Posición, espesor y/o diámetro del material base, progresión vertical, temperatura de pre-calentamiento,

temperatura entre pases, diseño de la junta y tratamiento térmico post-soldadura.

5.4.3.3 *Material de aporte*

En este ítem se encuentra variables como: Resistencia mecánica, diámetro y número de electrodos.

5.4.3.4 *Parámetros eléctricos*

En este ítem se encuentra variables como: Amperaje de acuerdo al diámetro utilizado, tipo de corriente, modo de transferencia y cambio para una salida CV a CC.

5.4.3.5 *Gas de protección*

En este ítem se encuentra variables como: Cambio entre un gas mixto y uno simple, flujo de gas y un tipo de gas que no este incluido en la clasificación AWS.

5.4.4 Dimensiones del cupón de prueba

De acuerdo a la selección del tipo de soldadura que se hizo en el paso 5.4.2, se ubican las dimensiones que debe tener el cupón en el párrafo del tipo de soldadura seleccionada. Como ejemplo, en la figura N° 5.6 se muestra un diagrama de flujo para la selección de un cupón mayor de 10 mm de espesor con especímenes de doblez transversales:

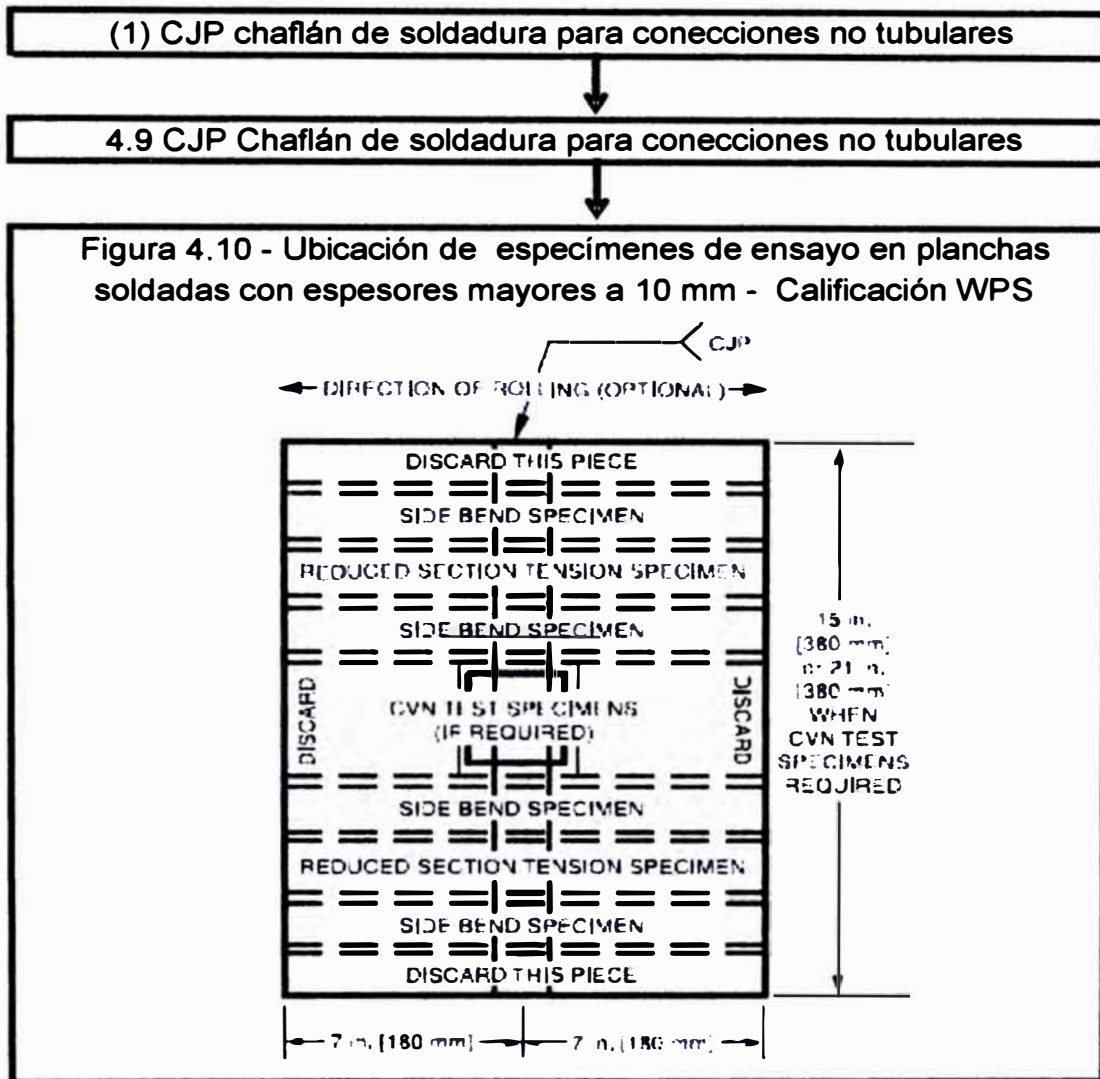


Figura Nº 5.6 Diagrama de Flujo – Cupón de Prueba – WPS

5.4.5 Criterios de aceptación de inspección visual

Seguidamente se tiene que comparar las medidas del cupón con las que indica el código, con lo cual se va a conocer si la junta es de calidad o no, lógicamente si la junta es de calidad continuaría al siguiente paso. El ítem "4.8 Methods of Testing and Acceptance Criteria for WPS Qualification" indica cual es el criterio de aceptación de Inspección Visual que se debe aplicar al cordón soldado del cupón.

5.4.6 Número y tipo de ensayo a realizar

El siguiente paso es reconocer el número y tipo de ensayos que se requieren hacer al cupón. Con la misma selección realizada en el paso 5.4.2, dentro del texto se ubican los requerimientos necesarios. Como ejemplo, en la figura N° 5.7 se muestra un diagrama de flujo para la selección del número y tipo de ensayos requeridos en una unión en "T" con soldadura en filete:



Figura 4.4 – Número y tipos de especímenes de ensayo y rangos de espesores calificados – Calificación de WPS ; Soldadura de Filete

Table 4.4
Number and Type of Test Specimens and Range of Thickness Qualified—
WPS Qualification; Fillet Welds (see 4.11.1)

Test Specimen	Fillet Size	Number of Welds per WPS	Test Specimens Required ^a			Sizes Qualified	
			Macroetch 4.11.1 4.8.4	All-Weld-Metal Tension (see Figure 4.18)	Side Bend (see Figure 4.13)	Plate/Pipe Thickness ^b	Fillet Size
Plate T-test (Figure 4.19)	Single pass, max size to be used in construction	1 in each position to be used	3 faces	—	—	Unlimited	Max tested single pass and smaller
	Multiple pass, min size to be used in construction	1 in each position to be used	3 faces	—	—	Unlimited	Min tested multiple pass and larger
Pipe T-test ^c (Figure 4.20)	Single pass, max size to be used in construction	1 in each position to be used (see Table 4.1)	3 faces (except for 4F & 5F, 4 faces req'd)	—	—	Unlimited	Max tested single pass and smaller
	Multiple pass, min size to be used in construction	1 in each position to be used (see Table 4.1)	3 faces (except for 4F & 5F, 4 faces req'd)	—	—	Unlimited	Min tested multiple pass and larger
Groove test ^d (Figure 4.23)	—	1 in 1G position	—	1	2	Qualifies welding consumables to be used in T-test above	

Figura N° 5.7 Diagrama de Flujo – Número y Tipos de Ensayos

5.4.7 Dimensiones de los especímenes ensayar

Conociendo los tipos de ensayos que se debe realizar al cupón de prueba, se debe obtener los especímenes a ensayar de acuerdo a los requerimientos del código. Como ejemplo en la figura N° 5.8 se muestra un diagrama de flujo para la selección de las dimensiones de los especímenes que serán ensayados por tensión.

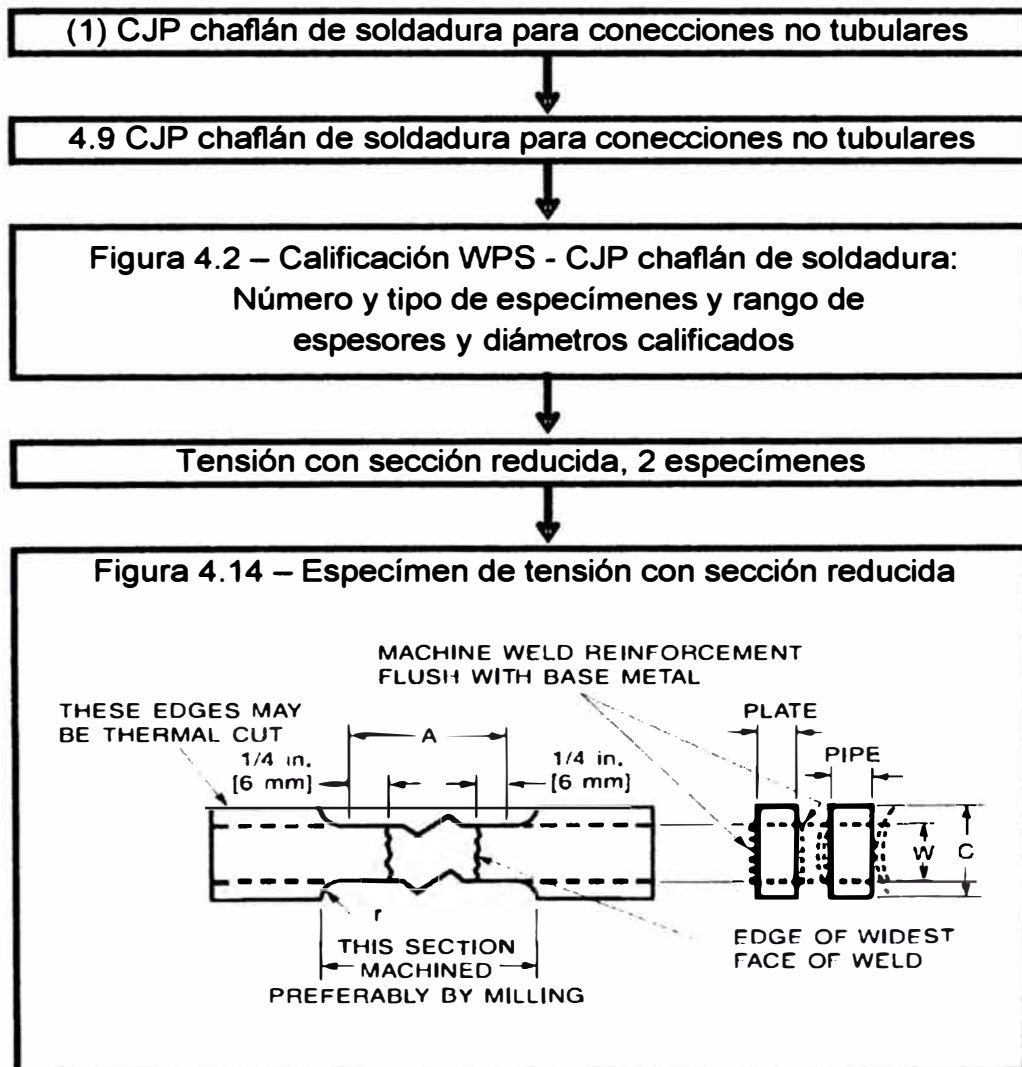


Figura N° 5.8 Diagrama de Flujo – Dimensiones de Especímenes

5.4.8 Criterios de aceptación de los ensayos

Para saber si un ensayo cumple con el código, se tiene que comparar los resultados con los criterios de aceptación de cada uno de los ensayos, los cuales aparecen en el código. El ítem "4.8 Methods of Testing and Acceptance Criteria for WPS Qualification" indica cual es el criterio de aceptación de los ensayos.

5.4.9 Registro de la calificación

Finalmente los resultados de los ensayos y las variables utilizadas en la calificación del procedimiento de soldadura se registran en un documento llamado "registro de calificación de la especificación del procedimiento de soldadura (PQR)", con este documento ya se puede generar especificaciones de procedimientos de soldadura (WPS) que se requieran en el trabajo a realizar, siempre y cuando que sus variables esenciales no se encuentren fuera del rango calificado.

5.5 Metodología para la calificación de soldadores

En esta metodología se establecerá pasos para la calificación de soldadores; para un mejor entendimiento se establece un diagrama de flujo de la metodología y seguidamente se detalla cada uno de los pasos.



Figura N° 5.9 Diagrama de Flujo - Calificación Soldadores

5.5.1 Trabajo a realizar

Debido a la variedad de trabajos que puede realizar un soldador, es muy importante reunir la mayor cantidad de información sobre la obra, para obtener una calificación rápida y adecuada al trabajo.

5.5.2 Tipo de soldadura

Seguidamente se debe saber cual es el tipo de soldadura que se va a utilizar; el código clasifica en 7 tipos de soldadura para la calificación. Como ejemplo, en la figura N° 5.10 se muestra un diagrama de flujo para la selección de una junta con chaflán, de penetración completa en uniones no tubulares:

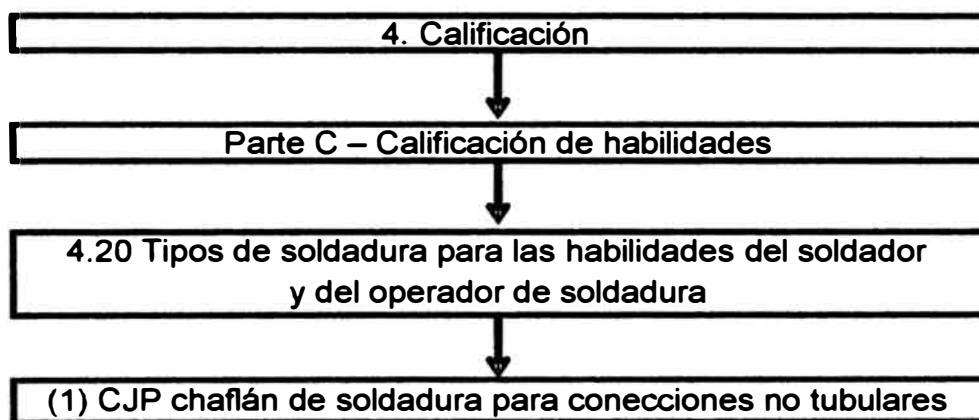


Figura N° 5.10 Diagrama de flujo – Tipo de Soldadura – Soldador

5.5.3 Variables esenciales

Para calificar a un soldador se tienen variables esenciales, de acuerdo a la experiencia obtenida en la industria, se recomienda seleccionarlas en el siguiente orden:

5.5.3.1 Respaldo

5.5.3.2 Posiciones de trabajo

5.5.3.3 Progresión vertical de trabajo (Ascendente o Descendente)

5.5.3.4 Proceso de soldadura

5.5.3.5 Diámetro y/o espesor de trabajo

5.5.3.6 Número F

Las variables esenciales del soldador se encuentran en la tabla "4.12 Welding Personnel Performance Essential Variable Changes Requiring Requalification" del código.

5.5.4 Procedimiento de soldadura calificado

Después de haber seleccionado todas las variables anteriores, se debe tener un procedimiento de soldadura calificado o pre-calificado (pre-WPS) que cubra las exigencias de estas para calificar a los soldadores.

5.5.5 Dimensiones del cupón de prueba

A continuación se debe seleccionar las dimensiones del cupón de prueba. Como ejemplo, en la figura N° 5.11 se especifica un diagrama de flujo para la selección de las dimensiones del cupón de prueba en una junta con chaflán, de penetración completa en uniones no tubulares en cualquier posición para calificar hasta espesores ilimitados.

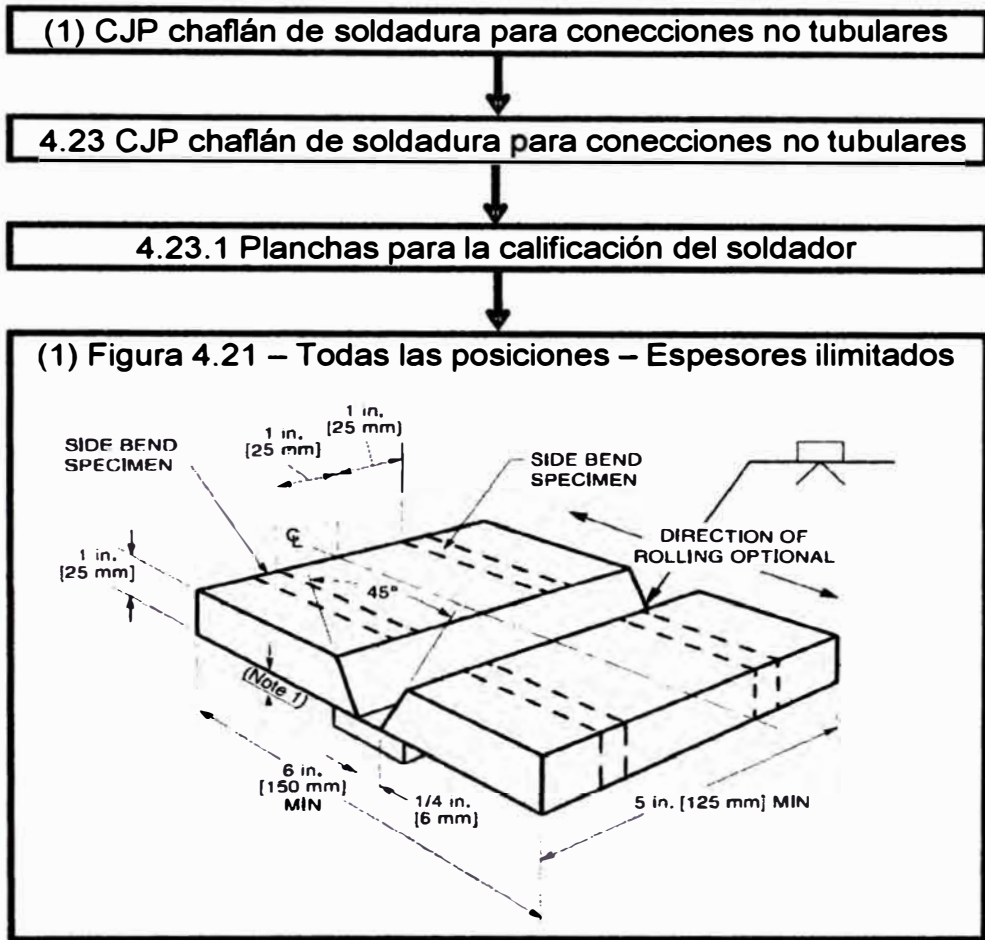


Figura N° 5.11 Diagrama de Flujo – Cupón de prueba – Soldador

5.5.6 Criterio de aceptación de inspección visual

Seguidamente se tiene que comparar las medidas del cupón con las que indica el código, con lo cual se va a conocer si la junta es de calidad o no. El ítem "4.30.1 Visual Inspection" indica el criterio de aceptación de la inspección visual.

5.5.7 Número y tipo de ensayos a realizar

El siguiente paso es realizar los ensayos no destructivos o destructivos de acuerdo a las indicaciones del código. Como ejemplo, en la figura N° 5.12 se muestra un diagrama de flujo para ubicar el número y tipo de probetas que

se debe realizar a una junta con chaflán, de penetración completa en uniones no tubulares de un espesor de 25 mm.

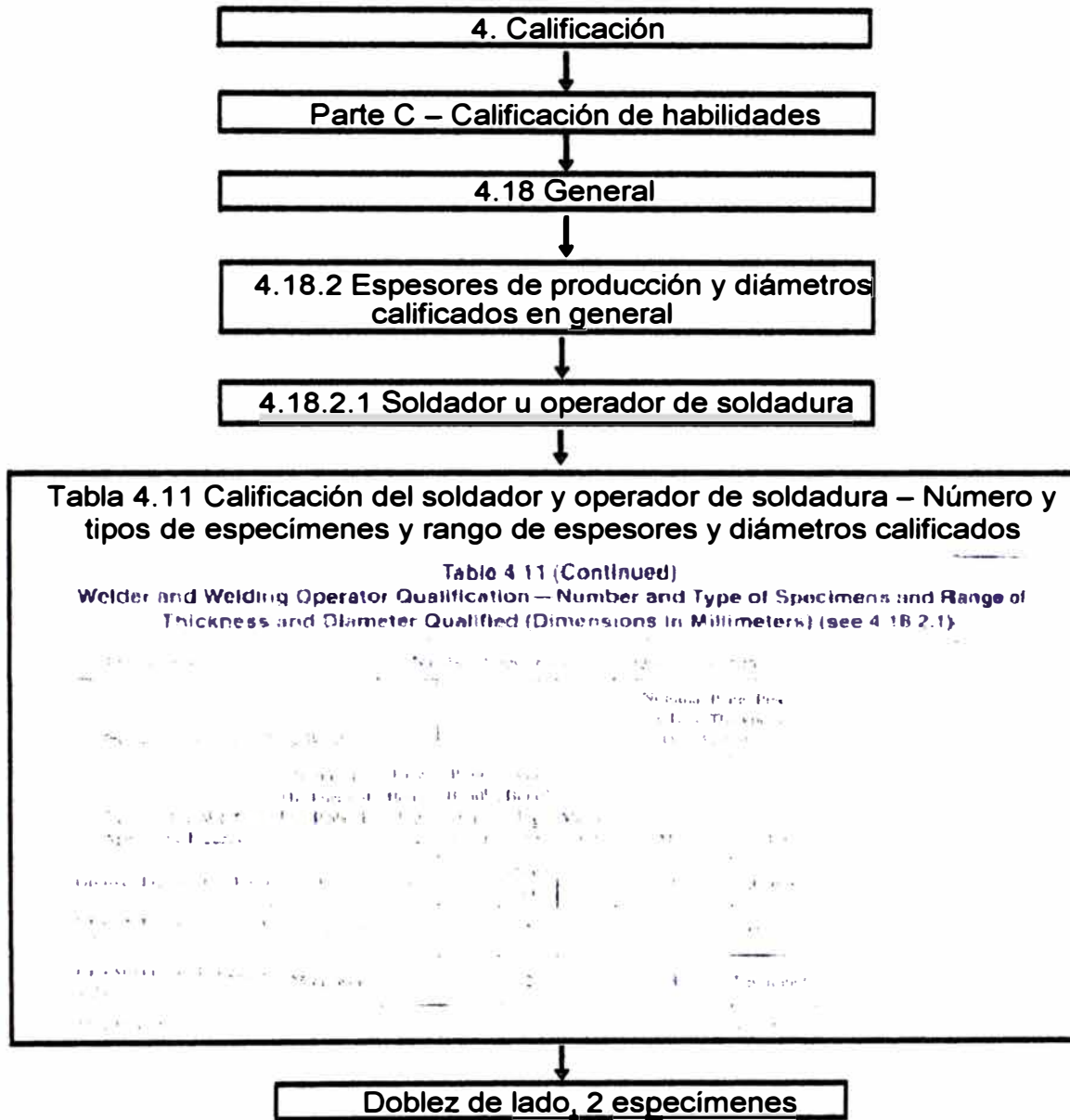


Figura N° 5.12 Diagrama de Flujo - Número y Tipos de Ensayos – Soldador

5.5.8 Dimensiones de los especímenes a ensayar

A continuación, se debe obtener las de los especímenes a ensayar. Como ejemplo, la figura N° 5.13 muestra el diagrama de flujo para seleccionar las dimensiones de los especímenes a ensayar.

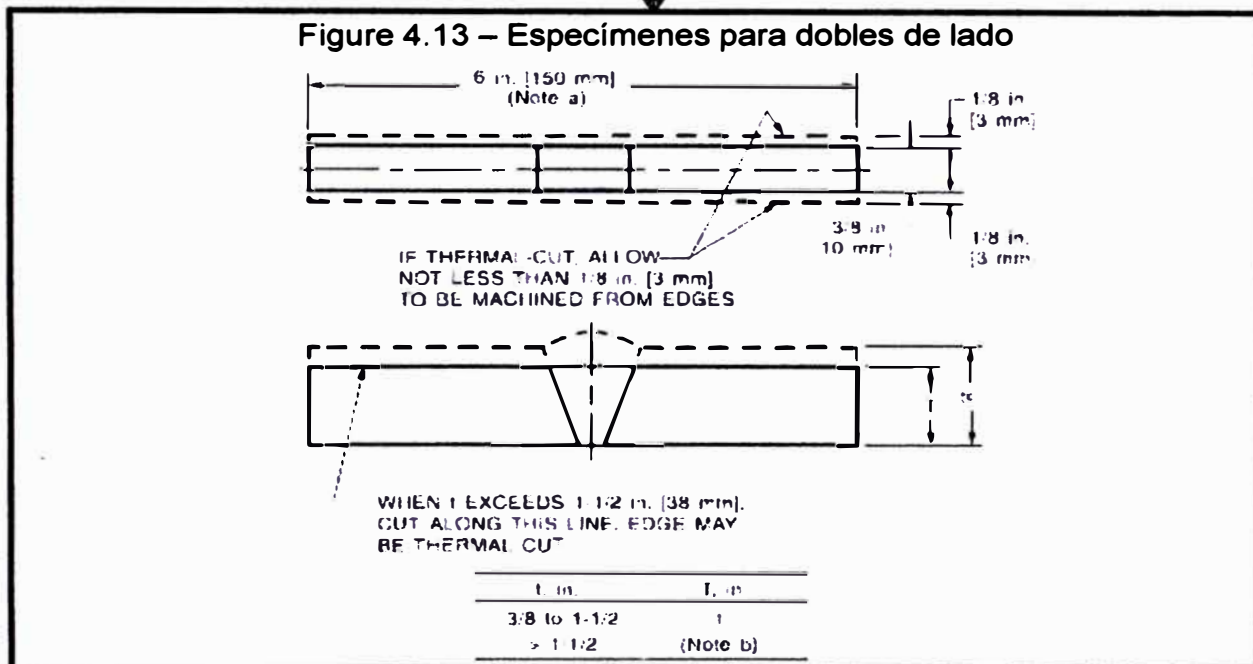
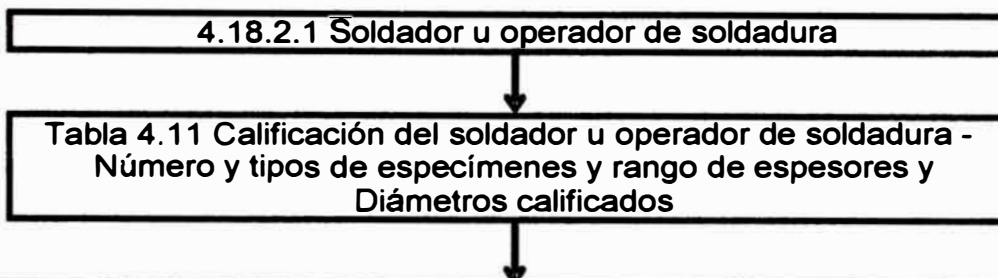


Figura Nº 5.13 Diagrama de Flujo – Dimensiones de Especímenes - Soldador

5.5.9 Criterios de aceptación de los ensayos

Para saber si un ensayo cumple con el código, se tiene que comparar los resultados con los criterios de aceptación de cada uno de los ensayos. Los criterios de aceptación se encuentran en el ítem “4.30 Methods of Testing and Acceptance Criteria for Welder and Welding Operator Qualification.

5.5.10 Registro de la calificación

Finalmente el soldador que pasa todos los requerimientos del código, se le entrega un registro de su calificación, en el cual se menciona las características de trabajo que puede realizar. Como ejemplo puede ver el “ANNEX N” del código.

5.6 Formato de procedimientos de soldadura

Se presentara tres procedimientos de los principales como ejemplo, RE WPS 003 para calificación del procedimiento en 3G ascendente con el proceso GMAW, RE WPS 002 para calificación de procedimiento en 2F con el proceso SMAW y RE WPS 014 para calificar al soldador en posición 3G ascendente en el proceso SMAW, el detalle se adjunta en el anexo 8.

5.7 Instructivo para inspección de soldadura

Aplicado principalmente a las uniones soldadas del bastidor del equipo Raptor DH,

5.7.1 Documentos de referencia

5.7.1.1 Especificaciones

- AWS D1.1 / D1.1M : 2006 - Structural Welding Code–Steel.
- ASTM E 165–95 - Standard Test Method for Liquid Penetrant Examination (Clasificación Tipo II de examen de penetración y método de prueba E1220).

5.7.1.2 Planos

- | | |
|---------------|-----------------------|
| • RE 0355 110 | Bastidor Delantero |
| • RE 0355 120 | Bastidor Posterior |
| • RE 0355 130 | Bastidor Trasero |
| • RE 0355 010 | Soporte Oscilante |
| • RE 0355 020 | Balancín de Oscilante |
| • RE 0355 150 | Brazo de Giro |
| • RE 0355 260 | Soporte de Corredera |

5.7.2 Recursos

5.7.2.1 Personal

El siguiente personal de ingeniería y nivel técnico.

- Jefe y Asistente de Fabricación de Equipos de Perforación de Rocas.
- Inspector de Control de Calidad y Soldadores homologados.

5.7.2.2 Calificación necesaria

El personal deberá contar con las siguientes calificaciones:

- El jefe de fabricación y asistente de fabricación deben tener la especialidad de Ing. Mecánica y haber tenido capacitación en inspección de soldadura.
- Para las inspecciones se contará con el apoyo del supervisor de control de calidad quien deberá tener capacitación en proceso de soldadura SMAW, GMAW e inspección de soldadura.
- El soldador deber ser homologado en la posición 3G vertical ascendente y debe estar capacitado en la aplicación de líquidos penetrantes e interpretación de simbología de soldadura.

Está en proceso de capacitación al personal de ingeniería para obtener inspectores de nivel I y II SNT-TC en líquidos penetrantes, actualmente se tiene capacitación por el IPEN en Inspección de Soldadura a personal de ingeniería y técnicos como se ve en el anexo 9, figura N° 5.14.

5.7.2.3 Equipos e instrumentos

Se detalla en forma general:

- Removedor limpiador

- Tinte Penetrante
- Revelador
- Lupa
- Instrumento Bride Cam Gauge
- Instrumento Automatic Weld size Weld Gauge
- Equipo de Protección Personal

5.7.3 Responsabilidades

5.7.3.1 Jefe de fabricación

- Verificar los registros de los formatos de inspección.
- Aprobar las acciones correctivas en los defectos encontrados.

5.7.3.2 Asistente de fabricación

- Realizar la inspección de soldadura según planos para fabricación.
- Realizar la inspección de líquidos penetrantes de la soldadura.
- Rellenar el formato de inspección de soldadura.
- Interpretar los defectos de soldadura.
- Reportar defectos para tomar acciones correctivas.
- Coordinar acciones correctivas de defectos encontrados.

5.7.3.3 Soldadores

- Cumplir con el procedimiento de soldadura.
- Informar las discontinuidades presentes en la soldadura.
- Aplicar los líquidos penetrantes a la soldadura.

5.7.4 Aplicación de líquidos penetrantes

Secuencia de Ensayo	Producto
Clasificación Tipo II de examen de penetración y método de prueba E1220	Cumple requisitos aplicables para ASTM E165
<p>Limpieza previa</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se realizará en las zonas a revisar incluyendo la ZAC estando libre de óxidos, grasas y contaminante • Limpieza y preparación física de superficie : Lijas • Limpieza con disolvente en caso de grasas : Desox Cleaner • Preparar la dilución con 2 a 3 volumen de agua dependiendo del grado de oxidación, se aplicará sobre el objeto a desengrasar o desoxidar dejándolo durante 10 a 15 min. para luego frotar con paño seco limpiando la superficie y dejándolo secar. 	<p>Limpiador Disolvente : Cleaner / Remover SKC – S Como limpiador aplicar a la sección a ser inspeccionada</p>
<p>Secado</p> <ul style="list-style-type: none"> • La superficie de la zona a revisar debe estar totalmente seca ya sea por exposición a temperatura ambiente por 15 min. Mínimo o por aire caliente forzado con rango de 10 °C a 52 °C. 	
<p>Aplicación de Penetrante</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aplicar una vez limpiado y secado a la superficie a revisar verificando que esté totalmente cubierto. • Aplicar por el método de rociado, verificando una adecuada ventilación para los gases de escape. • El tiempo de penetración recomendado entre 5 a 30 minutos. 	<p>Penetrante Rojo Elimenable con Disolvente SKL - SP1</p>
<p>Removedor del Exceso de Penetrante</p> <ul style="list-style-type: none"> • Retira el exceso usando paño seco y limpio, repitiendo la operación hasta que los rastros sean retirados. • Luego usando un paño ligeramente húmedo con disolvente pasar suavemente evitando retirar el penetrante de las interrupciones. • No aplicar chorro de removedor sobre la superficie porque menoscabara la sensibilidad. 	<p>Removedor Disolvente: Cleaner / Remover SKC – S</p>

Secuencia de Ensayo	Producto
<p>Secado</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se puede realizar a exposición a temperatura ambiente o por aire caliente forzada con rango de 10°C a 52 °C para examinación visible. 	
<p>Revelador</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rociar el revelador con cobertura completa con una capa delgada y uniforme esta se evapora a temperatura ambiente no necesitando un secador. • Este debe actuar no menor que 10 minutos comenzando tan pronto la capa pase de mojado a seco. • El máximo tiempo para un revelador no acuoso es de 1 hora 	<p>Developer SKD - S2</p> <p>Agitar el producto Mantener la lata de 20 a 30 cm por la sección a ser inspeccionada. Aplicar una capa delgada y uniforme. Tiempo recomendado para revelar de 10 a 15 minutos</p>
<p>Secado</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se puede realizar a exposición a temperatura ambiente 	
<p>Examinar</p> <ul style="list-style-type: none"> • Puede ser revisado a luz natural o artificial con iluminación suficiente 	
<p>Post Limpieza</p> <ul style="list-style-type: none"> • Necesario para retiro de residuos del penetrante para continuar siguientes procesos pudiendo mezclarse con otros factores que puedan causar corrosión. • Se recomienda el retiro inmediato después del examen enjuague con agua, spray de agua o remojo en disolvente 	<p>Limpiador Disolvente : Cleaner/Remover SKC - S</p>
<p>Documento de referencia: Método de prueba usual para examinar líquidos Penetrantes ASTM 165-E</p>	

5.7.5 Criterios de aceptación de la inspección visual

Categoría discontinuidades y criterios de inspección para cargas cíclicas no tubulares basado en la AWS D1.1 / D1.1M: 2006 - Section 6. INSPECTION.

<p>1.- Grietas Cualquier grieta será inaceptable sin importar tamaño o la localización</p>								
<p>2.- Fusión del metal base y metal de aporte La fusión se debe presentar entre el metal base y el metal de aporte así como entre las capas adyacentes del metal de aporte.</p>								
<p>3.- Cráter Todo el cráter será llenado para proporcionar el tamaño especificado de la soldadura, excepto en extremos de soldaduras filete intermitentes que estén fuera de su longitud útil.</p>								
<p>4.- Perfil de la soldadura Los perfiles de la soldadura estarán en conformidad con el capítulo 5 ítem 24 - AWS D1.1: 2006</p>								
<p>5.- Tiempo de inspección La inspección visual comienza inmediatamente después que las soldaduras terminadas se han enfriado a la temperatura ambiente.</p>								
<p>6.- Soldadura de tamaño insuficiente El tamaño de una soldadura filete en cualquier soldadura continua puede ser menos que el tamaño nominal especificado (L) permitiendo una disminución (U) de las siguientes:</p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">Tamaño nominal especificado de la soldadura (L)</td> <td style="width: 50%;">disminución permisible de L (U)</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 40px;">$\leq 3/16''$ [5 mm]</td> <td style="padding-left: 40px;">$\leq 1/16''$ [2 mm]</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 40px;">$1/4''$ [6 mm]</td> <td style="padding-left: 40px;">$\leq 3/32''$ [2.5 mm]</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 40px;">$\geq 5/16''$ [8 mm]</td> <td style="padding-left: 40px;">$\geq 1/8''$ [3 mm]</td> </tr> </table> <p>En todos los casos, la porción de tamaño insuficiente de la soldadura no excederá el 10% de la longitud de la soldadura.</p>	Tamaño nominal especificado de la soldadura (L)	disminución permisible de L (U)	$\leq 3/16''$ [5 mm]	$\leq 1/16''$ [2 mm]	$1/4''$ [6 mm]	$\leq 3/32''$ [2.5 mm]	$\geq 5/16''$ [8 mm]	$\geq 1/8''$ [3 mm]
Tamaño nominal especificado de la soldadura (L)	disminución permisible de L (U)							
$\leq 3/16''$ [5 mm]	$\leq 1/16''$ [2 mm]							
$1/4''$ [6 mm]	$\leq 3/32''$ [2.5 mm]							
$\geq 5/16''$ [8 mm]	$\geq 1/8''$ [3 mm]							
<p>7.- Socavamiento En miembros estructurales principales, el socavado no será más de 0.01 pulg. [0.25 mm] de profundidad cuando la soldadura es transversal a la tensión principal bajo cualquier condición de carga. El socavado no será más de 1/32 pulg. [1 mm] de profundidad para el resto de casos.</p>								
<p>8.- Porosidad La frecuencia de la porosidades tubulares en soldadura de filete no excederá de uno en cada 4 " [100 mm] de la longitud de la soldadura y el diámetro máximo no excederá los 3/32"[2.5 mm]. Excepción: Para soldaduras de filete que conectan refuerzos, la suma de los diámetros de la porosidad tubular no excederá 3/8 pulg. [10mm] en cualquier pulgada lineal de soldadura y no excederá 3/4 pulg. [20mm] en cualquier longitud de 12 pulg. [300mm] de la soldadura.</p>								
<p>La soldadura de junta a tope de CJP transversal a la dirección de la tensión principal no tendrá ninguna porosidad tubular. Para el resto de las soldaduras de tope, la frecuencia de la porosidad tubular no excederá de uno en 4 pulg. de longitud de la soldadura y el diámetro máximo no excederá 3/32 pulg. [2.5 mm]</p>								

5.8 Formato de reporte de inspección de soldadura

1 IDENTIFICACION

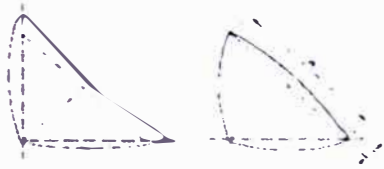
Equipo en Fabricación		Fecha de inspección	
Plano de Referencia		Zona examinada	
Nombre de soldador		WPS	

2 DISCONTINUIDADES OBSERVADAS

Requiere aplicación de tintes penetrantes	Inspección por tramos	1 er Tramo	2do Tramo	3er Tramo	4to Tramo	Criterio de aceptación para Inspección Visual AWS D1.1 : 2006 para cargas cíclicas	Conformidad	
							Si	No
Fisura						Inaceptable		
Falta de fusión						Inaceptable		
Cráter						Inaceptable		
Perfil de la soldadura						Ver anexo		
Tamaño de cordón						Para sold. filete el tamaño nominal (L) puede tener disminución permisible de L (U) $L \leq 5 \text{ mm} , U \leq 2 \text{ mm}$ $L = 6 \text{ mm} , U \leq 2.5 \text{ mm}$ $L \geq 8 \text{ mm} , U \leq 3 \text{ mm}$ En todos los casos el tamaño insuficiente no exceder el 10% del tamaño nominal		
Socavado						Para $t < 1" \text{ y } t > 1" , s < 1 \text{ mm}$ Para sold. transv. a la tensión $s < 0.25 \text{ mm}$		
Porosidad						Para sold. Filete la frec. poros tubulares no excederá de 1 en cada 4 pulg. y diam. $< 2.5 \text{ mm}$ Excepción: Para filetes que conectan refuerzos, suma de poros tubular $< 10 \text{ mm}$ por pulg. Y $< 20 \text{ mm}$ en long. De 300 mm		
						Para sold. a tope de CJP transv. a la tensión no presentará porosidad tubular		
						Para sold. A tope no excederá de 1 en 4 pulg. y diam. $< 2.5 \text{ mm}$		

3 PERFIL DE SOLDADURA

Perfil conveniente de filete soldado



Perfil aceptable de filete soldado



La convexidad C de una cara de soldadura con dimensión W no podrá exceder el valor de la siguiente tabla:

Ancho de cara de soldadura o frente a la superficie del talón	Max. Convexidad, C
$W \leq 5/16$ in (8 mm)	1/16 in. (2 mm)
$W > 5/16$ in (8 mm) hasta $W < 1$ in (25 mm)	1/8 in. (3 mm)
$W \geq 1$ in (25 mm)	3/16 in (5 mm)

Perfil inaceptable de filete soldado



Tamaño insuficiente

Excesiva convexidad

Excesivo socavado

Solapado

Tamaño insuficiente

Fusión Incompleta

Perfil aceptable de soldadura en juntas a tope



Juntas a tope con igual espesores de placas

Juntas a tope con diferentes espesores de placas

La sobremonta R no podrá exceder los 3 mm

Perfil inaceptable de soldadura en juntas a tope



Excesiva sobremonta de soldadura

Falta de llenado

excesivo socavado

Solapado

Herramientas utilizadas			
Maq. Soldar Utilizada		Producto de líquidos penetrantes aplicado	

Observaciones : _____

5.9 Instrucción de pintado

<p>1 EQUIPO : RAPTOR</p> <p>2 Metal Base : ASTM A36 AISI 1045 ACERO FUNDIDO</p> <p>3 Campo de Trabajo : Minería Subterránea</p> <p>4 Preparación de Superficie :</p> <p>Antes de Arenado: SSPC-3 Limpieza Motriz En zonas puntuales como rebabas, filamentos, salpicaduras de soldadura, libre de imperfecciones. Tipo de arenado a aplicar : SSPC-10 Arenado cernado a Metal Blanco</p> <p>5 Productos a trabajar</p> <p>a.- Recubrimiento Epoxi de Alto contenido de sólidos : JET 70MP Porcentaje de Sólidos: 72 % Color : Blanco 1700</p> <p>b.- Recubrimiento Epoxi Esmalte : DURAPOX ESMALTE 950 Porcentaje de Sólidos: 53 % Color : Amarillo YE-4 1300</p> <p>c.- Diluyente : UNIPOXI</p> <p>d.- Tiempo de Inducción : 15 min</p>	<p>6 Precauciones de Seguridad</p> <p>El uso o manipuleo inapropiado del producto es nocivo para la salud o causar explosión</p> <p>Leer las instrucciones de la hoja técnica antes de usar el producto Verificar la adecuada ventilación Verificar la iluminación a prueba de explosión Usar ropa no sintética Usar guantes de látex Usar lentes panorámicos de seguridad Usar respirador para vapores orgánicos</p> <p>7 Equipo a utilizar Presión de compresor : 80 - 110 Bar Tipo de pistola : Equipo a gravedad</p> <p>8 Método de Aplicación : Traslape al 50%</p> <div style="text-align: center;"> </div> <p>9 Notas: Limpieza antes de repintado: Con aire a presión Medición de esp. húmedo: Med. esp. Película húm. Medición de esp. seco: Serv. del proveedor</p>
--	---

10 Fórmula para el cálculo del EPH

$$EPH = EPS \left(\frac{1 + \%Dil}{\%Sol} \right)$$

EPH = Espesor de pintura húmeda

EPS = Espesor de pintura seca

%Dil = Porcentaje de Diluyente

% Sol = Porcentaje de Sólidos

Capa	Producto	Resina	Catalizador	% Dil	Esp. Hum.	Tiempo mín. repintado	Esp. Seco
1	JET 70MP	1 Volumen	1 Volumen	50	6 -7 mils	8 horas	3 - 3.5 mils
2	JET 70MP	1 Volumen	1 Volumen	50	6 -7 mils	8 horas	3 - 3.5 mils
3	DURAPOX 950	3 Volumen	1 Volumen	50	8 -9 mils	12 horas	3 - 3.5 mils
Total Aprox.							9 - 11 mils

5.10 Medición de espesores de película seca

En esta etapa se tiene el servicio post venta de la empresa CPPQ en donde es realizada por su personal calificado bajo un procedimiento para la medición de espesores de película seca en estructura de acero que tiene como referencias las normas SSPC-PA2-2004 y ASTM G12-83, en esta parte se mencionará los alcances mas importantes para interpretar los resultado de la medición registrada en el reporte técnico entregado por el proveedor.

5.10.1 Normas de referencia

- SSPC-PA2 – 2004 Medición de espesores de película seca.
- ASTM G 12- 83 Medición no destructiva de espesores de recubrimientos en tuberías de acero.

5.10.2 Equipos y materiales

- Marcador, tizas y/o plumones de tinta.
- Equipo calibrado Positest Magnetic.

5.10.3 Definiciones

- **Espesor de Película Seca (EPS):** Es el espesor de la capa de pintura aplicada una vez que esta haya secado al tacto duro.
 - **Espesor Mínimo:** Es el menor valor de EPS que se recomienda en el plan de pintado.
 - **Espesor Máximo:** Es el mayor valor de EPS que se recomienda en el plan de pintado.
- Sí en el plan de pintado o especificación figura un solo valor de

espesor de película seca (EPS), se tomará máximo el 120% de este valor.

- Lectura: Es la medición del EPS en un punto.
- Spot: Es el promedio de al menos 3 lecturas realizadas por un medidor de EPS en un círculo de aproximadamente 4cm de diámetro.

5.10.4 Validación de espesores medidos

- Se pueden aceptar lecturas menores al 80% del espesor mínimo y mayores al 120% del espesor máximo.
- No se debe aceptar spots menores al 80% del espesor mínimo, ni mayores al 120% del espesor máximo.
- Al promediar el total de spots medidos el valor obtenido no debe ser menor al espesor mínimo, ni mayor al espesor máximo.

5.10.5 Recomendaciones en caso de obtener espesores no válidos

5.10.5.1 En caso de encontrar spots menores al 80% del espesor mínimo y/o mayores al 120% del espesor máximo.

- Realizar mediciones de spot adicionales en zonas adyacentes al mismo con el fin de delimitar y demarcar la zona con espesores no válidos.
- Si en la zona demarcada se obtuvieron spots menores al 80% del espesor mínimo, se recomendará corregir la zona demarcada

dependiendo del tipo ó sistema de pintura, hasta obtener al menos el espesor mínimo.

- Si en la zona demarcada se obtuvieron spots mayores al 120% del espesor máximo, se recomendará corregir la zona demarcada, dependiendo del tipo o sistema de pintura, hasta obtener no más del espesor máximo.

5.10.5.2 De encontrar que el promedio total de los spots no son válidos.

- Realizar mediciones adicionales con el fin de levantar la no validez de la medición de la película; en caso seguir obteniendo un Promedio Total no válido se delimitará las zonas con spots menores al espesor mínimo y/o mayores al espesor máximo.
- Si en la zona demarcada se obtuvieron spots menores al espesor mínimo se recomendará corregir la zona demarcada, dependiendo del tipo o sistema de pintura, hasta obtener al menos el espesor mín.
- Si en la zona demarcada se obtuvieron spots mayores al espesor máximo se recomendará corregir la zona demarcada, dependiendo del sistema de pintura, hasta obtener no más del 120% del esp. máx.

5.10.5.3 Verificación de las reparaciones

- Una vez que la pintura de las zonas rectificadas se encuentren secas al tacto duro; se procederá a realizar la medición según este procedimiento, pero solo de dichas zonas considerándose dicha área resanada como una estructura nueva.

5.11 Mantenimiento de máquinas de taller

Para el cumplimiento de los trabajos durante la fabricación es importante que las máquinas estén adecuadamente operativas, para ello se tiene un programa de mantenimiento donde se registran los trabajos preventivos y correctivos para su análisis y medición del indicador de gestión. En la figura N° 5.15 se mencionan los equipos principales para el taller de soldadura ubicado en el anexo 10.

En la figura N° 5.16 se menciona los equipos principales para el taller de pintado, así mismo en la figura N° 5.17 se muestra una hoja de especificación técnica del equipo donde se identifica los trabajos para mantenimiento, ver anexo 11.

5.12 Calibración de instrumentos para inspecciones

Para la inspección de los trabajos durante la fabricación es importante que los instrumentos estén calibrados, para ello se tiene un programa de calibración como se ve en la figura N° 5.18 y figura N° 5.19, donde el servicio es realizado por instituciones calificadas como por ejemplo la empresa SIMA, Universidad Católica del Perú. Los certificados de calibración permiten analizar la incertidumbre y medición del indicador de gestión. Ver programas de calibración en el anexo 12.

CAPITULO 6

VALIDACION DEL DISEÑO Y FABRICACION

En el presente capítulo se mencionará los criterios considerados para validar el diseño y fabricación de bastidor aplicado por la empresa teniendo como base normas internacionales, especificaciones técnicas presentadas durante el desarrollo del informe y la experiencia en campo, los registros de trabajo de cada Dpto. de Ingeniería e información de trabajo en la mina subterránea sirven para la mejora continua.

Es importante mencionar que terminado el montaje del equipo se procede a realizar el protocolo de funcionamiento donde se comprueba los parámetros de trabajo de los componentes instalados registrándose las presiones hidráulicas para la perforadora, funcionamiento de componentes mecánicos, así también el correcto funcionamiento sistema eléctrico y del motor diesel. En esta oportunidad no se detallará este protocolo debido a que esta relacionado con la selección y cálculo de componentes para el sistema electro hidráulico. Este protocolo es entregado al cliente para su conformidad donde los registros cumplen los requisitos especificados por este.

Para cumplir con los objetivos del desarrollo del informe se mencionará los criterios la para la validación del diseño y de la fabricación de un bastidor para equipo de perforación de taladros largos en la minería subterránea.

6.1 Validación del diseño

El criterio a considerar es la resistencia que ofrece la estructura del bastidor dado el factor de seguridad adecuado para los trabajos a realizar, según al análisis el factor de seguridad dio como resultado de 11, este valor esta dentro del rango E-F para fines de excavación especificado en la curva de la figura N° 3.6 (variación del factor de seguridad para excavación subterránea) con un desplazamiento máximo de 0.97 mm. Para llegar al máximo valor de factor de seguridad de 12 se reforzaría más la estructura llegando a un sobredimensionado no siendo requerido para este caso.

6.2 Metodología propuesta para validación del diseño

A continuación se presenta como resultado del trabajo la tabla N° 6.1, dando una metodología para validar el diseño considerando los siguientes criterios:

Tabla N° 6.2 Criterios para validar el diseño

Paso	Requisitos para la validar el diseño	Documentación, Norma o especificación técnica	Criterio	Vº Bº
1	Requisitos especificado por el cliente	Documento escrito, firmado por el cliente y la empresa	Entrega del equipo con las especificaciones indicadas	✓
2	Factor de seguridad de acuerdo a especificaciones técnicas	Libro " Excavación y Sostenimiento de Túneles en Roca" - CONCYTEC	Diseñar con recomendaciones técnicas y experiencias tomadas del campo de trabajo.	✓
3	Análisis estructural por el método de elementos finitos	Análisis por el método de elementos finitos con Software CATIA, criterio de Von Mises	Uso de herramientas con software de ingeniería para realizar cálculos, optimizando costo y tiempo.	✓
4	Planos detallados técnicamente para la fabricación, mecanizado y ensamble.	Usando software CAD, empleando Normas ASME Y14.5M, Y14.35M, Código AWS D1.1/D1.1M	Interpretación normalizada para la elaboración de trabajos con proveedores de servicio nacionales e internacionales.	✓
5	Inspección de dimensiones del equipo durante la fabricación	Planos de la empresa y criterios de tolerancia según el Dpto. de Ing. de Diseño	Durante la fabricación verificar las dimensiones y tolerancias especificado en los planos.	✓

Todos estos criterios han sido cumplidos, por tanto, se válida el diseño del bastidor.

6.3 Validación de la fabricación

La calificación del procedimiento soldadura y soldador es lo mas importante en este trabajo. El requerimiento del soldador para este trabajo, es estar capacitado para soldar en posición 3G ascendente tanto para el proceso SMAW y GMAW.

En este capítulo se menciona que para la soldadura del bastidor hay varios procedimientos de soldadura con los dos procesos mencionados del cual se explicará algunos principales, con el proceso GMAW para calificación de procedimiento para posición 3G ascendente para planchas a tope, en SMAW para calificar procedimiento para posición 2F para planchas en filete y para calificar al soldador para posición 3G ascendente para planchas a tope, todas bajo el código "AWS D1.1 / D1.1M-2006 - Structural Welding Code – Steel" de la sección 4, en el Anexo 13, tabla 6.1 se menciona las posiciones de soldeo adicionales que acompañan a la prueba de posición calificada realizada.

La evaluación de los procedimientos y del soldador estará a cargo de un inspector CWI acreditado por la AWS siendo representante de la empresa SOLDEXSA S.A. Así mismo, el asistente de fabricación debe tener la capacitación adecuada para realizar los procedimientos y realizar las inspecciones de soldadura.

La documentación presentada tiene como fin evidenciar los pasos mencionados e ilustrar al lector, siendo estos mostrados con fines académicos.

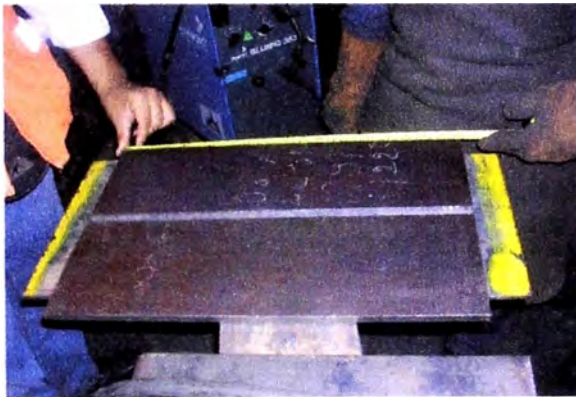
6.3.1 Certificado de calidad del material para la fabricación

Primero se tendrá la certificación de calidad de material usado para la fabricación del cual también se preparará los cupones para las pruebas.

En figura N° 6.1 del anexo 14 se presenta el certificado de material ASTM A36 entregado por el proveedor, los resultados se muestra en tabla N° 4.2.

6.3.2 Calificación de procedimiento de soldadura

Se prepara el cupón de soldadura (Figura N° 6.2 - Paso1) según la especificación de la sección 4 del código, en figura 4.10 (2) para planchas mayores a esp. de 3/8". No requiriendo ensayo de CVN porque el equipo no recibe cargas de impacto y trabaja entre 15°C - 25°C aprox. en interior mina.



Paso 1



Paso 2



Paso 3



Paso 4

Figura N° 6.3 Secuencia de calificación de procedimiento de soldadura

Realizado el procedimiento de soldadura (Ver procedimiento RE WSP 003) se procede a lo indicado siendo verificado por el inspector de soldadura CWI (Figura N° 6.2 – Paso 2).

Durante el proceso de soldadura el inspector evaluará los parámetros y la calidad de los cordones de soldadura. (Figura N° 6.2 – Paso 3).

Terminado de soldar el inspector realiza la inspección visual de las discontinuidades (Figura N° 6.2 – Paso 4)., si esta logra pasar se enviará al examen radiográfico.

Aprobado el examen de inspección visual del cupón se realiza el examen radiográfico tal como se ve en la figura N° 6.3, figura N° 6.4 y la figura N° 6.5 adjuntas en el anexo 15 siendo esta última la de reporte dando conformidad a los resultados obtenidos dando pase a seguir con la preparación de probetas para ensayos de doblez y de tracción.

Aprobado el ensayo radiográfico se procede a preparar las probetas.

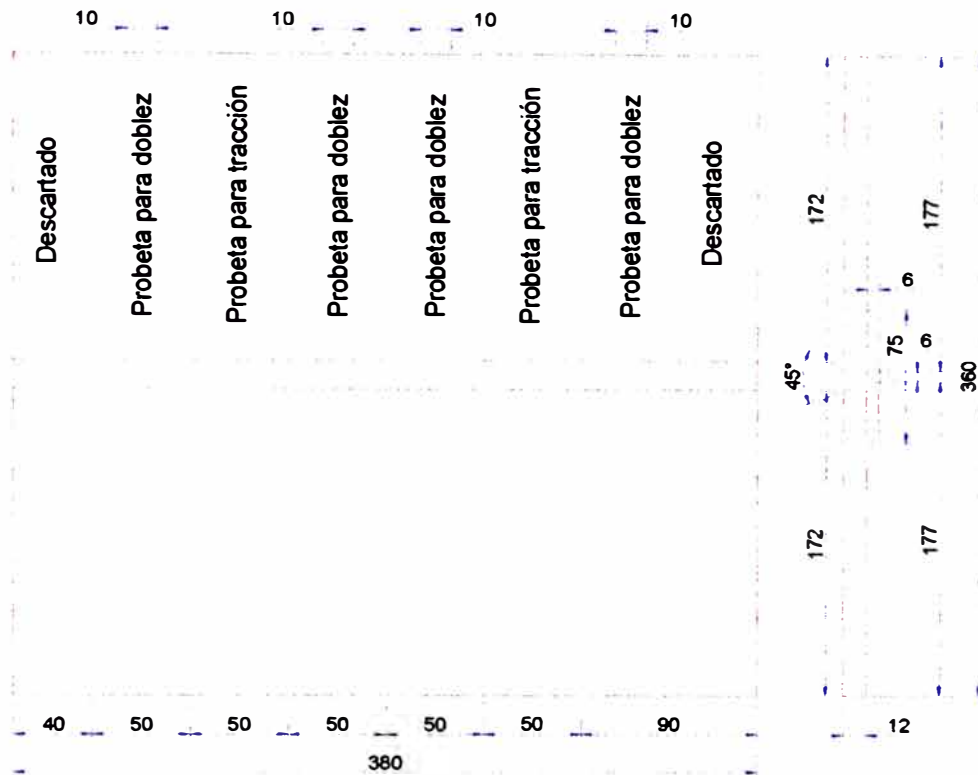


Figura N° 6.6 Corte de cupón para probetas – Calificación de procedimiento

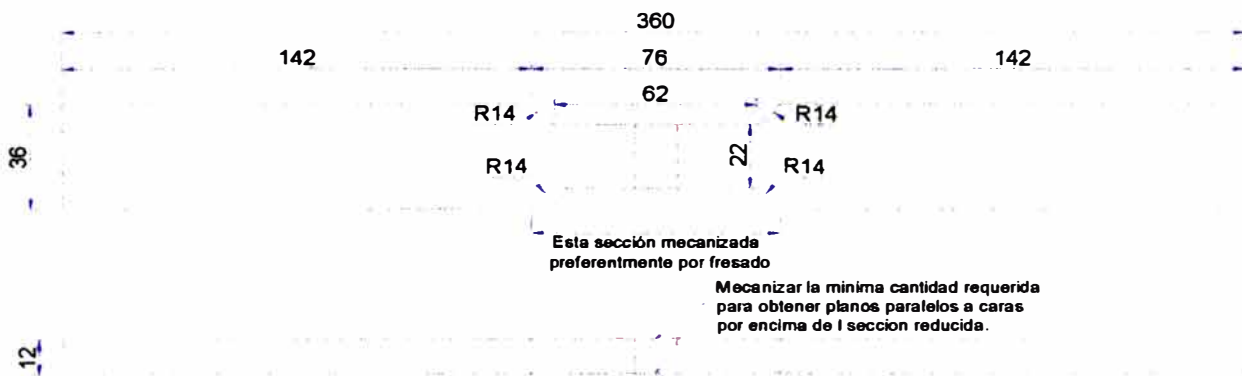


Figura N° 6.7 Probeta para ensayo de tracción – Calificación de procedimiento

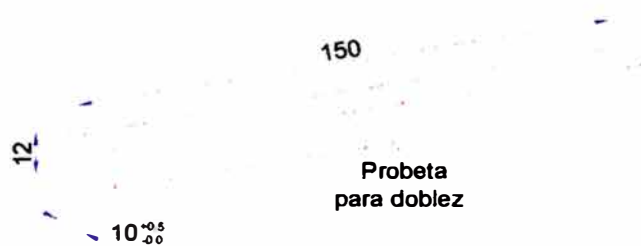


Figura N° 6.8 Probeta para ensayo de doblez – Calificación de procedimiento

Se muestra el resultado de dos probetas de un mismo cupón pertenecientes a un soldador donde la tensión de rotura es 501Mpa y 536Mpa rompiéndose en el metal base donde los valores esta en el rango de 440 a 550Mpa , este documento se presenta como referencia para seguir con el procedimiento, como se ve en el anexo 16 figura 6.9 y figura 6.10.

Los ensayos de dobles son realizados por la misma empresa SOLDEXSA, dando este resultado correcto. (Ver ejemplo en figura 6.14, anexo 18)

El cumplimiento de estas pruebas dando resultando correctos según las especificaciones del código "AWS D1.1 / D1.1M - 2006, califica el procedimiento de soldadura indicado al inicio de este caso.

Para el cupón de filete se realiza el examen de macrografía, en caso de salir correcto no es necesario realizar ensayos de tracción ni de doblez siendo ya calificado este proced. por ser material pre calificado, tabla 3.1. del código.

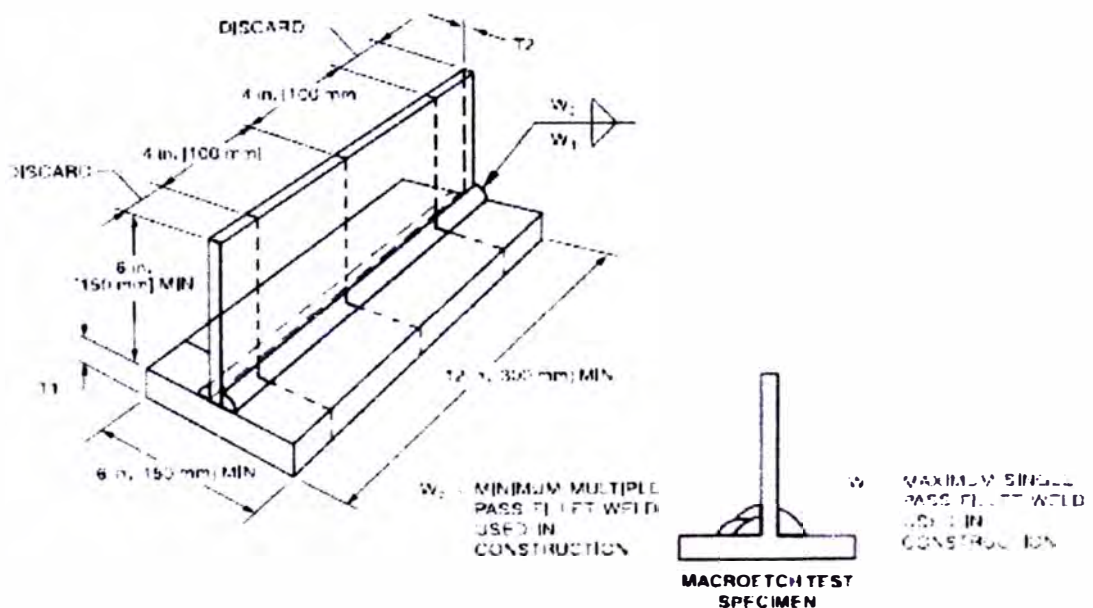


Figura N° 6.11 Cupón de filete – Calificación de procedimiento

Se muestra el resultado del procedimiento RE WPS 002 donde previamente ha sido inspeccionado la calidad de la soldadura, tamaño de catetos y sobremonta según la especificación del procedimiento.

Las pruebas a realizar consiste en realizar tres análisis de macrografías en los cortes indicados según la figura N° 6.11, en este procedimiento se mostrará al lector solo el resultado del corte central denominado muestra 2. En el presente ensayo fueron realizados los tres análisis dando resultado correcto como se ve en el anexo 17, figura N° 6.12 y figura N° 6.13.

De igual manera, el cumplimiento de estas pruebas dando resultando correctos según las especificaciones del código "AWS D1.1 / D1.1M - 2006, califica el procedimiento de soldadura indicado RE WPS 002.

6.3.3 Calificación del soldador

En la fabricación del equipo se tiene procedimientos precalificados donde ya no es necesario realizar pruebas para calificar estos procedimientos si se sigue las especificaciones indicadas en el código, sin embargo es importante calificar al soldador según el requerimiento de trabajo exigido por los procedimientos sea esta precalificado o calificado por ensayos. A continuación se menciona los pasos realizados para la calificación:

- Preparar el cupón según la figura 4.21 del código "AWS D1.1 / D1.1M - 2006 (Figura N° 6.14 – Paso 1).
- Se suelda según el procedimiento de soldadura RE WPS 014.

- Durante el proceso de soldadura el inspector evalúa los parámetros y la calidad de soldadura en los cordones (Figura N° 6.14 – Paso 2).
- Terminado de soldar el inspector realiza la inspección visual de acuerdo a los requerimientos de la norma (Figura N° 6.14 – Paso 3), si esta logra pasar se realizará la prueba de doblez.



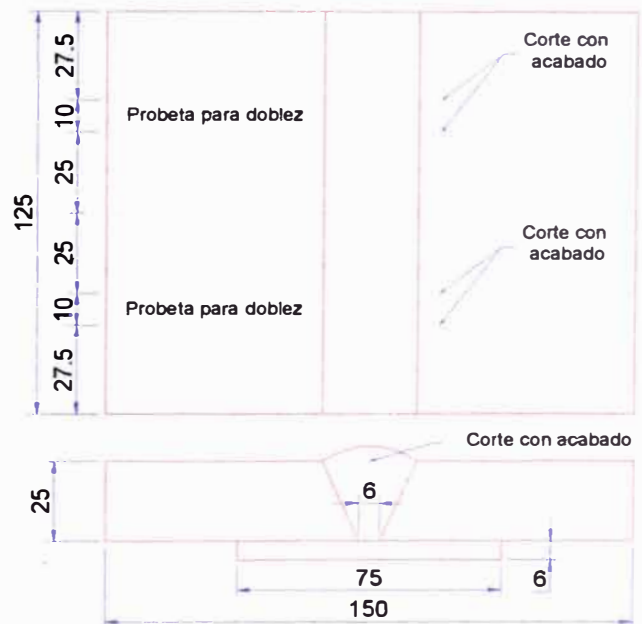
Paso 1



Paso 2



Paso 3



Paso 4

Figura N° 6.14 Secuencia de calificación del soldador

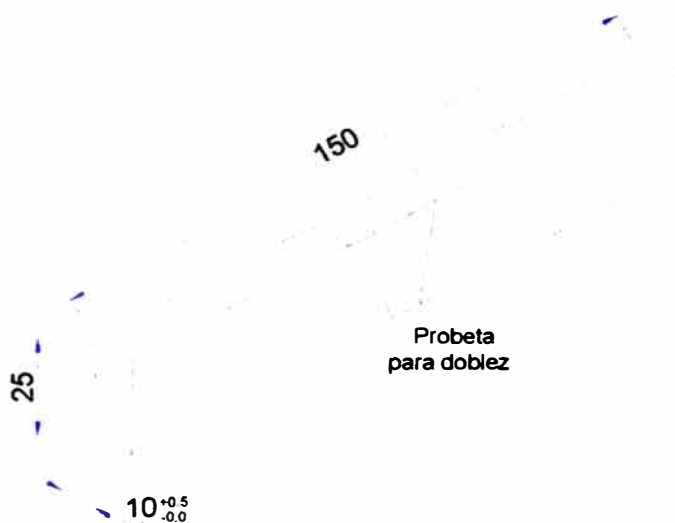


Figura N° 6.14 Secuencia de calificación del soldador - Continuación

Para realizar la prueba de dobles se procede a cortar el cupón como se muestra en la figura N° 6.14 – Paso 4, para obtener la probeta como indica la figura N° 6.14 – Paso 5. Realizado la prueba se emitirá un informe técnico por parte de la empresa evaluadora como se ve en la figura N° 6.15 y el soldador que aprueba obtendrá la calificación para la posición y tipo de proceso especificado según el procedimiento como se indica en la figura N° 6.16, ambas figuras se ven en el anexo 18.

6.3.4 Calificación del procedimiento de preparación de superficie y Pintado

En el proceso de pintura no hay una certificación en base a una norma para los pintores, para este caso se capacitó al personal en las instalaciones de la empresa Resemin por parte de la empresa CPPQ, esta capacitación comprende la base teórica de preparación de superficie, manejo de los

productos para el pintado así como utilizar herramientas para medir los espesores de película de pintura en húmedo.

De acuerdo al requerimiento para aplicar el sistema epóxico, la preparación de superficie será con limpieza con chorro de abrasivo grado cercano metal blanco. Los abrasivos más comunes en el mercado tenemos la arena de río, la escoria de cobre y granalla de acero, cuyas características son:

- La arena de río se usa solo una vez, es bastante disponible y barata, tiene efecto nocivo para la salud por la gran cantidad de polvo y contaminantes.
- La escoria de cobre puede usarse hasta tres veces, son de rápida acción, elimina la incertidumbre de contaminantes, es recomendado para la producción en serie.
- La granalla de acero para grandes series de producción, tiene abrasivos redondos, angulares, duros y libres de polvo, costo alto, deben ser conservados secos para prevenir su oxidación. Debido a su alto costo se recircula la granalla de 500 hasta 1000 veces dependiendo de la superficie a preparar.

En el presente informe se mostrará los registros del trabajo con arena de río debido a que la fabricación de estos equipos no son en serie y se tiene próximo en aplicar la escoria de cobre siendo justificado por la demanda de compra, en ambas situaciones se realizarán el análisis conductimétrico para verificar que esta tenga los mínimos contaminantes y también la granulometría adecuada, para la arena se realizaron las siguientes pruebas como se muestran en la figura N° 6.17 y figura N° 6.18, ver anexo 19.

Del análisis de contaminantes solubles según norma SSPC-AB1 los contaminantes deben ser menor de 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (micro siemens por centímetro) dando como resultado 334 $\mu\text{S}/\text{cm}$ siendo este resultado óptimo para los trabajos.

De la curva de Pareto de la figura N° 6.18 del porcentaje que pasa por el número de malla se observa que el 80% de los tamaños de arena se encuentran en el rango de tamiz de 8 a 30, de este rango se obtiene la altura aproximada del perfil para acero limpiado con abrasivos de arena definidos en SSPC-AB 1, Tipo I.

- 1.5 a 2 mils para arena de sílice 16/35 mesh
- 2.5 mils para arena de sílice 8/35 mesh
- 3 a 4 mil para arena de sílice 8/20 mesh

Del rango obtenido la altura aproximada será de 2.5 mils. El perfil de rugosidad para el producto de pintura a utilizar por recomendación del fabricante esta entre 1.5 a 2.5 mils para obtener el grado de adherencia correcta, este valor es usado en proyectos de fabricación en minas.

Para el caso de tener mayores valores de perfil de rugosidad se trabaja bajando la presión de arenado para generar bajos perfiles y/o mezclar con arena fina ya utilizada.

El perfil de rugosidad debe estar aproximadamente entre el 15 al 25 % del espesor total del sistema de pintura especificado, ahora el espesor de

pintura seca requerido en el equipo esta entre 9 a 11 mils y sacando el 15% de 9 resulta 1.4 y el 25% de 11 resulta 2.7 estando en el rango de la recomendación de 1.5 a 2.5 mils.

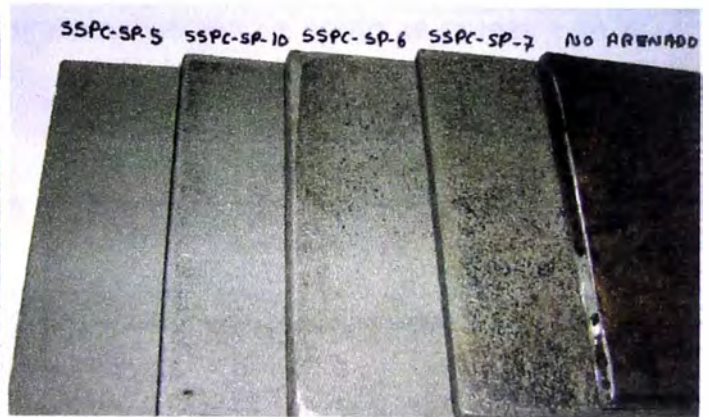
En la preparación de superficie por arenado (Figura N° 6.19 – Paso 1) se tiene muestras de comparación para llegar al grado de metal blanco como se muestra en la figura N° 6.19 – Paso 2, después de dos horas comienza se degradarse a grado casi blanco donde es el tiempo necesario y grado mínimo requerido para aplicar el procedimiento de pintura epóxica.

Para determinar el perfil resultante de la preparación de superficie se tiene un disco comparador de rugosidad Elcometer de acuerdo a la norma ASTM D4417 Método A, donde se requiere que se seleccione un comparador apropiado y se compare contra la superficie a simple vista con o sin lupa, o con el tacto, para ello se tendrá 3 discos de perfiles para arenado, escoria y granalla, en cada disco presenta 5 secciones con perfiles de 0.5;1;2;3;4 mil/pulg. como se muestra en la figura N° 6.19 – Paso 3.

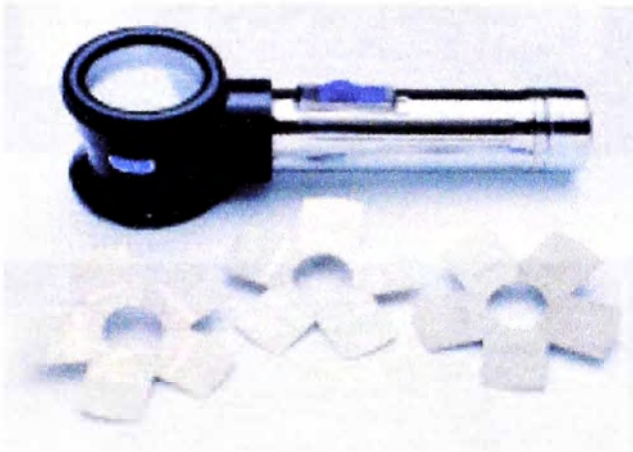
Si los valores registrados son menores a los requeridos se vuelve arenar y si sale por encima sea aplicaría una capa mas gruesa de pintura teniendo en cuenta que esta no chorrea porque presenta alto porcentaje de sólidos y que acepta altos espesores de pintura hasta 8 mils con un 12.5% de diluyente en una pasada cuando nosotros aplicamos hasta 4 mils con un 50% de diluyente en un pasada.



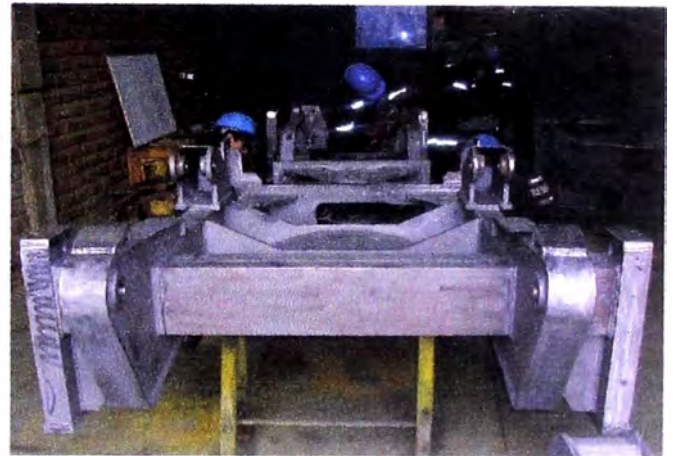
Paso 1



Paso 2



Paso 3



Paso 4

Disco de perfil	Arenado	Granulado	Granallado
Perfiles sección	0,5; 1; 2; 3; 4 milpulg.	0,5; 1; 2; 3; 4 milpulg.	0,5; 1; 2; 3; 4 milpulg.
Número de pieza	E127---2	E127---3	E127----4
	Portadiscos del perfil de superficie y lupa x5		E127----1

Figura N° 6.19 Secuencia de preparación de superficie por arenado

Terminado de arenar la superficie se procede a la limpieza mecánica y manual de la superficie (Figura N° 6.19 – Paso 4) para luego cumplir con el procedimiento de pintado indicado en el ítem 5.9, durante la aplicación de la pintura base (Figura N° 6.20 – Paso 1) y de pintura para acabado (Figura N° 6.20 – Paso 3) se llega a medir los espesores de película húmeda con instrumentos Elcometer 115/1 con rango de 1-13 mils y Elcometer 115/2

con rango de 2 -18 mils y su manera a aplicación en como se muestra en la figura N° 6.20 – Paso 2.



Paso 1



Paso 2



Paso 3



Paso 4

Figura N° 6.20 Secuencia de pintado epóxico

Terminado de secar la pintura se procede a medir el espesor de película (Figura N° 6.20 – Paso 4) para verificar que se encuentre en el rango establecido por el procedimiento, es este método se realiza por medio de un equipo calibrado Positest Magnetic (Figura N° 6.20 – Paso 5) realizado por personal especializado de la empresa CPPQ emitiendo un reporte como se muestra a continuación en el anexo 20. Este procedimiento será para todos los componentes de la estructura del carrier del equipo (Figura N° 6.20 – Paso 6).



Paso 5



Paso 6

Figura N° 6.20 Secuencia de pintado epóxico – Continuación

El espesor requerido para el equipo esta entre 9 a 11 mils, según el informe el valor promedio obtenido es 10.7 mils, siendo lo recomendado para las condiciones de trabajo en interior mina, siendo verificado por la experiencia en campo.

En caso de obtener espesores mayores al máximo es importante recordar que se pueden obtener no más del 120% del espesor máximo, es decir hasta 13 mils aprox. no afectando la calidad del producto, pues se

registraría la cantidad adicional de pintura empleada para corrección en próximos trabajos.

Terminado el secado al tacto de la pintura en el equipo después de 12 horas es importante mencionar que el tiempo de curado para la pintura es de 7 días donde alcanza sus propiedades físicas máximas, en este tiempo de curado pasa al área de montaje que tiene una programación de 2 semanas para su culminación para luego dirigirse a la mina para el trabajo del equipo.

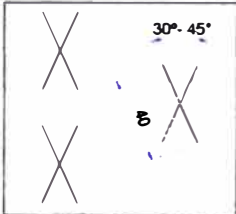
La prueba de adherencia en el equipo no es necesaria para la empresa, pues es destructiva generando una mala estética para el usuario final y se realiza a solicitud del cliente por duda en la performance o por brindarle un procedimiento distinto al requerido por este.

También se realizaría por duda en las especificaciones a realizar por parte del pintor al no respetar el tiempo de repintado, mala preparación de la pintura, detectar una mala preparación de superficie, detectar contaminantes en la superficie, aplicar la pintura en la noche.

Sin embargo, para verificar su adherencia para registro interno se realiza la prueba de reticulado utilizando el método estándar de medición de adherencia por el método de cinta de acuerdo a la norma ASTM D 3359 -02 realizado en una muestra de plancha estructural pintado bajo el mismo procedimiento siendo este registrado en un formato tal como se muestra en la figura N° 6.21.

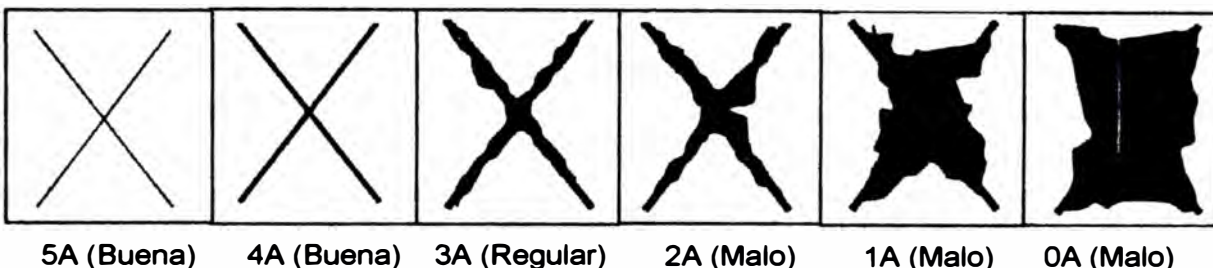
Prueba de Reticulado: **ASTM D 3359 – 02**

Método de prueba: **A (para espesores de película seca mayores a 5 mils)**

<p>Herramientas empleadas: Cuchilla, Regla graduada cada 0.5 mm, Guiador de corte, Linterna, Lápiz, borrador, Lupa, Cinta adhesiva de 25 mm de ancho.</p> <p>Nro. Piezas para prueba: Uno (X) Dos()</p> <p>Largo 1= 100 mm Largo 2= - Ancho 1= 100 mm Ancho 2= - Espesor 1= ½ pulg. Espesor 2= -</p>	<p>Usando la cuchilla con ayuda de regla realizar dos cortes que formen un aspa X de aprox. 4cm de lado, entre cortes formar áng. entre 30° y 45°.</p> <div style="text-align: center;">  </div>
--	--

Número de pruebas en la cara: **3 pruebas**

Clasific. mín. Aceptada: **4A para Resemin**



Verificar con la lupa que los cortes hayan llegado al metal, se toma 75 mm de cinta adhesiva, el centro de esta se colocará en la intersección de los cortes y se presionará la cinta siguiendo el ángulo menor con ayuda del borrador, hasta lograr un buen contacto dejando un extremo de la cinta libre para su remoción, luego de 1.5 a 2 min. se quita la cinta agarrando el extremo libre y tirando de él rápidamente formando un ángulo de 180° hacia uno mismo, se procede a inspeccionar el corte en X y la remoción de pintura con la linterna.

Pieza	Número de pruebas	Calificación de resultados de Pruebas de adherencia						Resultado
		5A	4A	3A	2A	1A	0A	
Nro: 1	Desprendimiento	0	A lo largo de la incisión	Rasgado de 1.6 mm a lo largo del corte	Rasgado de 3.2 mm a lo largo del corte	Remoción de la mayor parte	Remoción sobre el área del X	
Esp.: 10.7 mils	Prueba 1	X						Aceptado
	Prueba 2		X					Aceptado
	Prueba 3		X					Aceptado
Nro: -	-							
Esp.: -	-							

Figura N° 6.21 Formato de registro para prueba de reticulado

Por lo tanto el resultado de la siguiente prueba para la pieza N° 1 es aprobado.

6.4 Metodología propuesta para validación de la fabricación

A continuación se presenta como resultado del trabajo la tabla N° 6.2, dando una metodología para validar la fabricación considerando los siguientes criterios:

Tabla N° 6.3 Criterios para validar la fabricación

Paso	Requisitos para Validar la Fabricación	Documentación, Norma o especificación técnica	Criterio	Vº Bº
1	Certificado de calidad del material	ASTM A36, documento entregado por el proveedor	Verificar el material para aplicar procedimientos de soldadura	✓
2	Plan de calidad del trabajo a realizar	Uso de software MS Project, programando actividades del alcance, costo, tiempo y calidad	Programar actividades registrando horas hombre y horas máquinas trabajadas.	✓
3	Procedimientos de soldadura calificado	Código AWS D1.1 / D1.1M -2006	Trabajar con procedimientos pre calificados o calificados por ensayo según el código.	✓
4	Soldadores Homologados	Posición 3G vertical ascendente para procesos SMAW, GMAW Código AWS D1.1 / D1.1M -2006	Asegurar la calidad de la soldadura y su buena soldabilidad para dicho trabajo.	✓
5	Personal capacitado para inspección de soldadura	Curso capacitación de inspección de Soldadura en el IPEN	Monitorear e inspeccionar los trabajos de soldadura bajo el código AWS D1.1/D1.1M -2006	✓
6	Informe de análisis químico, granulométrico del abrasivo	Método conductimétrico ASTM D 4940/93 y propiedades físicas de agregados ASTM C-136	Preparar una superficie con mín. de contaminantes y buena rugosidad para la pintura.	✓
7	Preparación de superficie metálica y determinar el perfil de rugosidad	Fotografía de muestras para comparación de superficie y disco comparador de rugosidad ASTM D4417 Método A, siguiendo recomendaciones del fabricante de la pintura.	Cumplir con el grado de superficie y perfil de rugosidad para la buena adherencia de la pintura epóxica.	✓
8	Procedimiento de pintado epóxico	Especificación técnica del producto y recomendación del fabricante, instrucción de pintado	Seguir una secuencia de pasos para entendimiento del pintor y verificación de lo aplicado.	✓
9	Registro de medición de espesor de película seca de pintura	Reporte por parte del proveedor usando normas de referencia SSPC-PA2-2004, ASTM G12-83	Verificar la correcta aplicación de la pintura según el procedimiento realizado.	✓
10	Registro de prueba de adherencia de pintura	ASTM D 3359-02 método A	Asegurar el grado de adherencia de la pintura.	✓

11	Programa de mantenimiento para equipos de taller	Registros de hoja de especificación técnica y reportes de mantenimientos realizados.	Para realizar los trabajos correctamente sin afectar la calidad del producto.	✓
12	Programa de calibración para instrumentos	Certificados de calibración de instituciones o empresas calificadas	Para realizar las inspecciones dando valores correctos	✓

Todos estos criterios han sido cumplidos, por tanto, se válida la fabricación del bastidor.

6.5 Retroalimentación para el diseño y la fabricación

Es importante considerar al bastidor su funcionalidad como parte del equipo y que al trabajar con los demás componentes debe cumplir los parámetros de trabajo exigidos en interior mina es por ello que el equipo RAPTOR DH se realiza las siguientes pruebas para tomar datos que permitirán dar conformidad al cliente para su entrega y a su vez tomar datos para mejora continua en el diseño y su fabricación, entre las pruebas y registros realizados se cita a los siguientes:

- Protocolo de funcionamiento, donde se verifica el movimiento de todo el mecanismo del equipo, verificación dimensional, funcionamiento del sistema electro hidráulico, sistema eléctrico y sistema del motor Diesel siendo esta prueba en vacío realizado en el taller de la empresa.
- Protocolo de trabajo en mina, donde se registra las presiones de trabajo de perforación de roca, velocidad de penetración, número de horas de percusión y metros perforados durante el periodo de capacitación al cliente. Así mismo el reporte de cómo se comporta el equipo en el nivel de la labor.
- Reporte de metros perforados mensuales cuyo rango pre establecido debe estar entre 4000 a 6000 MP/mes o lo especificado por el cliente.

- La disponibilidad mecánica, donde se registrará las fallas y paradas del equipo identificando si estas son por fallas estructurales en el bastidor, componentes del carrier o fallas de componentes de repuestos, siendo estos atendidos por un programa de mantenimiento implementado en mina. El rango pre establecido es del 80 al 85% o lo especificado por el cliente.

A continuación se presenta la tabla N° 6.3, donde se menciona las consideraciones a tener para retroalimentar el diseño y la fabricación con los siguientes criterios:

Tabla N° 6.4 Consideraciones para retroalimentar el diseño y la fabricación

Paso	Consideraciones para retroalimentar el diseño y la fabricación	Especificación técnica	Criterio para el bastidor	Vº Bº
1	Protocolo de funcionamiento del equipo en el sistema hidráulico, eléctrico y motor Diesel.	Según manual de funcionamiento de equipos instalados.	Registrar el funcionamiento con los componentes instalados y dimensional	✓
2	Protocolo de trabajo en mina.	Según manual de perforadora hidráulica utilizada.	Registrar su estabilidad durante la perforación y radio de giro cuando se traslada.	✓
3	Reporte de metros perforados por mes (MP/mes).	Parámetro de trabajo especificado en mina.	Registrar la fácil operación de perforación debido al diseño simple y ergonómico.	✓
4	Reporte de disponibilidad mecánica por mes (%DM).	Parámetro de trabajo especificado en mina.	Registrar de la parada del equipo las causas por falla en la estructura del bastidor, carrier o repuestos.	✓

Todos estos criterios han sido registrados siendo de conformidad por del cliente y por la empresa cumpliendo los parámetros de trabajo exigidos en mina, desde que el primer equipo salió para operación en Mayo del 2007 hasta la fecha no se ha registrado falla en la estructura del bastidor, por tanto, se acepta correcto estas consideraciones para retroalimentar el diseño y la fabricación para el bastidor.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1. Se logró la validación del diseño y de la fabricación del bastidor siguiendo metodologías y requisitos de normas, código y especificaciones técnicas desarrollados en el informe permitiendo establecer una metodología de trabajo donde se menciona una secuencia de requisitos a cumplir indicado en la tabla N° 6.2 para el diseño y tabla N° 6.3 para la fabricación, así mismo los criterios para la retroalimentación indicado en la tabla N° 6.4.
2. Al analizar la estructura del bastidor con el método de elementos finitos con el software CATIA dio un factor de seguridad de 11 estando dentro del rango recomendado del “Manual de Excavación y Sostenimiento de Túneles de Roca” – CONCYTEC y del resultado del criterio de Von Mises el valor del máximo esfuerzo obtenido es 25.4 MPa cuando el de fluencia es 280 MPa.
3. La aplicación de la metodología del código “AWS D1.1/D1.1M-2006” para la calificación de procedimientos y del soldador permitió realizar correctamente los cordones de soldadura en el bastidor siendo inspeccionado la calidad de la soldadura bajo este mismo código por personal de ingeniería capacitado e inspector CWI por parte de la empresa fabricante del producto de soldadura, obteniendo las certificaciones correspondientes y registros correctos de las inspecciones de las soldaduras realizadas.

4. Aplicando el método conductimétrico ASTM D 4940 / 93 para el análisis químico del abrasivo se obtuvo contaminantes solubles de 334 $\mu\text{S}/\text{cm}$ que según la norma SSPC-AB1 estos deben ser menor de 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ garantizando de no dañarse la pintura epóxica con las sales.
5. El resultado del análisis granulométrico del abrasivo según la ASTM C-136 permitió determinar la altura aproximada de 2.5 mils del perfil para acero limpiado definido en la SSPC-AB 1 Tipo I, siendo lo recomendado por el fabricante para aplicar su pintura de 1.5 a 2.5 mils para la buena adherencia.
6. La preparación de superficie utilizando fotografías para comparación para llegar al metal blanco y determinar el perfil resultante por medio de un disco comparador de acuerdo a la norma ASTM D4417 Método A, permitió identificar el tiempo de dos horas que se puede esperar para pintar con la rugosidad recomendada ya que el metal es atacado por el medio ambiente y pasa a ser grado cercano a blanco SSPC-SP-10 NACE-2.
7. La aplicación del procedimiento de pintura recomendado por el fabricante y la inspección el espesor de película húmeda utilizando el instrumento Elcometer, permitió obtener espesores de película seca de 10.7 mils siendo medido por un Ing. de CPPQ basado en la norma SSPC-PA2 con un equipo calibrado Positest Magnetic estando dentro de lo requerido de 9 a 11 mils.
8. El resultado de la prueba de adherencia de acuerdo a la norma ASTM D 3359-02 a una muestra de plancha pintada bajo el mismo procedimiento dio la calificación de 4A y 5A siendo lo mínimo aceptado de 4A para RESEMIN.

Recomendaciones

1. Para mejorar el diseño es importante dar atención a los registros de trabajo en interior mina, pues conocer las condiciones de trabajos y el terreno permite diseñar equipos ergonómicos para el operador peruano.
2. En el soporte de techo y el techo se debe dar atención en mejorar la seguridad ya que es el refugio ante un posible derrumbe durante los trabajos de perforación, se debería reglamentar las condiciones mínimas de seguridad que deben cumplir los equipos para trabajo en la minería peruana.
3. Para la calificación del soldador y capacitación del pintor es importante la participación del personal especializado de la empresa fabricante del producto ya que concientiza la importancia de la aplicación de la normas, esto motiva al soldador y al pintor para mejorar su técnica.
4. Para el pintado de componentes es importante preparar la superficie de aquellos que serán pintados durante el día evitando almacenar material preparados superficialmente debido a que genera reproceso en el trabajo perdiendo horas hombre, material abrasivo y energía eléctrica.
5. Para la inspección de trabajos es importante la capacitación continua del personal de ingeniería y de técnicos para evitar que se pueda generar reproceso por una inadecuada indicación o mala operación, se debe fomentar una cultura de calidad en el trabajo y en lo personal.

6. Es importante implementar la vigilancia tecnológica que ayudará a mejorar los procesos tomando referencia de otras tecnologías que permitan trabajar con software mejorados, equipos optimizados, generar tecnología propia con ayuda de mapas conceptuales que se tiene de la experiencia de cada personal en la elaboración del equipo para mejora del producto.

7. Para equipos de perforación en minería subterránea se puede aplicar los requisitos para validación en aquellos de perforación de taladros largos y como referencia a otros equipos con la opción de usar otros códigos, especificaciones técnicas y material, debido a que este equipo soporta cargas de flexión y usa cilindros hidráulicos para anclaje durante el trabajo ayudando a disminuir las vibraciones producida por la perforación.

8. El beneficio que tendría el lector al aplicar esta metodología propuesta para validar el diseño y validar la fabricación sería la optimización del tiempo de trabajo para la producción, siguiendo pasos ordenados para los trabajos con el personal debidamente calificado dando como resultado un producto de calidad y seguridad. También puede servir como referencia para establecer reglamentos de ley para el diseño y la fabricación de equipos de perforación subterránea para la minería en el Perú.

9. Los registros obtenidos del diseño y la fabricación no son requeridos por cliente, pues sólo se interesan las características de perforación y sus resultados, por ello es importante que estos procesos sean auditados por empresas certificadoras internacionales para dar seguridad al cliente que se realizan de acuerdo a normas internacionales y especificaciones técnicas.

BIBLIOGRAFIA

1. EXCAVACION Y SOSTENIMIENTO DE TUNELES DE ROCA, Nerio H. Robles Espinoza, CONCYTEC, Primera Edición Octubre 1994
2. MANUAL DE PERFORACION Y VOLADURA DE ROCAS, Instituto Tecnológico Geominero de España, Carlos López Jimeno, Segunda Edición – 2000
3. ASME Y14.5M-1994 - DIMENSIONING AND TOLERANCING
4. ASME Y14.35M-1997 – REVISION OF ENGINEERING DRAWINGS AND ASSOCIATED DOCUMENTS
5. AWS D1.1 / D1.1 M-2006 – STRUCTURAL WELDING CODE – STEEL, American Welding Society, Décima Novena Edición.
6. AWS A3.0-01 - STANDARD WELDING TERMS AND DEFINITIONS, American Welding Society, 1de Enero de 2001
7. TRADUCCIÓN DE UNA NORMA NACIONAL AMERICANA – ANSI/AWS A2.4-93 – SIMBOLOS NORMALIZADOS PARA SOLDEO, SOLDEO FUERTE Y EXAMEN NO DESTRUCTIVO, American Welding Society, Edición 19 de Junio de 1991
8. MANUAL DE SOLDADURA DE EXSA, Exsa S.A., Edición 2004
9. QUALIFICATION STANDARD OF WELDING AND BRAZING PROCEDURES, WELDERS, BRAZERS, AND WELDING AND BRAZING OPERATORS - SECTION IX - ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Edición del 1 de Julio de 2004
10. VISUAL INSPECTION WORKSHOP – REFERENCE MANUAL, American Welding Society, Segunda Edición – 1997
11. ASTM 165-E - Método de prueba usual para examinar líquidos Penetrantes
12. FUNDAMENTOS DE RECUBRIMIENTOS PROTECTORES PARA ESTRUCTURAS INDUSTRIALES, Sociedad de Recubrimientos Protectores, Richard Drisko – Frank Palmer, Versión13A1, Marzo del 2005
13. Páginas de Internet:
 - a. www.atlascopco.com
 - b. www.sandvik.com.

ANEXOS

ANEXO 1

Características del equipo RAPTOR DH, ver el Capítulo 1, 1.1 Generalidades.

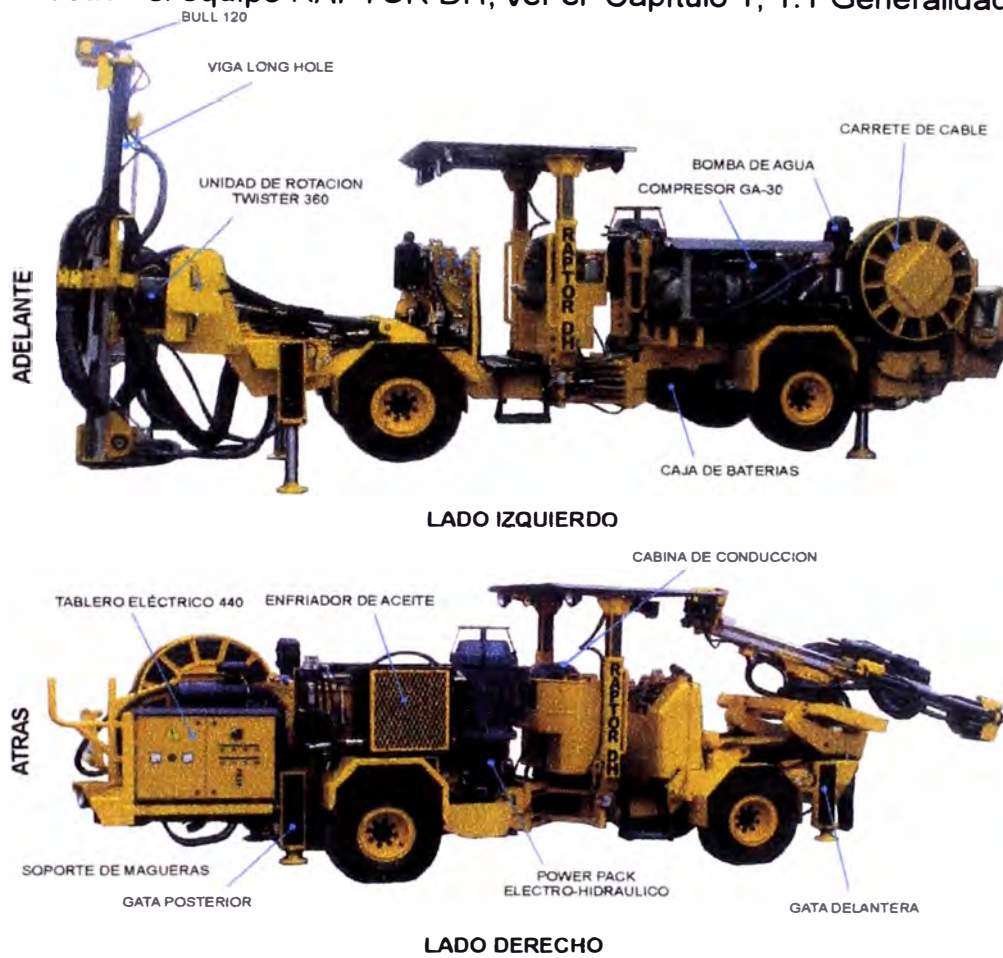


Figura N° 1.1 Características del Raptor DH para perforación de taladros largos



Figura N° 1.2 Equipo Raptor DH en trabajo de perforación subterránea

ANEXO 2

Explicación de método rotopercutivo, perforación mecanizada y perforación de producción, ver el Capítulo 2, 2.2 Métodos de perforación de rocas.

Método rotopercutivo

Son muy utilizados en labores subterráneas y trabajos menores en minería a cielo abierto (precorte), tanto si el martillo se sitúa en la cabeza como en el fondo de la perforación. En este método tiene lugar la acción combinada de percusión, rotación, barrido y empuje.

Las principales ventajas de este método de perforación, en comparación al método rotativo, son:

- Es aplicable a todos los tipos de roca, desde blandas hasta duras.
- Amplia gama de diámetros de perforación (desde 1" hasta 8").
- Para perforación mecanizada, los equipos tienen gran movilidad (puede ser montada la perforadora en camiones sobre ruedas).
- Requiere de una persona para operar la perforadora.

Perforación mecanizada

En una perforación mecanizada, los equipos van montados sobre estructuras llamadas orugas, desde donde el operador controla en forma cómoda todos los parámetros de perforación.

Perforación de producción

Con este nombre se conoce el conjunto de los trabajos de extracción del mineral que se realiza en las explotaciones mineras. Una perforación de producción corresponde a la que se ejecuta para cumplir los programas de producción que están previamente establecidos. Para realizar esta perforación se realiza el minado por subniveles siendo esta la característica principal de trabajo para los equipos de perforación de taladros largos para la minería subterránea.

ANEXO 3

Explicación de método de taladros paralelos (LHB), taladros en abanico, ventajas y desventajas de minado por subniveles, ver el Capítulo 2, 2.3 Minado por subniveles.

Método de taladros paralelos (LBH)

El método se desarrolla principalmente en las operaciones de arranque y las preparaciones de las cámaras de perforación, pues en general sólo se trabaja en dos subniveles, uno de perforación y otros de extracción. Las cámaras se dividen en tres sectores:

- Corte inferior, zona de recepción del mineral y de crear la cara libre en el fondo de los taladros.
- Sector de taladros largos, donde se perforan los taladros de producción.
- Corte lateral, cara libre (slot) vertical, para la voladura, tanto del corte inferior como de la zona de taladros largos.

Método de taladros en abanico

La perforación en forma de abanico, se realiza desde las galerías de preparación o de los subniveles con taladros radiales comprendidos entre 0 y 360 grados cuyas longitudes se adaptan al contorno de la mineralización las cuales han sido delimitados previamente con sondajes diamantinos.

La ventaja de este método es el bajo costo de preparación y la seguridad que ofrece debido a que las secciones son menores con respecto al LBH.

Ventajas y desventajas de minado por subniveles

Ventajas:

- Alta productividad y rendimiento por metro perforado.
- Gran altura de banqueo (hasta 70 m).
- Uso de explosivo a granel.
- Posibilidad de evacuar el 80 % de mineral roto sin control remoto.
- Bajos costos de perforación y voladura.
- Buen control de leyes y baja dilución del mineral.

ANEXO 3

Continuación – Explicación de ventajas y desventajas de minado por subniveles, ver el Capítulo 2, 2.3 Minado por subniveles.

Desventajas:

- **Desplazamiento del material disparado, por su caída de gran altura.**
- **Presencia de mineral no fragmentado en un 15 %.**
- **No se puede realizar una explotación selectiva.**
- **No es flexible, el cambio a otro método.**
- **Alto nivel de vibración en la voladura.**

ANEXO 4

Ver Capitulo 2, 2.2.9 Posiciones de soldadura y calificación.

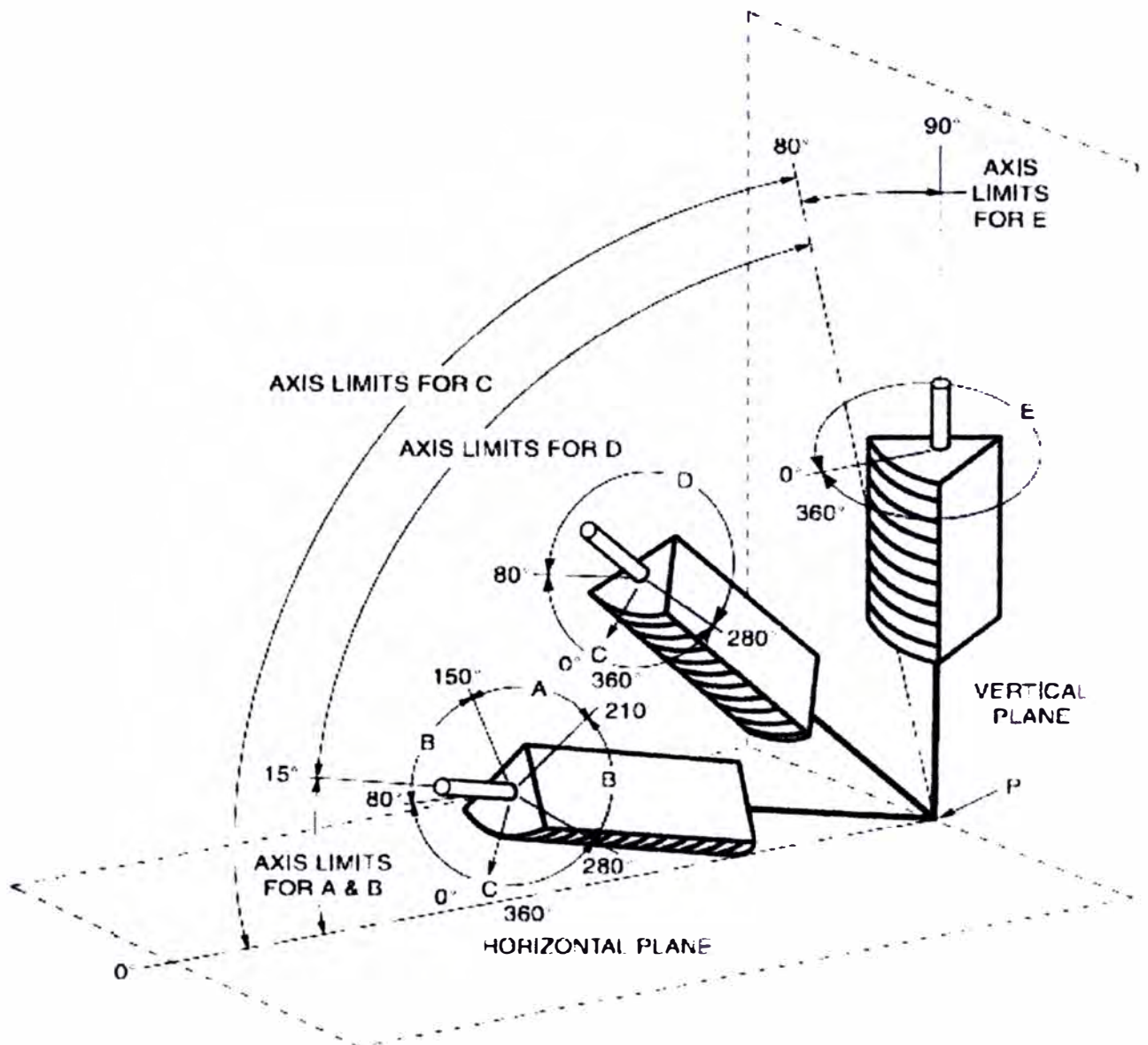


Figura N° 2.11 Esquema de los Ángulos en una Soldadura en Chaflán (Ver bibliografía N° 5)

ANEXO 5

Modelos de equipos mecanizados para la perforación de producción de la empresa SANDVIK y ATLAS COPCO, ver Capítulo 3, 3.4 Equipos mecanizados para la perforación de producción.

Production drill rigs

Sandvik production drill rigs are renowned for accurate hole placement and very high penetration rates. With powerful hydraulic rock drills and fully mechanized rod handling, they can be equipped with laser guidance and various levels of automation depending on the needs of the customer. Robust and extremely reliable, they achieve very high productivity at low total cost.



Models	Former name (Tamrock)	Min. drift size m*	Max. drift size m*	Hole length m	Hole size mm **	Width mm	Height mm	Rock drill
DL210	Quasar 1L	2.4x2.6	5.6x3.8	20	51-64	1290	2750	HL510
DL310	Solo 5-5C Solo 5-7C	3.1x3.1	5.3x4.2	38	51-102	1900	2675	HL510S HL710S
DL320	Solo 5-5F Solo 5-7F	3.1x3.3	5.3x4.2	38	51-102	1900	2920- 3450	HL510S HL710S
DL330	Solo 5-5V	2.9x2.9	7.0x4.6	23	51-76	1900	2100- 2920	HLX5
DL410	Solo 7-7C Solo 7-10C Solo 7-15 C	3.5x3.5	5.4x4.7	54	64-127	2240	2700	HL710S HL1010S HL1500S
DL420	Solo 7-7F Solo 7-10F Solo 7-15F	3.5x3.8	5.4x4.7	54	64-127	2240	3100- 3700	HL710S HL1010S HL1500S
DL430	Solo 7-7V	3.2x3.2	5.3x5.3	40	64-102	2240	2750 - 2860	HL710S

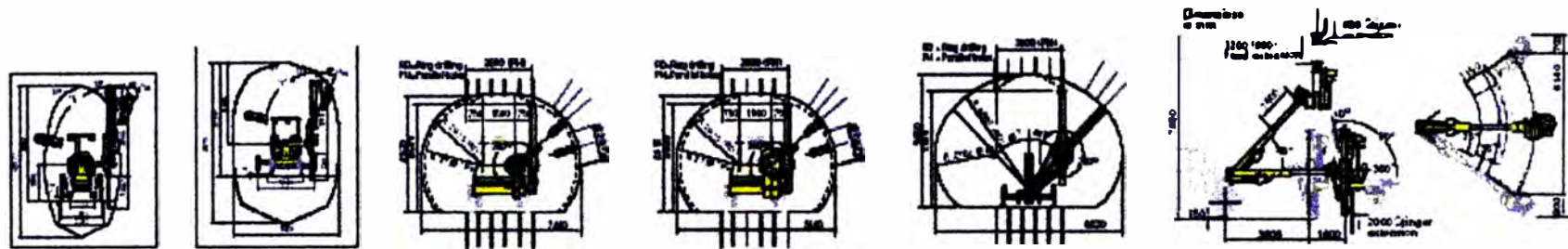
Figura N° 3.4 Equipos mecanizados para perforación de producción

Atlas Copco Simba

A range of hydraulic production drill rigs for underground mining applications



Coverage



Rock drill	1 x COP 1828ME	1 x COP 1828ME	1 x COP 1828ME	1 x COP 1828ME	1 x COP 4060AUX	1 x COP 1828ME
Feed type	EMHF 12/15/18	BMHP 12/15/18	BMH 254/255/256	BMH 214/215/216	BMH 244/245/246	BMH 214/215/216
Feed length	3205/3529/3750 mm	2205/2529/2750 mm	3101/3405/3711 mm	2160/2465/2770 mm	2160/2465/2770 mm	3160/3465/3770 mm
Boom system	1 x BUT 4	1 x BUT 32PD	Rotary actuator, side table and pendulum arm	Rotary actuator, side table and pendulum arm	Rotary actuator and pendulum arm, 4-frame	BUT 35BB boom Rotary actuator
Drilling control	DCS 18	DCS 18	EDC 18	RCS/RCS	RCS	RCS
Carrier	DC 4	DC 11B	DC 11	DC M2	DC M2	DC M2
Engine	Deutz F4L 912V 42 kW at 2300 rpm	Deutz F4L 912V 52 kW at 2300 rpm	Deutz F5L 912V 55 kW at 2500 rpm	Deutz BF4M 1013C 115 kW at 2300 rpm	Deutz BF4M 1013C 115 kW at 2300 rpm	Deutz BF4M 1013C 115 kW at 2300 rpm
Dimensions						
Width	1200 mm	2000 mm	1925 mm	2250 mm	2210 mm	2250 mm
Height (trimming)	1990 mm	2100 mm	2810 mm	2875 mm	2200 mm	2875 mm
Length (trimming)	3400 mm	5400 mm	6625 mm	10500 mm	10520 mm	5420 mm
Turning radius	4400/2485 mm	4800/2700 mm	5100/2500 mm	6000/2800 mm	6000/2800 mm	5250/3800 mm
Weight	9900 kg	8200 kg	11200 kg	17800 kg	22000 kg	17900 kg
Benefits	Min space required Specially developed for narrow vein mining Ring drilling, parallel holes up to 3.7 m	More coverage Stronger boom Ring drilling, parallel holes up to 5.7 m	More coverage More capacity Cart-mounted operator controls RHS option Ring drilling, parallel holes up to 3.6 m	More coverage More power on-board Cart-mounted operator controls RHS option Ring drilling, parallel holes up to 3.6 m	More coverage High capacity Operator controls on-board cabin RHS option Ring drilling, parallel holes up to 3.0 m	More coverage Higher capacity Operator controls on-board cabin RHS option Ring drilling, parallel holes up to 6.1 m

Figura N° 3.4 Equipos mecanizados para perforación de producción - Continuación

ANEXO 6

Registros de trabajo para la perforación de la Compañía Minera Atacocha y Empresa Minera los Quenuales - Iscaycruz, ver Capítulo 3, 3.5 Consideraciones de seguridad para equipos de perforación.

Perforación con Jumbo Rocker Boomer H-281, Perforadora COP1838

Tabla N° 3.2 Perforación de desarrollo - Rocket Boomer, Cía. Minera Atacocha

	Velocidad Perforación (min./tal)	Longitud (m.)	Velocidad Rimado (min./tal)	Longitud (m.)	Traslado de pluma (seg.)
Roca Media	2.16	3.8	6.00	3.80	45
Roca Dura	3.50	3.8	8.00	3.80	45

Parámetros de perforación de taladros largos Raptor, Perforadora COP1238

Tabla N° 3.3 Perforación taladros largos – Raptor, Cía. Minera Atacocha

Equipo marca	: Raptor
Nombre	: Jumbo electro hidráulico Long Hole
Modelo	: JMC 9
Perforadora	: COP 1238 (martillo)
Nro. De personas	: 2
Velocidad de Penetración	: 0.8 m/min
Rendimiento por gdia	: 80 m/gdia
Rendimiento por día	: 160 m/día
Guardias por mes	: 28
Metros perforados por mes	: 4480 m
Toneladas por metro perforado	: 4.5
Producción por mes	: 20 000 TM
Disponibilidad Mecánica	: 88 %
Columna de Perforación	: T38
Barras para extensión	: 4 pies
Diámetro de Perforación	: 64 mm
Longitud de taladro	: 10m -16m
Burden	: 1.5 m
Espaciamiento	: 1.5 m
Costo de perforación	: 4.5 \$/m (equipo + aceros)

ANEXO 6

Registros de trabajo para la perforación de la Compañía Minera Atacocha y Empresa Minera los Quenuales - Iscaycruz, ver Capítulo 3, 3.5 Consideraciones de seguridad para equipos de perforación. – Continuación.

Parámetros de voladura para taladros largos

Tabla N° 3.4 Voladura taladros largos – Cía. Minera Atacocha

P.E. (mineral)	:3.4 Ton/m3
Área de Minado	:89 m2
Altura de Banco	:15m
Metros cúbicos	:1339 m3
Toneladas	:4551.75 TM
Densidad del explosivo (examon-p)	:850 Kg./m3
Kg. de explosivo	:1274 Kg.
Nro. Total de taladros	:65
Nro. Total de taladros a cargar	:48
Nro. De taladros de rotura	:30
Nro. De taladros de contorno	:16
Nro. De taladros de precorte (s/c)	:17
Densidad de Carga - Carga Lineal	:2.37 Kg./m
Factor de Carga	:0.85 Kg./m3
Factor de Potencia	:0.23 Kg./Ton
Rendimiento de Voladura	:4.5 TM/m
Voladura Secundaria	:5 %
Costo de voladura	:0.23 \$/TM

Parámetros de perforación, Empresa Minera los Quenuales – Unidad Iscaycruz

Tabla N° 3.5 Parámetros de perforación, Emp. Minera los Quenuales

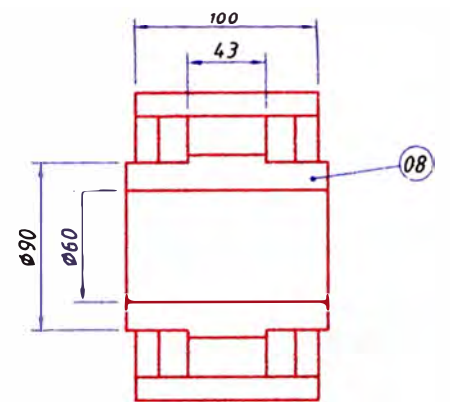
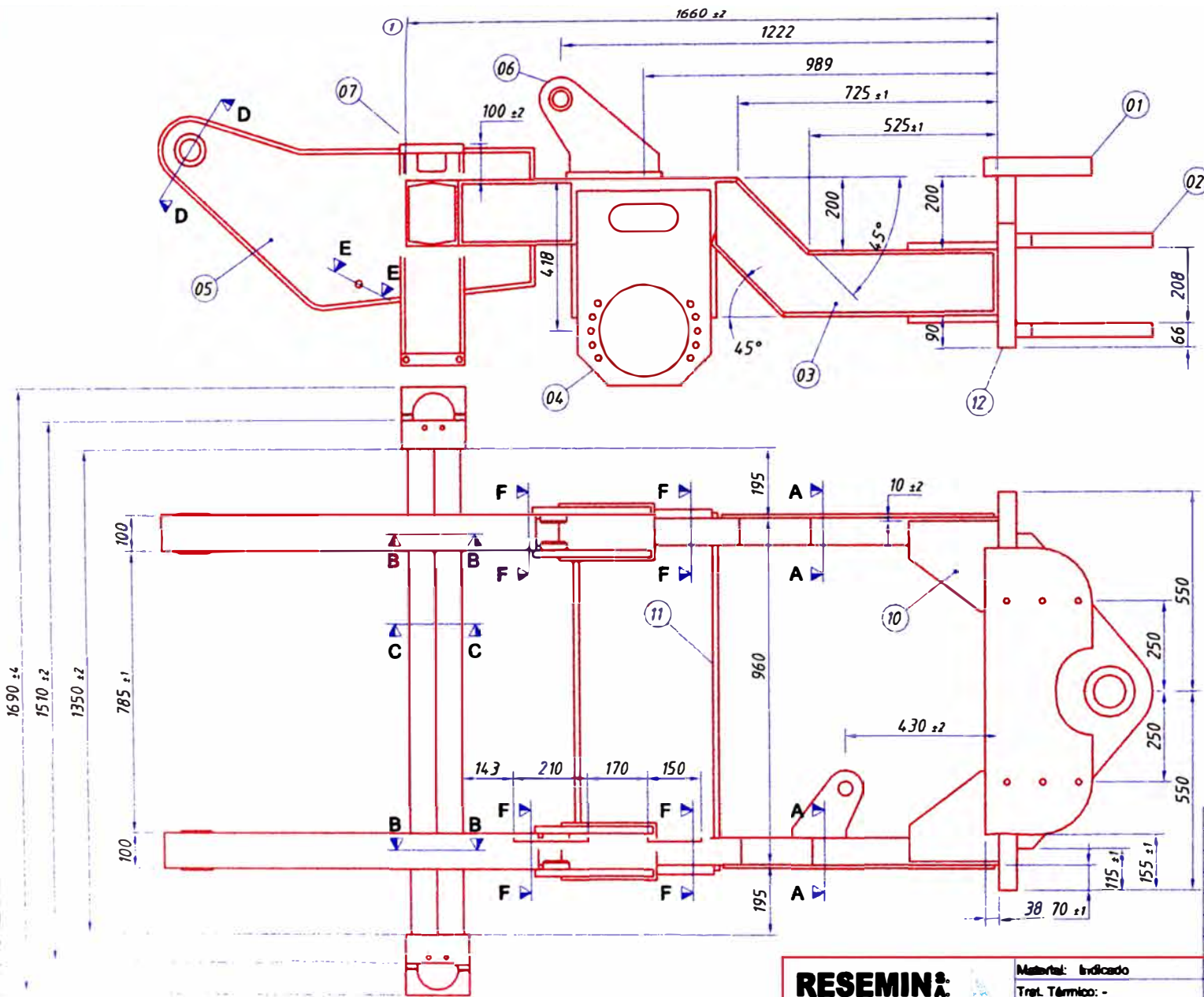
	Jumbo Boomer H-281	Rocker con SIMBA – H 357
Presión aire	6 Bar.	6 Bar.
Presión de agua	10 – 12 Bar.	10 - 12 Bar.
Presión de percusión alta	180 Bar.	180 Bar.
Presión de percusión baja	130 Bar.	130 Bar.
Presión rotación	40 – 70 Bar.	40 – 90 Bar.
Presión avance alta	80 – 90 Bar.	80 – 90 Bar.
Presión avance baja	40 Bar.	40 Bar.
Velocidad de penetración	32 m/hr.	27 m/hr.
Longitud de barra	3.0 mts.	1.20 mts.
Diámetro de broca	45 mm.	64 mm.
Martillo (Cop)	1238	1238
Metros perforados por mes	3 375 mts.	4 500 mts.
Producción horizontal/mes	27 155 Tn.	-
Producción vertical/mes	-	44 230 Tn

ANEXO 7

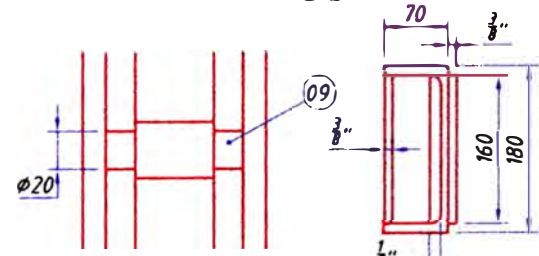
Adjunto de planos del bastidor, ver Capítulo 4, 4.10 Planos del bastidor.

Tabla N° 4.6 Planos del bastidor

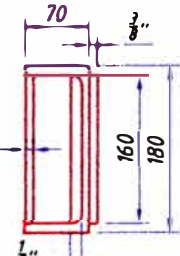
Plano N°	Nro. de Parte	Especificación	Rev.	Descripción
DH1 100 110	RE 0355 110	Bastidor Delantero	02	Dimensión de Armado
DH1 100 110	RE 0355 110	Bastidor Delantero	02	Especific. de Soldadura
DH1 100 110	RE 0355 110	Bastidor Delantero	02	Control Dimensional
DH1 100 120	RE 0355 120	Bastidor Posterior	01	Dimensión de Armado
DH1 100 120	RE 0355 120	Bastidor Posterior	01	Especific. de Soldadura
DH1 100 120	RE 0355 120	Bastidor Posterior	01	Control Dimensional
DH1 100 130	RE 0355 130	Bastidor Trasero	00	Dimensión de Armado
DH1 100 130	RE 0355 130	Bastidor Trasero	00	Especific. de Soldadura
DH1 100 130	RE 0355 130	Bastidor Trasero	00	Control Dimensional



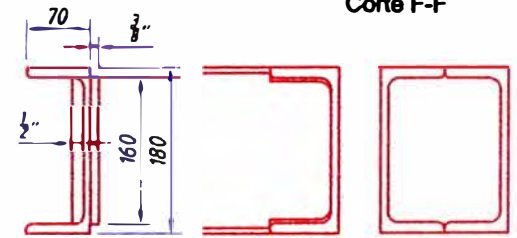
Corte D-D



Corte E-E



Corte F-F



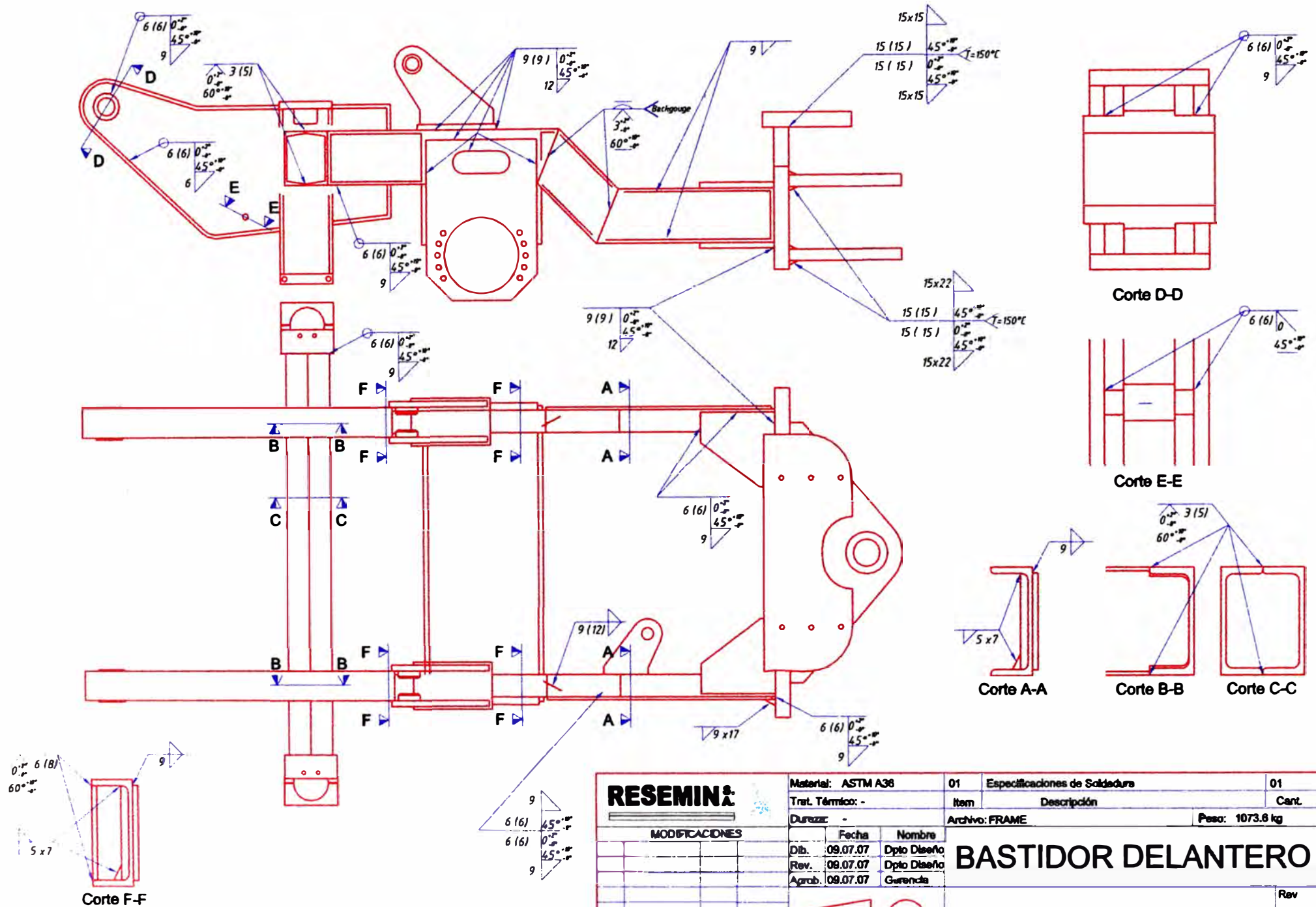
Corte A-A

Corte B-B

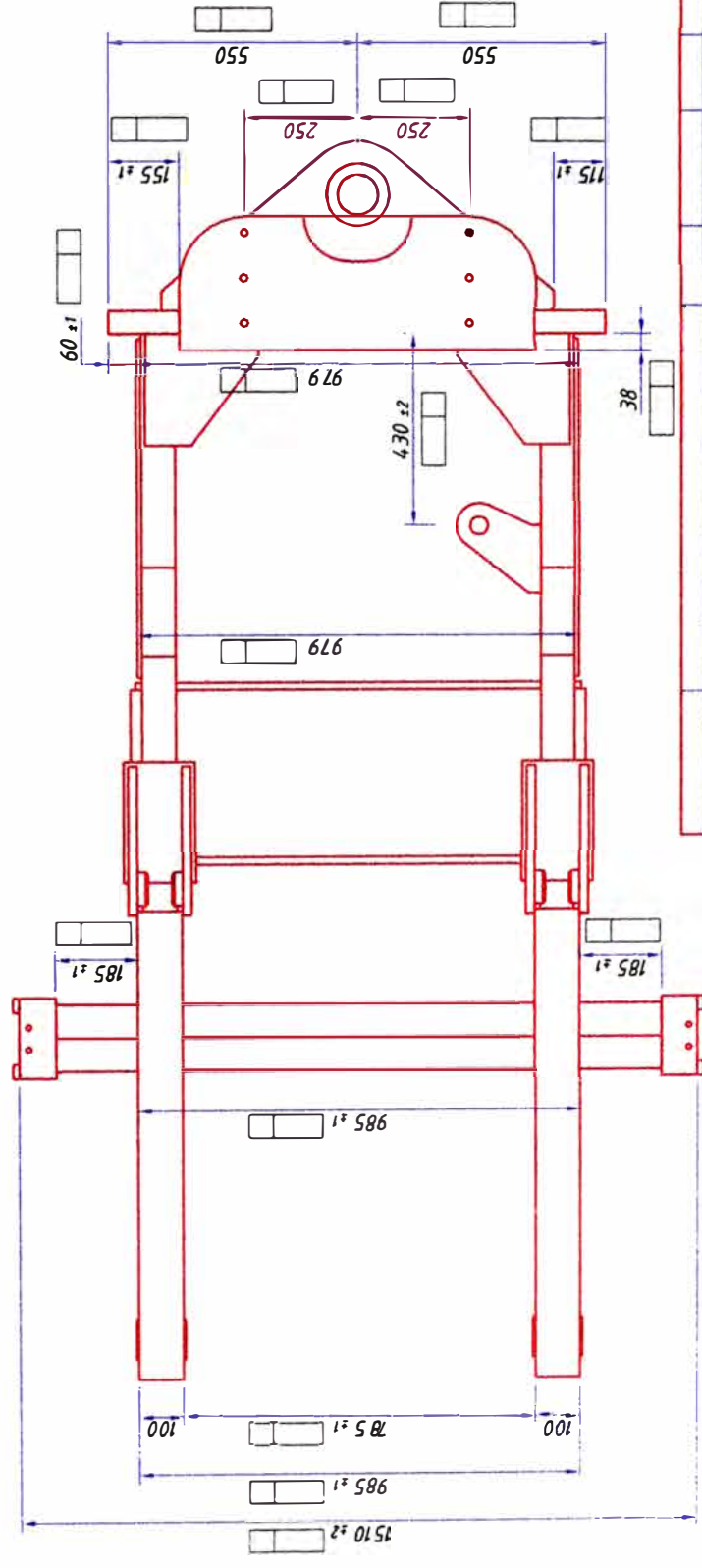
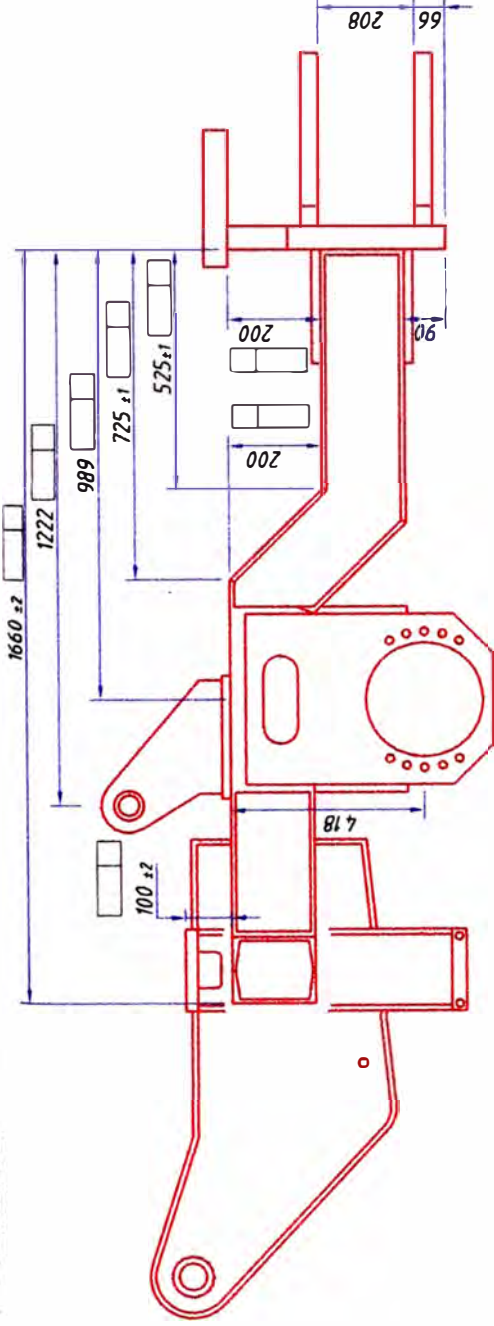
Corte C-C

12	RE 0355 111	ASTM A36	01
11	RE 0355 1111	ASTM A36	02
10	RE 0355 117	ASTM A36	04
09	RE 0355 115	AISI 1045	02
08	RE 0355 114	AISI 1045	02
07	RE 0355 230	ASTM A36	02
Item	Nro de Parte	ASTM A36	Cant

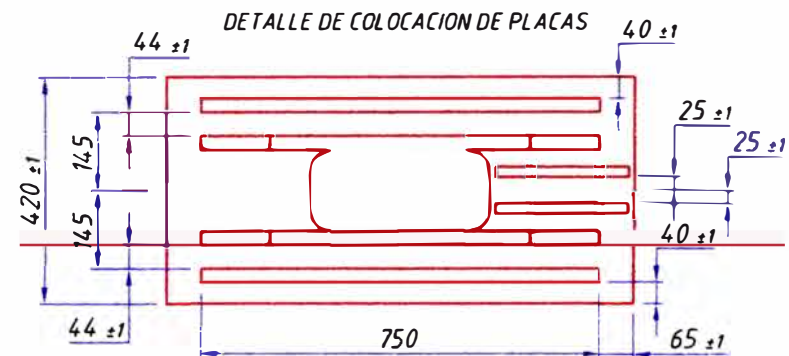
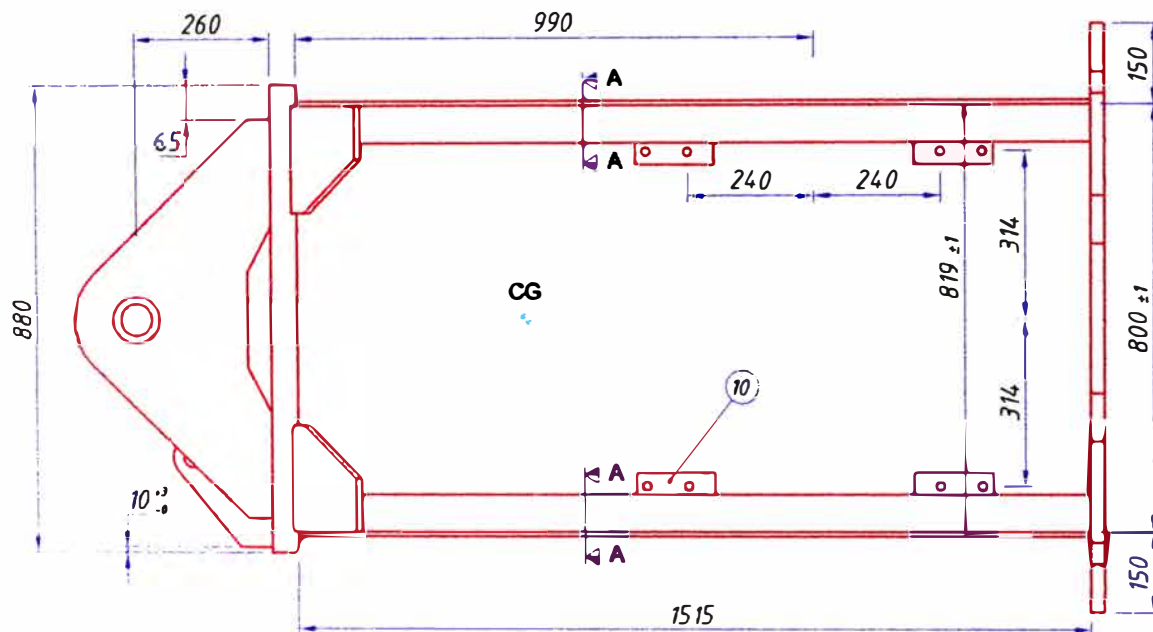
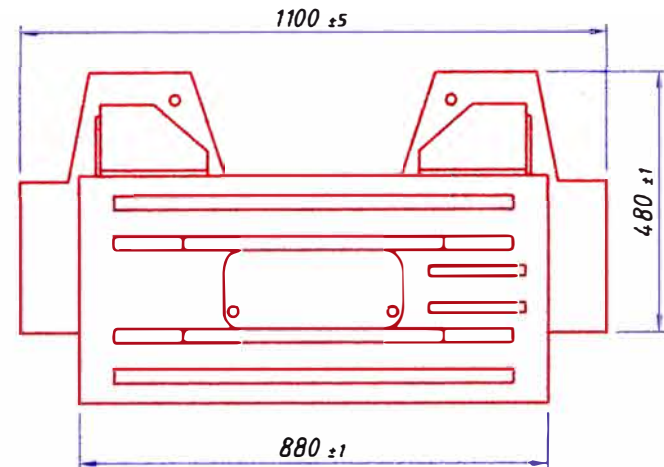
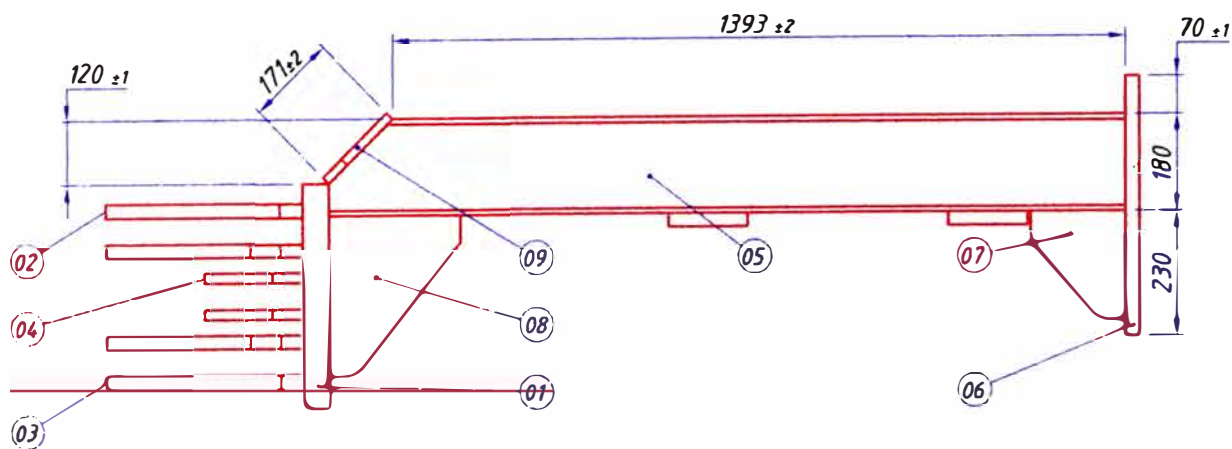
RESEMINA		Material: Indicado	01	Dimensionado de Armado	01
		Trat. Térmico: -	Item	Descripción	Cant.
		Dureza: -	Archivo: FRAME		Peso: 1073.8 kg
MODIFICACIONES		Fecha	Nombre		
		09.07.07	Dpto Diseño		
		09.07.07	Dpto Diseño		
			Gerencia		
01	1870 mm Estructural	01.06.07	Dpto. Diseño		
00	Cambio estructural	21.05.07	Gerencia		
Rev.	Modificación	Fecha	Nombre	Eq. Ref.: RAPTOR DH	
				Hoja: A4 / 13	Escala: 1:17.5
				Plano N°: DH1 100 110	
BASTIDOR DELANTERO					Rev
RE 0355 110					02



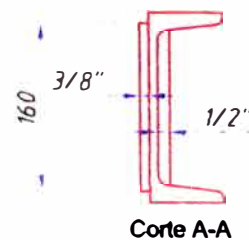
RESEMINA		Material: ASTM A38	01	01	01
		Trat. Térmico: -	Item	Descripción	Cant.
		Dureza: -	Archivo: FRAME		Peso: 1073.8 kg
MODIFICACIONES		Fecha	Nombre		
		09.07.07	Dpto Diseño		
		06.07.07	Dpto Diseño		
		09.07.07	Gerencia		
				BASTIDOR DELANTERO	
				Rev	
01	1810 mm	01.06.07	Dpto Diseño	RE 0355 110	
00	Cambio estructural	21.05.07	Gerencia	02	
Rev.	Modificación	Fecha	Nombre	Eq. Ref.: RAPTOR DH	Hoja: A4 2/3
				Escala: 1:17.5	Plano N°: DH1 100 110



Pieza aceptada / Rechazada:	
Instrumentos:	
Inspector:	
Eq. Ref.: RAPTOR DH	
Control Dimensional	
Rev. de plano N°: 02	
Hoja: A4 3/3	
N° Parte: RE 0355 110	
Fecha:	
Firma:	
Aprobado por:	
Req. Mod.:	
Sustentación:	
Din. no Conforme:	



Item	Nro de Parte	Material	Cant.
10	RE 0355 129	ASTM A36	04
09	RE 0355 128	ASTM A36	02
08	RE 0355 127	ASTM A36	02
07	RE 0355 126	ASTM A36	02
06	RE 0355 125	ASTM A36	01
05	UPN 180 x 70	ASTM A36	01
04	RE 0355 124	ASTM A36	02
03	RE 0355 123	ASTM A36	02
02	RE 0355 122	ASTM A36	02
01	RE 0355 121	ASTM A36	01



RESEMINA

Materia: ASTM A36
 Trat. Térmico: -
 Dureza: -

MODIFICACIONES

Rev.	Modificación	Fecha	Nombre
00	Cambio estructural	21/05/07	Gerencia

Eq. Ref.: RAPTOR DH

Materia: ASTM A36
 Trat. Térmico: -
 Dureza: -

Dib. 07.08.07 Dpto Diseño
 Rev. 07.08.07 Dpto Diseño
 Aprob. 07.08.07 Gerencia

01 Dimensionado de Armado 01

Item Descripción Cant.

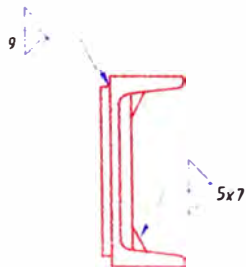
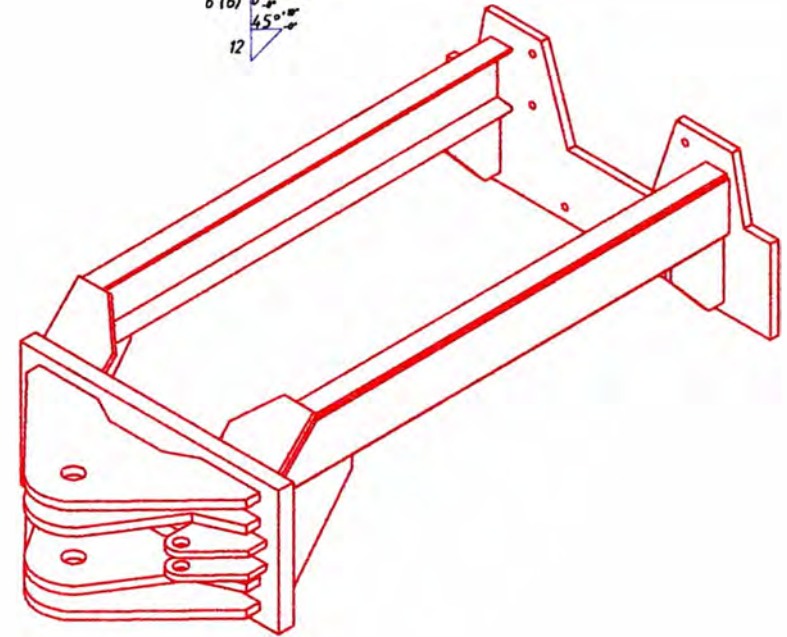
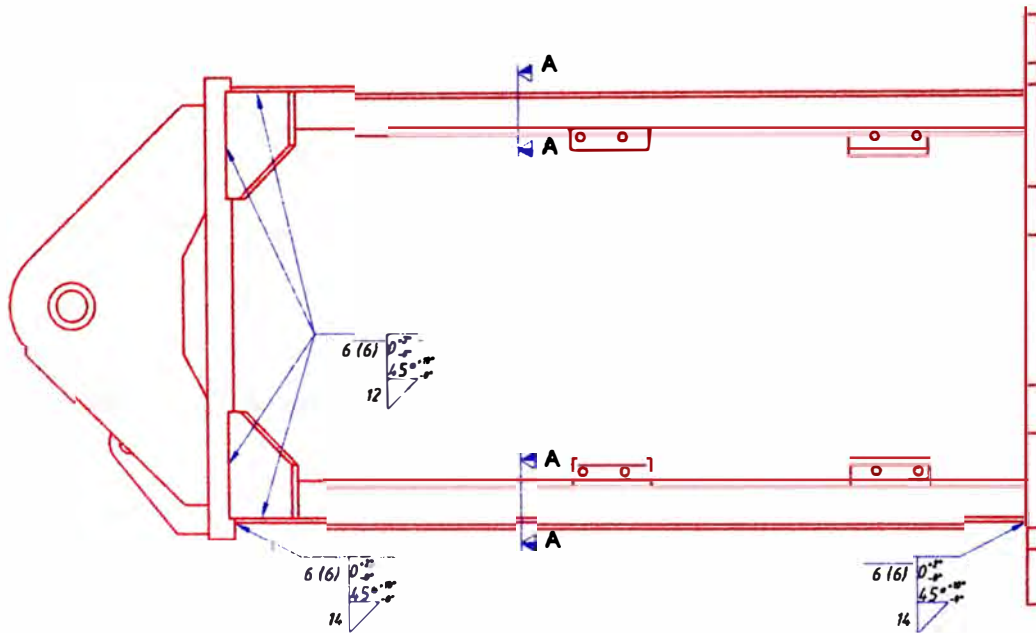
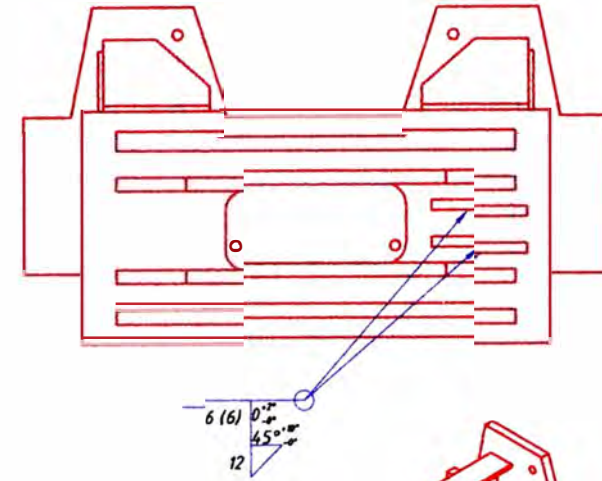
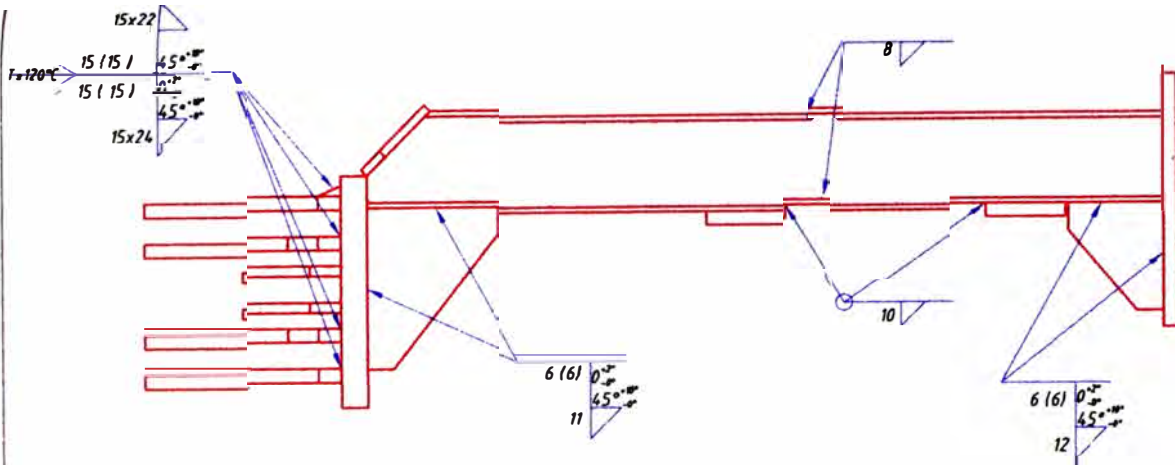
Archivo: FRAME Peso: 877.4 kg

BASTIDOR POSTERIOR

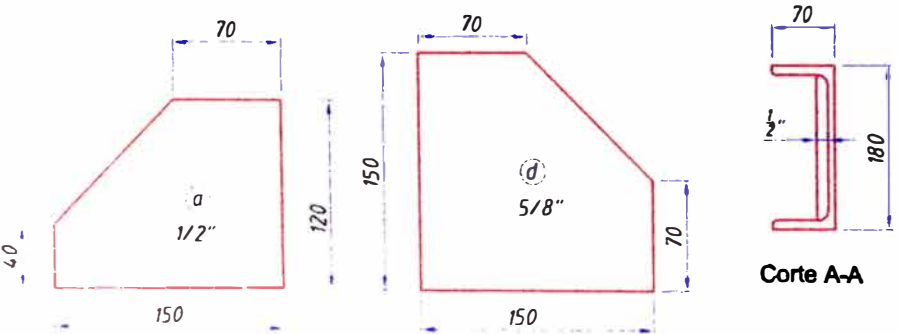
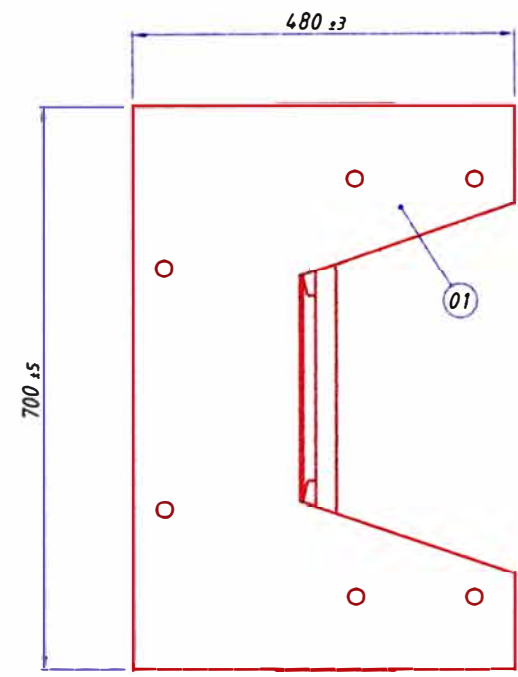
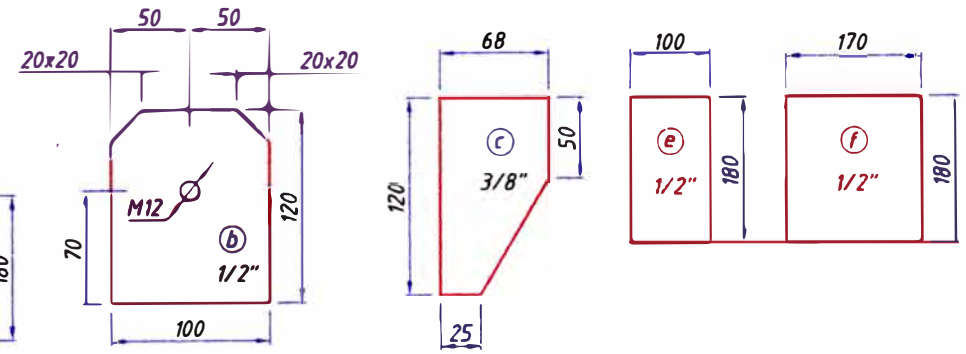
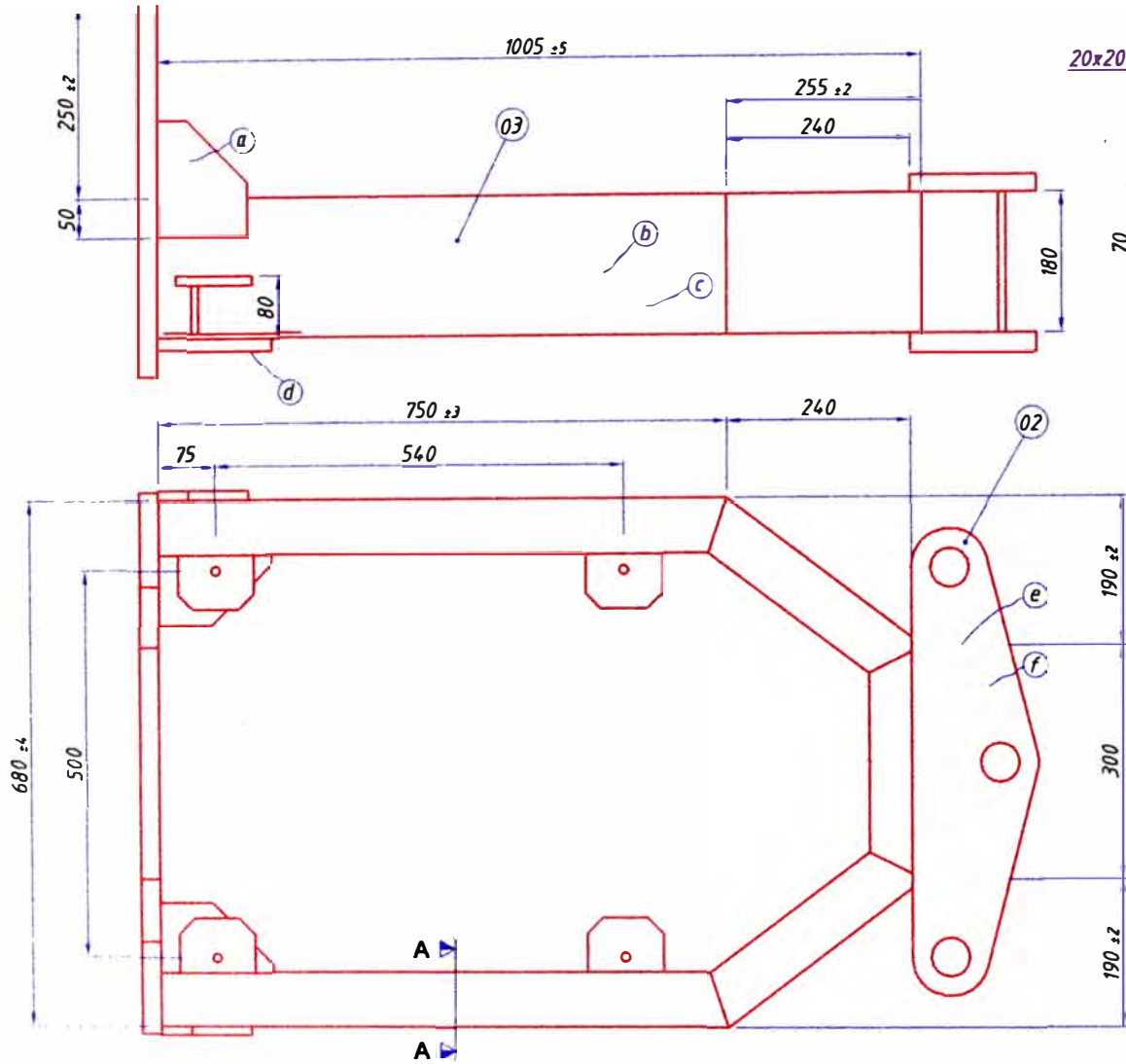
RE 0355 120

Rev 01

Hoja: A4 1/3 Escala: 1:12.5 Plano Nº: DH1 100 120



RESEMINA	Material: ASTM A36		01	Especificaciones de soldadura		01
	Trat. Térmico: -		Item	Descripción		Caril.
	Dureza: -		Archivo: FRAME		Peso: 877.4 kg	
	MODIFICACIONES		Fecha	Nombre		
		Dib. 07.06.07	Dpto Diseño			
		Rev. 07.06.07	Dpto Diseño			
		Aprob. 07.06.07	Gerencia			
				BASTIDOR POSTERIOR		Rev
				RE 0355 120		01
00	Cambio estructural	21.05.07	Gerencia			
Rev.	Modificación	Fecha	Nombre	Eq. Ref.: RAPTOR DH	Hoja: A4 2/3	Escala: 1:12.5
				Plano N°: DH1 100 120		



03	UPN 180 x 70	ASTM A36	01
02	RE 0355 132	ASTM A36	02
01	RE 0355 131	ASTM A36	01
Item	Nro de Parte	Material	Cant.

RESEMINA

Material: ASTM A36
 Trat. Térmico: -
 Dureza: -

MODIFICACIONES

Rev.	Fecha	Nombre
Dib.	17.02.07	Dpto Diseño
Rev.	17.02.07	Dpto Diseño
Aprob.	17.02.07	Gerencia

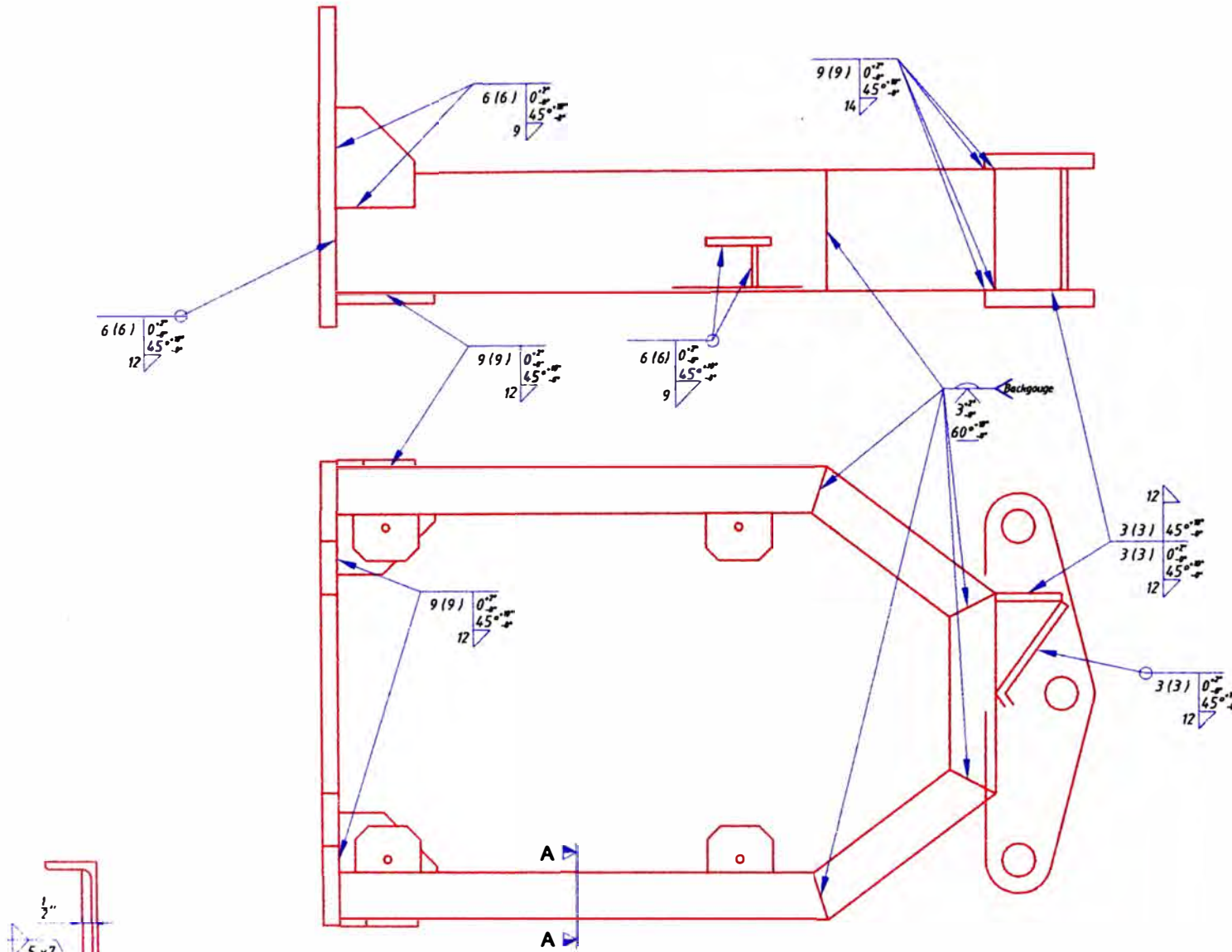
Archivo: RE 0355 130_FRAME TRACERO Peso: 249 kg

BASTIDOR TRASERO

RE 0355 130

Rev. 00

Hoja: A4 1/3 Escala: 1:10 Plano N°: DH1 100 130



Corte A-A

RESEMINA		Material: ASTM A36	01	-	01
		Trat. Térmico: -	Item	Descripción	Cont.
		Dureza: -	Archivo: RE 0355 130_FRAME TRACERO		Peso: 249 kg
MODIFICACIONES		Fecha	Nombre		
		Dib. 17.02.07	Dpto Diseño		
		Rev. 17.02.07	Dpto Diseño		
		Aprob. 17.02.07	Gerencia		
				BASTIDOR TRASERO	
		RE 0355 130			Rev
					00
Rev.	Modificación	Fecha	Nombre	Eq. Ref.: RAPTOR DH	Hoja: A4 2/3
					Escala: 1:10
					Plano N°: DH1 100 130

ANEXO 8

Procedimiento de soldadura RE WPS 003, ver Capítulo 5, 5.6 Formato proced. sold.

PRECALIFICADO () CALIFICADO POR ENSAYO (X)
O REGISTRO DE CALIFICACION DEL PROCEDIMIENTO (PQR) Si ()

Empresa	: RESEMIN S.A
Proceso de Soldadura (s)	: GMAW
Soporte - PQR Nro (s)	:

Nro. de Identificación : RE WPS 003	
Por : RESEMIN	Autorizado por: EXSA S.A Fecha : 12.04.05
Tipo Manual (X)	Semi Automático ()
Máquina ()	Automático ()

DISEÑO DE JUNTA USADO	
Tipo: B-U2a	
Simple (X) Doble ()	
Soporte : Si (X) No ()	
Plancha de respaldo : 6 mm (1/4")	
Separación de Raíz : 6 mm (1/4") Cara de Raíz : 0 mm	
Angulo de Bisel : 45° Radio (J-U) : -	
Back Gouging: Si () No (X)	
Método: -	
METALES BASE	
Especificaciones de Materiales : ASTM A36 / ASTM A36	
Tipo o Grado : -	
Espesores : Bisel : 12 mm (1/2") Filete : -	
Diámetro (Tubería) : -	
METALES DE APORTE	
Especificación AWS : A5.18	
Clasificación AWS : ER 70S - 6	
Nombre Comercial : CARBOFIL PS6-GC	
PROTECCION	
Fundente : -	Gas : CO2 - Argón
	Composición : 80% Ar, 20% CO2
Electrodo-Fund. (Clasificación) :-	Caudal : 13 - 15 Lt/min
	Diam. De Tobera : MB 36 (Tob. Cónica D 16mm)

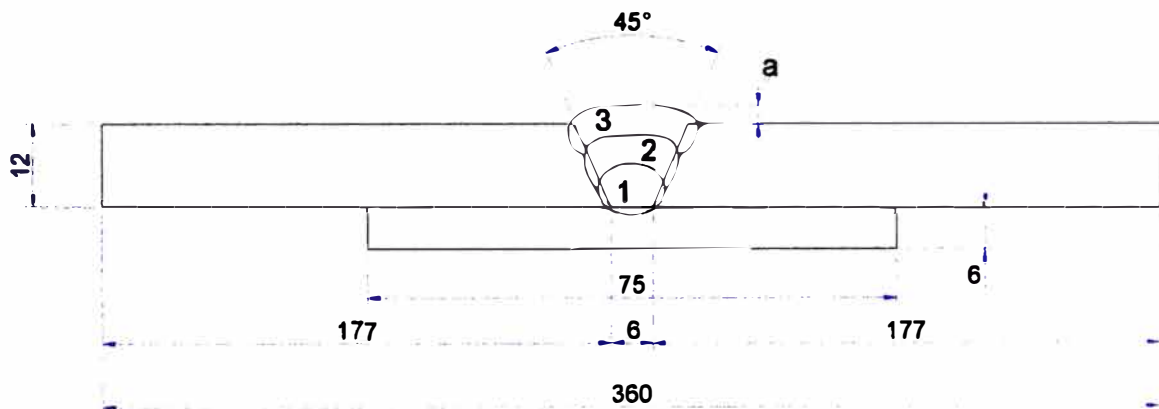
POSICION	
Posición en Bisel: Vertical	Posición Filete : -
Progresión vertical : Ascendente (X)	Descendente (-)
CARACTERISTICAS ELECTRICAS	
Modo de Transferencia:	
(GMAW) Corto circuito (X)	Globular (-)
	Spray (-)
Corriente: AC () DCEP (X) DCEN ()	
	Pulsado () Otro : -
Electrodo de Tungsteno (GTAW)	
Diámetro : -	Tipo : -
TECNICA	
Cordón rectilíneo u oscilante : Oscilante	
Pase múltiple o único (por lado) : Múltiple	
Espaciado de electrodos	Longitudinal : -
	Lateral : -
	Angulo : -
Stickout : 9 - 13 mm	
Distancia tubo de contacto / pieza : -	
Martilleo : -	
Limpieza de interfase : Cepillo de alambre	

PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA RE WPS 003							
Número de Pases	Proceso	Metal de Aporte		Corriente		Voltaje	Velocidad de Avance (cm/s)
		Clase	Diámetro	Tipo y Polaridad	Amperaje o Veloc. de alambre		
1	GMAW	ER 70S - 6	1.0 mm	DCEP	105 - 120 A	19 - 21 V	0.13 - 0.14
2	GMAW	ER 70S - 6	1.0 mm	DCEP	115 - 130 A	19 - 21 V	0.09 - 0.12

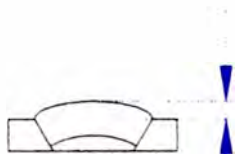
ANEXO 8

PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA RE WPS 003							
Número de Pases	Proceso	Metal de Aporte		Corriente		Voltaje	Velocidad de Avance (cm/s)
		Clase	Diámetro	Tipo y Polaridad	Amperaje o Veloc. de alambre		
3	GMAW	ER 70S – 6	1.0 mm	DCEP	115 – 130 A	19 – 21 V	0.09 – 0.1
n	GMAW	ER 70S – 6	1.0 mm	DCEP	115 – 130 A	19 – 21 V	0.09 – 0.1

DETALLE DE JUNTA



Nota: $a \leq 3 \text{ mm}$



ANEXO 8

PRECALIFICADO () CALIFICADO POR ENSAYO (X)
O REGISTRO DE CALIFICACION DEL PROCEDIMIENTO (PQR) Si ()

Empresa : RESEMIN S.A Proceso de Soldadura (s): SMAW Soporte - PQR Nro (s) : RE PQR 001	Nro. de Identificación : RE WPS 002 Por : RESEMIN Autorizado por: EXSA S.A Fecha : 12.04.05 Tipo Manual (X) Semi Automático () Máquina () Automático ()
---	---

DISEÑO DE JUNTA USADO
 Tipo: A tope biselado
 Simple () Doble (X)
 Soporte : Si () No (X)
 Plancha de respaldo : -
 Separación de Raíz: 0 mm Cara de Raíz: 2 mm
 Angulo de Bisel : 45° Radio (J-U) : -
 Back Gouging: Si () No (X)
 Método: -

METALES BASE
 Especificaciones de Materiales : ASTM A36 / ASTM A36
 Tipo o Grado : -
 Espesores : Bisel : - Filete : 12 mm / 25 mm
 Diámetro (Tubería) : -

METALES DE APORTE
 Especificación AWS : A5.1
 Clasificación AWS : E 6011, E 7018
 Nombre Comercial : CELLOCORD AP, SUPERCITO

PROTECCION
 Fundente :- Gas :-
 Composición :-
 Electrodo-Fund. Caudal :-
 (Clasificación) :- Diam. de Tobera :-

POSICION
 Posición en Bisel : - Posición Filete : Horizontal
 Progresión vertical : Ascendente (-)
 Descendente (-)

CARACTERISTICAS ELECTRICAS
 Modo de Transferencia :
 (GMAW) Corto circuito (-)
 Globular (-)
 Spray (-)

Corriente: AC () DCEP (X) DCEN ()
 Pulsado () Otro : -

Electrodo de Tungsteno (GTAW)
 Diámetro : -
 Tipo : -

TECNICA
 Cordón rectilíneo u oscilante : Oscilante
 Pase múltiple o único (por lado) : Múltiple

Espaciado de electrodos Longitudinal :-
 Lateral :-
 Angulo :-

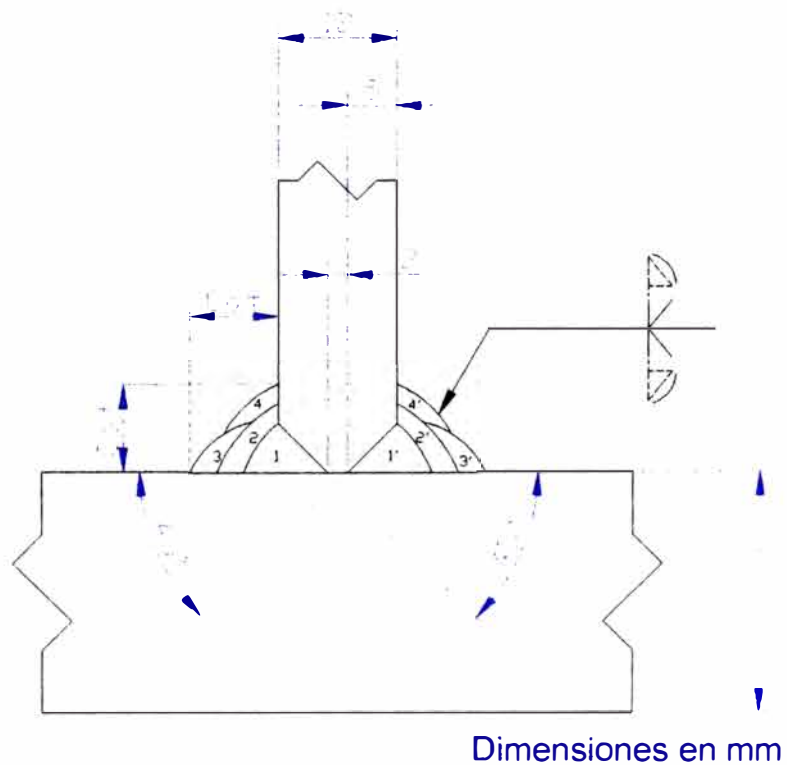
Distancia tubo de contacto / pieza : -
 Martilleo : -
 Limpieza de interfase : 1-2 con esmeril
 2 adelante con cepillo de alambre

PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA RE WPS 002							
PRIMER LADO							
Número de Pases	Proceso	Metal de Aporte		Corriente		Voltaje	Velocidad de Avance
		Clase	Diámetro	Tipo y Polaridad	Amperaje o Veloc. de alambre		
1	SMAW	E 6011	3.25 mm (1/8")	DCEP	100 – 110 A	24 – 29 V	0.2 – 0.5 cm/s
2	SMAW	E 7018	3.25 mm (1/8")	DCEP	170 – 200 A	22 – 27 V	0.2 – 0.4 cm.s
3	SMAW	E 7018	4.0 mm (5/32")	DCEP	180 – 200 A	22 – 27 V	0.2 – 0.4 cm s
4	SMAW	E 7018	4.0 mm (5/32")	DCEP	180 – 200 A	22 – 27 V	0.1 – 0.4 cm.s

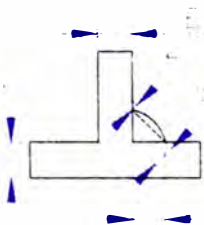
ANEXO 8

PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA RE WPS 002							
SEGUNDO LADO							
Número de Pases	Proceso	Metal de Aporte		Corriente		Voltaje	Velocidad de Avance
		Clase	Diámetro	Tipo y Polaridad	Amperaje o Veloc. de alambre		
1'	SMAW	E 6011	3.25 mm (1/8")	DCEP	100 – 110 A	24 – 29 V	0.2 – 0.5 cm/s
2'	SMAW	E 7018	3.25 mm (1/8")	DCEP	170 – 200 A	22 – 29 V	0.2 – 0.4 cm/s
3'	SMAW	E 7018	4.0 mm (5/32")	DCEP	180 – 200 A	22 – 29 V	0.2 – 0.4 cm/s
4'	SMAW	E 7018	4.0 mm (5/32")	DCEP	180 – 200 A	22 – 29 V	0.1– 0.4 cm/s

DETALLE DE JUNTA



Nota:



E = Espesor de material
At = Tamaño de garganta Teórica
 $At \text{ mín } \geq \sqrt{E_{\text{máx}}} - 0.5$
 $At \text{ máx } \leq 0.7 \times E_{\text{mín}}$

Cat. = 7 – 11.9 mm
 $b \leq 2 \text{ mm}$

ANEXO 8

Procedimiento de soldadura RE WPS 014, ver Capítulo 5, 5.6 Formato proced. sold.



ESPECIFICACION DEL
PROCEDIMIENTO DE
SOLDADURA (WPS)

SERVICIO
TRAB. INTERNO

X

PRECALIFICADO (X) CALIFICADO POR ENSAYO ()
O REGISTRO DE CALIFICACION DEL PROCEDIMIENTO (PQR) Si ()

Empresa : RESEMIN S.A. Proceso de Soldadura (s) : SMAW Soporte - PQR Nro (s) : -	Nro. de Identificación : RE WPS 014 Por : RESEMIN Autorizado por: C. Garcia Fecha : 27.09.2007 Tipo Manual (X) Semi Automático () Máquina () Automático ()
--	--

DISEÑO DE JUNTA USADO	
Tipo: B - U2a	
Simple (X) Doble ()	
Soporte : Si (X) No ()	
Plancha de respaldo : 6 mm (1/4")	
Separación de Raíz : 6 mm (1/4") Cara de Raíz : 0 mm	
Angulo de Bisel : 45° Radio (J-U) : -	
Back Gouging: Si () No (X)	
Método: -	
METALES BASE	
Especificaciones de Materiales : ASTM A36 / ASTM A36	
Tipo o Grado : -	
Espesores : Bisel : 25 mm (1") Filete : -	
Diámetro (Tubería) : -	
METALES DE APORTE	
Especificación AWS : A5.1	
Clasificación AWS : E 7018	
Nombre Comercial : SUPERCITO	
PROTECCION	
Fundente : -	Gas : -
	Composición : -
Electrodo-Fund. (Clasificación) : -	Caudal : -
	Diam. De Tobera : -
PRE CALENTAMIENTO	
Temp. Pre calentamiento Min.: -	
Temp. de Interfase : Min : -	Máx: -

POSICION	
Posición en Bisel: vertical Posición Filete : -	
Progresión vertical : Ascendente (X)	
Descendente (-)	
CARACTERISTICAS ELECTRICAS	
Modo de Transferencia :	
(GMAW)	Corto circuito (-)
	Globular (-)
	Spray (-)
Corriente: AC () DCEP (X) DCEN ()	
Pulsado ()	
Electrodo de Tungsteno (GTAW)	
Diámetro : -	CUALQUIER CONSULTA SOF
Tipo : -	LA AUTENTICIDAD DE ESTE
	DOCUMENTO DEBE SER HEC
	AL TELEFONO 224-3768
TECNICA	
Cordón rectilíneo u oscilante : Oscilante 1336-07	
Pase múltiple o único (por lado) : Múltiple	
Espaciado de electrodos Longitudinal : -	
	Lateral : -
	Angulo : -
Distancia tubo de contacto / pieza : -	
Martilleo : -	
Limpieza de interfase : 1-2 con esmeril	
2 adelante con cepillo de alambre	
TRATAMIENTO TERMICO POST-SOLDADURA	
Temperatura : -	
Tiempo : -	

PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA							
PRIMER LADO		Metal de Aporte		Corriente		Voltaje	Velocidad de Avance
Numero de Pases	Proceso	Clase	Diámetro	Tipo y Polaridad	Amperaje (A)	(V)	Cm / min
1	SMAW	E 7018	3 25 mm (1/8")	DCEP	105 - 125	21 - 24	4 - 6
2	SMAW	E 7018	3 25 mm (1/8")	DCEP	105 - 125	21 - 24	5 - 7
3	SMAW	E 7018	3 25 mm (1/8")	DCEP	100 - 110	21 - 24	5 - 7

LEONARDO RODRIGUEZ
 CWI 07/70451
 DCI EXP 26.1.10

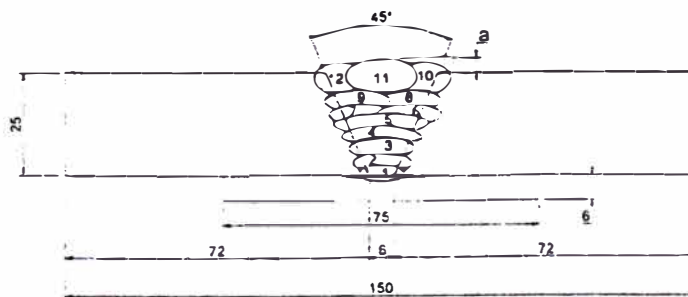
ANEXO 8

Procedimiento de soldadura RE WPS 014 - Continuación.



PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA							
SEGUNDO LADO							
Numero de Pases	Proceso	Metal de Aporte		Corriente		Corriente	Voltaje
		Clase	Diámetro	Tipo y Polaridad	Amperaje (A)	(V)	Tipo y Polaridad
4	SMAW	E 7018	3.25 mm (1/8")	DCEP	100 - 110	21 - 24	5 - 7
5	SMAW	E 7018	3.25 mm (1/8")	DCEP	100 - 110	21 - 24	5 - 7
6	SMAW	E 7018	3.25 mm (1/8")	DCEP	100 - 110	21 - 24	5 - 7
7	SMAW	E 7018	3.25 mm (1/8")	DCEP	100 - 110	21 - 24	5 - 7
8	SMAW	E 7018	3.25 mm (1/8")	DCEP	100 - 110	21 - 24	5 - 7
9	SMAW	E 7018	3.25 mm (1/8")	DCEP	100 - 110	21 - 24	5 - 7
10	SMAW	E 7018	3.25 mm (1/8")	DCEP	100 - 110	21 - 24	5 - 7
11	SMAW	E 7018	3.25 mm (1/8")	DCEP	100 - 110	21 - 24	5 - 7
12	SMAW	E 7018	3.25 mm (1/8")	DCEP	100 - 110	21 - 24	5 - 7

DETALLE DE JUNTA



Nota: $a \leq 3 \text{ mm}$



CUALQUIER CONSULTA SOBRE
LA AUTENTICIDAD DE ESTE
DOCUMENTO DEBE SER HECHA
AL TELEFONO 224-3768
INDICANDO EL NUMERO CORRELATIVO
1336 - 07




LEONARDO RODRIGUEZ
 CWI 07070431
 QC1 EXP. 7/01/10

ANEXO 9

Capacitación de personal en inspección de soldadura, ver Capítulo 5, 5.7.2.2
Calificación necesaria.



970-07-CSEN

Certificado otorgado a:

Carlos Flavio Huamani Ríos


Por haber asistido y aprobado el **Curso de Inspección de Soldadura. Módulo 3: Defectología, Ensayos No Destructivos** realizado del 28 de mayo al 1 de junio de 2007, con una duración de 20 horas académicas. Este curso fue organizado por el Centro Superior de Estudios Nucleares (CSEN) del Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN).



Ing. IVAN LLAMAS MORTOYA
Director Ejecutivo
Instituto Peruano de Energía Nuclear



Lima, 12 de junio de 2007



Prof. EDGARD MEDINA FLORES
Director de Capacitación
Instituto Peruano de Energía Nuclear

Figura N° 5.14 Capacitación de personal – Inspección de Soldadura

ANEXO 10

Equipos principales para el taller de soldadura, ver Capítulo 5, 5.11 Mantenimiento de máquinas de taller.

ITEM	CODIGO	NOMBRE EQUIPO, MARCA	N° SERIE / MODELO	USO	FRECUENCIA DE USO (Mensual)	TIPO DE MANTTO	FRECUENCIA DE MANTTO	2009														
								E N E	F E B	M A R	A B R	M A Y	J U N	J U L	A G O	S E T	O C T	N O V	D I C			
1	RS-MAS-02	Máquina de soldar Blu Mig 350/ TF 300, Air Liquide	S/N 4270520 S/N 4279570	Soldadura GMAW	15 a 25	Preventivo	c/3 meses															
2	RS-MAS-03	Máquina de soldar Blu Mig 350/ TF 300, Air Liquide	EN-60974-1 S/N P027615	Soldadura GMAW	15 a 25	Preventivo	c/3 meses															
3	RS-MAS-04	Máquina de soldar Blu Mig 350/ TF 300, Air Liquide	EN-60974-1 EN-50199	Soldadura GMAW	16 a 25	Preventivo	c/3 meses															
4	RS-MAS-05	Máquina de soldar Blu Mig 353 S / TF 300, Air Liquide	S/N 428972 S/N 4290741	Soldadura GMAW	17 a 25	Preventivo	c/3 meses															
5	RS-MAS-06	Máquina de soldar Blu Mig 353 S / TF 300, Air Liquide	S/N 4289756 S/N 4290743	Soldadura GMAW	18 a 25	Preventivo	c/3 meses															
6	RS-MAS-07	Máquina de soldar Blu Mig 353 S / TF 300, Air Liquide	S/N 4382346 S/N 4383574	Soldadura GMAW	19 a 25	Preventivo	c/3 meses															
7	RS-MAS-08	Máquina de soldar solandina RN400	-	Soldadura SMAW	20 a 25	Preventivo	c/3 meses															
8	RS-MAS-09	Máquina de soldar recia 400 DC	INFRA / EXSA	Soldadura SMAW	21 a 25	Preventivo	c/3 meses															
9	RS-OXC-01	Equipo oxicorte, Victor Equipement	CA2460/BF39 N M36 475	Corte y calentamiento de Materiales	10 a 20	Preventivo	c/3 meses															

ITEM	CODIGO	NOMBRE EQUIPO, MARCA	N° SERIE / MODELO	USO	FRECUENCIA DE USO (Mensual)	TIPO DE MANTTO	FRECUENCIA DE MANTTO	2009														
								E N E	F E B	M A R	A B R	M A Y	J U N	J U L	A G O	S E T	O C T	N O V	D I C			
10	RS-OXC-02	Equipo oxicorte, Victor	CA2460 GN5 6845	Corte y calentamiento de Materiales	10 a 20	Preventivo	c/3 meses															
11	RS-OXC-03	Equipo oxicorte con riel, Victor	000 2815	Corte de metales	11 a 20	Preventivo	c/4 meses															
12	RS-OXC-04	Equipo oxicorte, Victor	CA2460 GN55 669	Corte y calentamiento de Materiales	12 a 20	Preventivo	c/3 meses															
13	RS-MCP-01	Máquina de corte con plasma, Hypertherm Powermax 1250	087000 S/N 1250-012133	Corte de metales	15 a 25	Preventivo	c/3 meses															
14	RS-HOR-01	Horno eléctrico	S/N	Conserva los electrodos para soldadura	Diario	Preventivo	c/6 meses															
15	RS-HOR-02	Horno eléctrico móvil	S/N	Conserva los electrodos para soldadura	Diario	Preventivo	c/6 meses															
16	RS-TALMG-01	Taladro Magnético ALFRA	EHN 20/2 5 1 C40061204	Hacer agujeros	Diario	Preventivo	c/4 meses															
17	RS-TALMG-02	Taladro Magnético ALFRA	C10071 152	Hacer agujeros	Diario	Preventivo	c/4 meses															
18	RS-COM-03	Compresora de aire de 2 2 kW, Strong	-	Suministro de aire para corte con plasma	15 a 25	Preventivo	c/4 meses															

Figura N° 5.15 Programa de mantto. Para máquinas de taller de soldadura

ANEXO 11

Equipos principales para el taller de pintado y hoja de especificación técnica del equipo, ver Capítulo 5, 5.11 Mantenimiento de máquinas de taller.

ITEM	CODIGO	NOMBRE EQUIPO, MARCA	N° SERIE / MODELO	USO	FRECUENCIA DE USO (Meses/año)	TIPO DE MANTTO	FRECUENCIA DE MANTTO	2000												
								E N E	F E B	M A R	A B R	M A Y	J U N	J U L	A G O	S E T	O C T	N O V	D I C	
51	RS-SPI-01	Soplete para pintado GREEN	-	Pintado de partes	10 a 15	Preventivo	c/2 meses													
52	RS-SPI-02	Soplete para pintado GREEN	-	Pintado de partes	11 a 15	Preventivo	c/2 meses													
53	RS-COM-04	Compresora de aire de 2.2 kW, Strong	MQ-0061-00	Suministro de aire para pintado de partes	10 a 15	Preventivo	c/4 meses													
54	RS-PLU-01	Pluma de 2 Ton, Tonn	32 QAA	Levantar piezas y repuestos	8 a 10	Preventivo	c/4 meses													

Figura N° 5.16 Programa de mantenimiento para máquinas de taller de pintado


HOJA DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE EQUIPOS DE TALLER						
CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO						
Código	RS-MAS-02		Custodia: Fernando Soto	<i>Importante: Antes de realizar cualquier actividad de mantenimiento, cerrar suministro del balón de gas y bloquear el tablero eléctrico</i>		
Nombre del equipo	Máquina de soldar Mig Mag					
Marca	Air Liquide					
Modelo	Blu Mig 350					
Serie	350 / TF 300					
Energía	415 V, max 350 A					
Tablero electrónico	TF 300					
Balón de gases	80% de Ar, 20% de CO2					
Color	Azul					
Ubicación	Fabricacion					
Año de fabricación	-					
Año de adquisición	-					
Valor de adquisición	-					
Estado a la fecha	Operativo					
Uso	Soldura GMAW					
TAREAS Y RECURSOS DE MANTENIMIENTO						
ITEM	TAREA	HERRAMIENTAS	MATERIAL	TIEMPO	RESPONSABLE	FRECUENCIA
1	Limpieza de pistola con spray anti-spater	-	Spray anti-spater	10 minutos	Fernando Soto	Diano
2	Chequeo de boquilla, guíador de alambre, tobera distribuidor de gas, tobera conica, verificación de manguera de gas, chequeo de la presión de gas, etc	-	-	10 minutos	Fernando Soto	Semanal
3	Mantenimiento general: limpieza interna, si es necesario cambio de elementos de la pistola, cables electricos, manguera de gas, verificación de la parte eléctrica, ajuste general, etc.	destornillador, llaves, etc	Trope industrial, aire comprimido, solvente dieléctrico, etc	3 horas	Fernando Soto y Nilton Vilcapoma	3 meses

Figura N° 5.17 Hoja de especificaciones técnicas para equipos de taller

ANEXO 12

Programas de calibración, ver Capítulo 5, 5.12 Calibración de instrumentos para inspecciones.

ITEM	CÓDIGO NUEVO	INSTRUMENTO	CARACTERÍSTICAS	PERIODO DE CALIBRACION	MES											
					ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1	RS-PIE-03	PIE DE REY	Mitutoyo 0-300 mm, esc min 0.05 mm	12 meses												
2	RE-PRO-01	PROFUNDIMETRO	Mitutoyo 0-300 mm, esc min 0.02 mm	12 meses												
3	RS-MIC-01	MICROMETRO EXTERIOR	NSK 50 - 75 mm 0.001 mm DB 0291	12 meses												
4	RS-MIC-02	MICROMETRO EXTERIOR	NSK 75 - 100 mm 0.001 mm EH 3154	12 meses												
5	RS-MIC-03	MICROMETRO EXTERIOR	Wilson wolpert 0-25 mm 0.01 mm	17 meses												
6	RS-MIC-04	MICROMETRO EXTERIOR	Wilson wolpert 25-50 mm 0.01 mm	17 meses												
7	RS-GON-01	GONIOMETRO	Wilson Wopert, 0 - 360°, div min 5 min	18 meses												
8	RS-DUR-01	DUROMETRO ROCKWELL	-	12 meses												

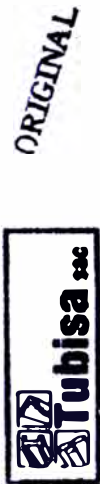
Figura Nº 5.18 Programa de calibración de instrumentos para el Dpto. de Diseño

ITEM	CÓDIGO NUEVO	INSTRUMENTO	CARACTERÍSTICAS	PERIODO DE CALIBRACION	MES											
					ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
9	RS-WIN-01	WINCHA 10 MT CLASE 2	Facom 10 mt, Dela 74 00, sc min 1 mm, clase II	12 meses												
10	RS-WIN-02	WINCHA 5 MT CLASE 2	Facom 5 mt, Dela 891 05, sc min 1 mm, clase II	12 meses												
11	RS-PIR-01	PIROMETRO ANALÓGICO DE LECTURA DIGITAL	-	24 meses												
12	RS-DUR-7114	DUROMETRO ROCKWELL	-	18 meses												
13	RS-DUR-6948	DUROMETRO ROCKWELL	-	18 meses												
14	RS-MAN-08	MANÓMETRO DE LA COMPRESORA RS-COM-04	Winters, 0-200 Psi, esc min 5 psi	9 meses												
15	RS-MAN-03	MANOMETRO DEL COMPRESOR RS-COM-3	Pressure Gauge 0 - 200 Psi, esc min 10 psi	12 meses												

Figura Nº 5.19 Programa de calibración de instr. para el Dpto. de Fabricación

ANEXO 14

Certificado de material ASTM A36, ver Capítulo 6, 6.3.1 Certificado del material para la fabricación.



邯郸钢铁集团有限责任公司质量证明书

BANDAI'S IRON AND STEEL GROUP ANALYSIS CERTIFICATE

合同号: 0791006
Contract No
订单单位: Y0791006-1
Purchase

品种名称: Y0791006-1
Product: HOT-ROLLED STEEL PLATE
车号: 质量证明书编号: Y0791006-1
Vehicle No: 图章号:

ETCO (CHINA) INTERNATIONAL TRADING CO. LTD.

批号 Batch No	炉号 Heat No	厚度 Thickness (mm)	宽度 Width (mm)	长度 Length (mm)	数量 Quantity (Pcs)	重量 Weight (T)	化学成分 (%)							机械性能									
							C	Mn	Si	P	S	V	Nb	Al	屈服点 Y.S Mpa	抗拉强度 T.S Mpa	伸长率 EL %	冲击值 (纵向) Impact Test J (V)	冲号 Brand				
7XER003	704630801	32	2400	12000	3	21.705	0.13	0.56	0.24	0.023	0.017						280	440	30	140	176	161	合格
	704630801	32	2400	12000	3	21.705	0.13	0.56	0.24	0.023	0.017						280	440	30	147	154	148	合格

执行标准: ASTM A36
Standard



开证日期: 2007-4-3
Issued Date

PO34. 2006

Handwritten notes and signatures, including '2007.04.10' and 'HENTY'.

Figura Nº 6.1 Certificado de calidad del material para la fabricación

ANEXO 15

Examen radiográfico de plancha soldada, ver Capítulo 6, 6.3.2 Calificación de procedimiento de soldadura - RE WPS 003.

DEPARTAMENTO
DE INGENIERÍA
Sección Ingeniería Mecánica
Laboratorio de Materiales



90
AÑOS

PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATOLICA
DEL PERU

MAT-MAY-0290/2007

PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN RADIOGRAFÍA INDUSTRIAL

Número Total de Páginas: 4

SOLICITADO POR	RESEMIN S.A.
EJECUTADO POR	Laboratorio de Materiales: Analista 05.
MUESTRA	01 planchas de acero de 12,5 mm de espesor soldada con placa de respaldo de 6,8mm.
MATERIAL	Acero al carbono.
FECHA	08 de junio de 2007.
FINALIDAD DEL ENSAYO	Detección de discontinuidades superficiales e internas en uniones soldadas.
EQUIPO UTILIZADO	Tubo de rayos X. Marca Philips, Modelo G301 Foco: 2,5 x 2,5 mm.
CARACTERÍSTICAS DEL: ENSAYO	Distancia Foco-Película = 700 mm Técnica una pared –una imagen KV: 225 Ver esquema de inspección. Tiempo de exposición: 1'30'' Tiempo de revelado: 5 minutos. Tiempo de fijado: 20 minutos. Tipo de película: KODAC AA 400. Penumbra calculada: Ug: 0,07 mm.
NORMAS APLICADAS	ASTM E-94-93 Standard Guide radiographic testing. ASTM E-142-92 Standard Method for controlling Quality of Radiographic Testing SENSIBILIDAD: Wire – IQI. ASTM E-747-97, ASTM E-1032-95 Standard Method for Radiographic of Weldments.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del Laboratorio de Materiales

Figura N° 6.3 Examen radiográfico de cupón de soldadura – Procedimiento de Inspección

ANEXO 15

Examen radiográfico de plancha soldada, ver Capítulo 6, 6.3.2 Calificación de procedimiento de soldadura - RE WPS 003 – Continuación.

DEPARTAMENTO
DE INGENIERÍA
Sección Ingeniería Mecánica
Laboratorio de Materiales



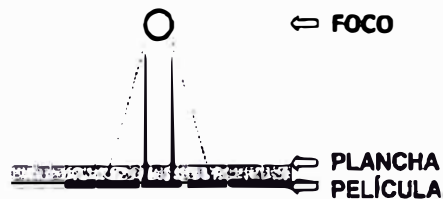
90
AÑOS

PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DEL PERÚ

ESQUEMA DE INSPECCION – RADIOGRAFIA DE PLANCHAS SOLDADAS

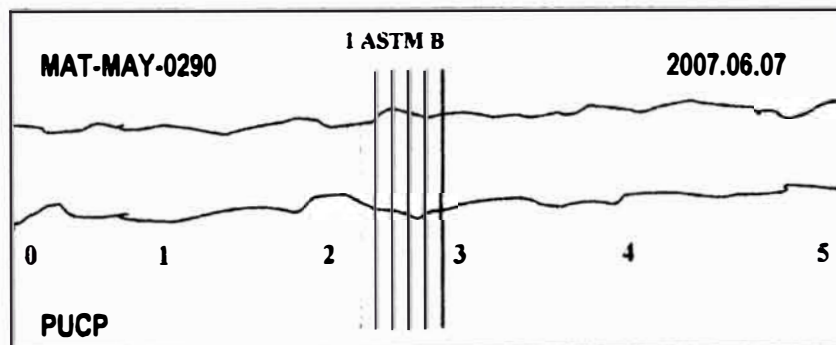
Número de tomas por junta: 02 placas por junta para la plancha.

Penetrámetro: tipo Alambre (WIRE) ASTM : SET B (1), DEL LADO DE LA FUENTE



UNA PARED – UNA IMAGEN

MARCAS EN LA PLACA RADIOGRÁFICA:



Prohíbe la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del Laboratorio de Materiales.

Figura N° 6.4 Examen radiográfico de cupón de soldadura– Esquema de Inspección

ANEXO 15

Examen radiográfico de plancha soldada, ver Capítulo 6, 6.3.2 Calificación de procedimiento de soldadura - RE WPS 003 – Continuación.

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
Sección Ingeniería Mecánica
Laboratorio de Materiales



90
AÑOS

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

REPORTE DE EXAMEN RADIOGRÁFICO

<p>CLIENTE: RESEMIN S.A.</p> <p>PROYECTO: Cupón de soldadura</p> <p>DIAMETRO: N.A.</p> <p>ESPESOR: 12,5 mm.</p> <p>MATERIAL: Acero al carbono</p> <p>PROCESO DE SOLDADURA: —</p> <p>RESPALDO: 6,8 mm</p> <p>TIPO DE JUNTA: —</p>	<p>FECHA: 2007.06.08</p> <p>LUGAR DE INSPECCION: Lab. Materiales PUCP.</p> <p>CODIGO APLICADO: AWS D1.1-2006</p> <p>TÉCNICA RADIOGRÁFICA: Una Pared Una Imagen</p> <p>KV: 225</p> <p>TIPO DE PELICULA: KODAK AA 400</p> <p>TIPO DE ICI: Alambre DENSIDAD: 1,8 – 4</p> <p>ICI ESTÁNDAR: 0.025"</p> <p>UBICACIÓN: Al lado de la fuente</p> <p>PANTALLAS Y ESPESOR: Plomo de 20 micrones</p>
--	---

Nº de Inspección	Posición	Ubicación de Defectos	Conforme	No Conforme	Observaciones
—	0-1	PA, EA	X		—
	1-2	EA, PA	X		—
	2-3	PA, EA	X		—
	3-4	EA, SE	X		—
	4-5	EA, PA	X		—

LEYENDA:

PI: Penetración Incompleta	FIP: Fusión incompleta en la Pared	EA: Escoria aislada	PA: Porosidad aislada
SI: Socavación interna	PT: Porosidad Tubular	EAI: Escoria alargada	PAG: Porosidad agrupada
SE: Socavación externa	PID: Penetración incompleta por desalineamiento	F: Fisura	CI: Concavidad interna

Fecha: 08 de junio de 2007

[Firma manuscrita]

Figura N° 6.5 Examen radiográfico de cupón de soldadura – Reporte de Examen

ANEXO 16

Resultado de ensayo de tracción de probeta, ver Capítulo 6, 6.3.2 Calificación de procedimiento de soldadura - RE WPS 003.



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA

SECCION INGENIERIA MECANICA

LABORATORIO DE MATERIALES

CON SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD SEGÚN NTP ISO/IEC 17025

MAT-ABR-328/2005

ENSAYO DE TRACCIÓN

INFORME DE LABORATORIO

MAT-Lab-4.02

Número Total de Páginas: 7

SOLICITADO POR : RESEMIN S.A.

DIRECCIÓN : Calle Luis Galvani Mz. I Lt. 22, Urb. Santa Rosa - Ate.

REALIZADO POR : Laboratorio de Materiales - Analista 07.

MUESTRA : Probetas de acero soldadas ASTM A 36 espesor 1/2".

FECHA : 2005.04.28

RESULTADOS:

MUESTRA		T1 - A	T1 - B
SECCIÓN TRANSVERSAL	a (mm)	21.90	21.95
	b (mm)	11.90	11.10
	AREA (mm ²)	260.6	243.6
CARGAS (kN)	FLUENCIA	***	***
	MÁXIMA	130.5	130.5
TENSIONES (MPa)	FLUENCIA	***	***
	MÁXIMA	501	536
LONGITUD ENTRE MARCAS (mm)		--	--
ALARGAMIENTO ENTRE MARCAS (mm)		--	--
ALARGAMIENTO (%)		--	--

Fecha de Ejecución: 2005.04.26

OBSERVACIONES:

- . Condición de las muestras: Visualmente en buen estado.
- . Las probetas fueron proporcionadas por el solicitante.
- . Norma de Ensayo: AWS D1.1 : 2004 Velocidad de ensayo: 3mm/min
- . Ambas muestras rompieron en el metal base.
- . Calificación de procedimiento de soldadura.

Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas
Prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del Laboratorio de Materiales

Figura Nº 6.9 Ensayo de tracción – Calificación de procedimiento

ANEXO 16

Resultado de ensayo de tracción de probeta, ver Capítulo 6, 6.3.2 Calificación de procedimiento de soldadura - RE WPS 003 – Continuación.

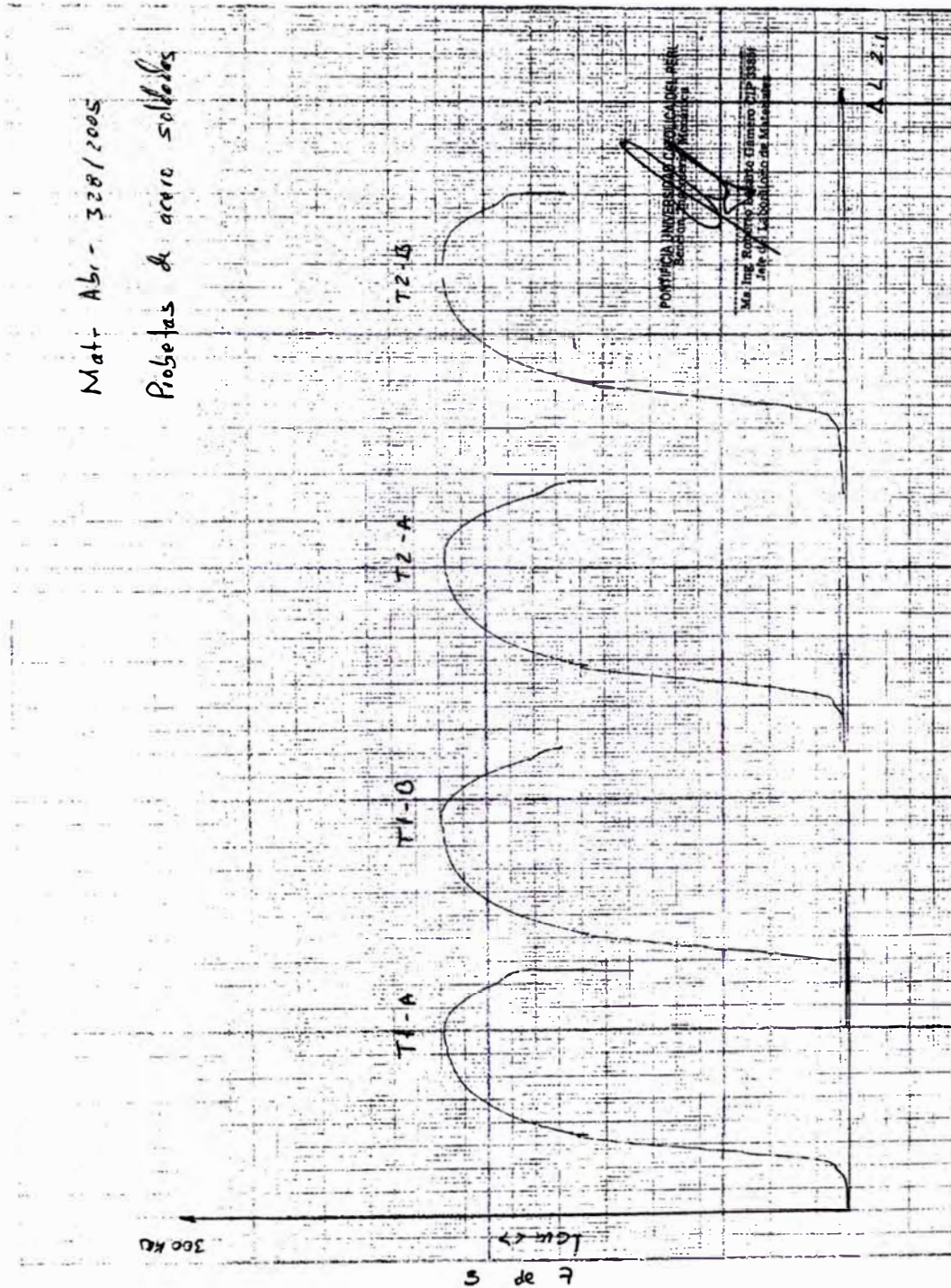


Figura Nº 6.10 Gráfico del ensayo de tracción – Calificación de procedimiento

ANEXO 17

Resultado de análisis macrográfico, ver Capítulo 6, 6.3.2 Calificación de procedimiento de soldadura - RE WPS 002.



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA

SECCION INGENIERIA MECANICA

LABORATORIO DE MATERIALES

CON SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD SEGÚN NTP ISO/IEC 17025

MAT-ABR-328/2005

ANÁLISIS MACROGRÁFICO

INFORME DE LABORATORIO

MAT-Lab-4.04

Número Total de Páginas: 7

SOLICITADO POR : RESEMIN S.A.

DIRECCIÓN : Calle Luis Galvani Mz. I Lt. 22, Urb. Ind. Santa Rosa - Ate.

REALIZADO POR : Laboratorio de Materiales - Analista 07.

MUESTRA : Probeta de acero soldada (ASTM A 36).

FECHA : 2005.04.28

ZONA ANALIZADA:

- > **Sección** : Transversal
- > **Preparación** : Mecánica.
- > **Ataque Químico** : Nital al 10%.

OBSERVACIÓN METALOGRAFICA:

- > **Aumentos** : 10 X
- > **Macroestructura** : Muestra 2.
Material : Acero al carbono soldado
- > **Discontinuidades** : No se detectan fisuras ni falta de fusión.
Porosidad 0.4 mm.

OBSERVACIONES:

- Condición de la muestra: Visualmente en buen estado.
- La probeta analizada proporcionada por el solicitante.
- Foto N° 2 Corresponde a la muestra 2.
- Material: Soldadura de acero al carbono con metal de aporte soldado.
- Código de Referencia: AWS D1.1 2004.
- Catetos: 6.5 mm X 9.6 mm y 7.6 mm X 8.7 mm.

Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras analizadas.
Prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del Laboratorio de Materiales.
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU
Sección Ingeniería Mecánica

ANEXO 17

Resultado de análisis macrográfico, ver Capítulo 6, 6.3.2 Calificación de procedimiento de soldadura - RE WPS 002 – Continuación.



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA

SECCION INGENIERIA MECANICA

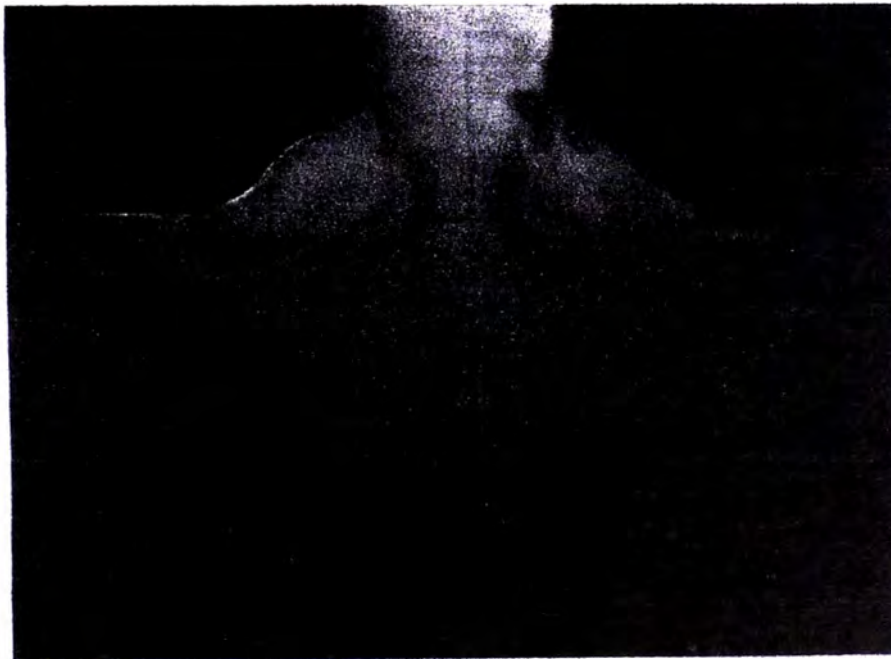
LABORATORIO DE MATERIALES

CON SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD SEGÚN NTP ISO/IEC 17025

MAT-ABR-328/2005

FOTOMACROGRAFÍA N° 2

AUMENTOS: 2.5X



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU
Sección Ingeniería Mecánica

Ms. Ing. Roberto Lazarte Gamero CIP 33851
Jefe del Laboratorio de Materiales

Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas.
Prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del Laboratorio de Materiales.

7 de 7

Figura N° 6.13 Fotomacrografía N° 2 – Calificación de procedimiento

ANEXO 18


Informe técnico de ensayo de doblé, ver Capítulo 6, 6.3.3 Calificación del soldador – bajo el procedimiento de soldadura RE WPS 014.

Soldexsa	INFORME TECNICO	Identificación CTSold-D137-2007																																																												
	ENSAYO DE DOBLEZ	Revisión N°: 1 23/04/2007																																																												
<p>CLIENTE: RESEMIN S.A. LUGAR DE PRUEBA: Centro Tecnológico de Soldaduras SOLDEXSA REALIZADO POR: Ing. Leonardo Rodríguez Pino FECHA DE ENSAYO: 2007 - 10 - 19 MUESTRA: 6 Probetas de lado</p>																																																														
<p>DIMENSIONES DE LAS PROBETAS</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>PROBETA</th> <th>ANCHO</th> <th>ESPESOR</th> <th>LONGITUD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>CPV1</td><td>9.8</td><td>24.8</td><td>170.0</td></tr> <tr><td>CPV2</td><td>9.9</td><td>24.8</td><td>170.0</td></tr> <tr><td>ASG1</td><td>10.0</td><td>24.8</td><td>169.9</td></tr> <tr><td>ASG2</td><td>9.9</td><td>24.8</td><td>169.8</td></tr> <tr><td>WIJ1</td><td>10.1</td><td>24.7</td><td>170.0</td></tr> <tr><td>WIJ2</td><td>10.0</td><td>24.7</td><td>170.0</td></tr> <tr><td>-</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>-</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>-</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>-</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>-</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center; font-size: x-small;">* Medidas en milímetros</p>			PROBETA	ANCHO	ESPESOR	LONGITUD	CPV1	9.8	24.8	170.0	CPV2	9.9	24.8	170.0	ASG1	10.0	24.8	169.9	ASG2	9.9	24.8	169.8	WIJ1	10.1	24.7	170.0	WIJ2	10.0	24.7	170.0	-				-				-				-				-															
PROBETA	ANCHO	ESPESOR	LONGITUD																																																											
CPV1	9.8	24.8	170.0																																																											
CPV2	9.9	24.8	170.0																																																											
ASG1	10.0	24.8	169.9																																																											
ASG2	9.9	24.8	169.8																																																											
WIJ1	10.1	24.7	170.0																																																											
WIJ2	10.0	24.7	170.0																																																											
-																																																														
-																																																														
-																																																														
-																																																														
-																																																														
<p>RESULTADOS DE LA PRUEBA:</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>PROBETA</th> <th>CARA</th> <th>RAIZ</th> <th>LADO</th> <th>DISCONTINUIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CPV1</td> <td></td> <td></td> <td>Conforme</td> <td>de (mm): 1.0, 2.0, 2.0, 1.0 y 1.0</td> </tr> <tr> <td>CPV2</td> <td></td> <td></td> <td>Conforme</td> <td>de (mm): 1.0 y 1.0</td> </tr> <tr> <td>ASG1</td> <td></td> <td></td> <td>No Conforme</td> <td>de (mm): 4.0, 2.0, 1.0, 1.0 y 4.0</td> </tr> <tr> <td>ASG2</td> <td></td> <td></td> <td>No Conforme</td> <td>de (mm): 1.0, 1.0, 1.0, 1.0 y 0.5</td> </tr> <tr> <td>WIJ1</td> <td></td> <td></td> <td>Conforme</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>WIJ2</td> <td></td> <td></td> <td>Conforme</td> <td>de (mm): 1.0, 2.0, 1.0 y 0.5</td> </tr> <tr><td>-</td><td></td><td></td><td></td><td>-</td></tr> <tr><td>-</td><td></td><td></td><td></td><td>-</td></tr> <tr><td>-</td><td></td><td></td><td></td><td>-</td></tr> <tr><td>-</td><td></td><td></td><td></td><td>-</td></tr> <tr><td>-</td><td></td><td></td><td></td><td>-</td></tr> </tbody> </table>			PROBETA	CARA	RAIZ	LADO	DISCONTINUIDAD	CPV1			Conforme	de (mm): 1.0, 2.0, 2.0, 1.0 y 1.0	CPV2			Conforme	de (mm): 1.0 y 1.0	ASG1			No Conforme	de (mm): 4.0, 2.0, 1.0, 1.0 y 4.0	ASG2			No Conforme	de (mm): 1.0, 1.0, 1.0, 1.0 y 0.5	WIJ1			Conforme	-	WIJ2			Conforme	de (mm): 1.0, 2.0, 1.0 y 0.5	-				-	-				-	-				-	-				-	-				-
PROBETA	CARA	RAIZ	LADO	DISCONTINUIDAD																																																										
CPV1			Conforme	de (mm): 1.0, 2.0, 2.0, 1.0 y 1.0																																																										
CPV2			Conforme	de (mm): 1.0 y 1.0																																																										
ASG1			No Conforme	de (mm): 4.0, 2.0, 1.0, 1.0 y 4.0																																																										
ASG2			No Conforme	de (mm): 1.0, 1.0, 1.0, 1.0 y 0.5																																																										
WIJ1			Conforme	-																																																										
WIJ2			Conforme	de (mm): 1.0, 2.0, 1.0 y 0.5																																																										
-				-																																																										
-				-																																																										
-				-																																																										
-				-																																																										
-				-																																																										
<p>OBSERVACIONES:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Norma Aplicada en el ensayo: AWS D1.1 - 2008 2. Diámetro del punzon (mm) / separación de los rocillos (mm): 38.1 / 60.3 3. Material Base: ASTM A36 4. La(s) muestra(s) ensayada(s) fue(ron) entregada(s) por: RESMIN S.A. 5. De acuerdo al cliente estas muestras pertenecen a los ensayos de dobles requeridos para la calificación de Soldadores. 																																																														
<p style="font-size: x-small;">*Prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización de SOLDEXSA S.A.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;"> <p>CUALQUER CONSULTA SOBRE LA AUTENTICIDAD DE ESTE DOCUMENTO DEBE SER HECHA AL TELEFONO 224-3768 INDICANDO EL NUMERO CORRELATIVO</p> <p style="font-size: x-small;">1173-02</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>LEONARDO RODRIGUEZ PINO INGENIERO MECANICO <small>Reg. del Colegio de Ingenieros (IPROE)</small></p> <p>SOLDEXSA S.A</p> <p style="font-size: x-small;">2007/10/19</p> </div> </div>																																																														

Figura N° 6.15 Informe ensayo de doblé - Calificación del soldador

ANEXO 18

Registro de calificación, ver Capítulo 6, 6.3.3 Calificación del soldador – bajo el procedimiento de soldadura RE WPS 014.

	REGISTRO DE CALIFICACION DE SOLDADOR		F14 / DF
	De acuerdo al código AWS D1.1		H-OJA: 1 de 1
			EMISION: 19/10/07
			REVISION: 1

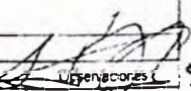
REGISTRO DE CALIFICACION DE SOLDADOR (WPQR)			
Nombre de Soldador: INGA JANAMPA WILLIAM	DNI: 43905609	Rev: 3	Estampa: WPO No RE WPO 02
Identificación de WPS seguido por el soldador: RE WPS 014		Fecha de Prueba: 27-09-2007	
Variables de soldadura	Valor Usado en la Calificación	Rango Calificado	
Proceso / Tipo:	SMAW	SMAW	
Electrodo (Simple o menuz)	---	---	
Comente / Polandas	CC E (+)	---	
Posición	3G	De Bisel: Plana, Horizontal, Vertical De Filete: Plana, Horizontal, Vertical	
Progresión de Soldadura	ASCENDENTE	ASCENDENTE	
Respaldo o Backing	Con respaldo	Con respaldo (ver 4.23)	
Material / Especificación	ASTM A36	---	
Metal Base			
Espesor (Plancha)			
A tope	25.0 mm	3.0 mm – ilimitado	
Filete	---	Ver Tabla 4.11 Nota d	
Espesor (Tubería)			
A tope	---	CUALQUIER CONSULTA SOBRE LA AUTENTICIDAD DE ESTE DOCUMENTO DEBE SER HECHA AL TELEFONO 224-3760 INDICANDO EL NUMERO CORRELATIVO 4337-07	
Filete	---		
Dámetro (tubería)			
A tope	---		
Filete	---		
Meta de Aporte			
No Especificación	A5.1	---	
Clase	E-7018	---	
F-N	F4	F1, F2, F3, F4	
Tipo gas / fuente	---	---	
Otros	---	---	
INSPECCION VISUAL			
Aceptable <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>			
Resultados de la Prueba de Doblez Guiado (reporte: CTSold-D137-2007 - Soldexsa)			
Tipo	Resultado	Tipo	Resultado
De Lado – WJ1	Aceptable	De Lado – WJ2	Aceptable
Resultados de Pruebas de Filete			
Apariencia	---	Dimensión Filete	---
Prueba de fractura penetración raíz	---	Macro Ataque	---
Resultados de Prueba Radiográfica			
Identificación Placa	Resultado	Observaciones	Identificación Placa
---	---	---	---
 LEONARDO RODRIGUEZ CWI 0703041 QC1 EXP. 7/01/10			
Interpretado por:	---	Prueba No	---
Organizador:	---	Fecha	---
Calificación Conducida por: CWI Ing. Leonardo Rodriguez		Empresa SOLDEXSA S.A.	
Nosotros, los abajo firmantes certificamos que los datos registrados son correctos y que las probetas fueron preparadas, soldadas y ensayadas de acuerdo a los requerimientos de la sección IV del Código estructural AWS D1.1-2005			
Fabricante o Contratista: RESEMIN S.A.		Eaborado por: Carlos Huamani Rios	
Fecha: 19/10/2007		Autorizado por: Luis Valenzuela Salas	

Figura N° 6.16 Registro de calificación del soldador

ANEXO 19

Resultados de análisis químico de arena, ver Capítulo 6, 6.3.4 Calificación del procedimiento de preparación de superficie y pintado.



INSTITUTO DE CORROSION Y PROTECCION
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU



INFORME DE ENSAYO ICP/INF-161/2005

SOLICITANTE: RESEMIN S.A.
Atención: Ing. Carlos García.
DOMICILIO: Calle Luis Galvani Mz. I Lote: 22 - Lima 3
TELÉFONO / FAX: 326-2617 / 326-0442
SERVICIO SOLICITADO: Análisis químico en una muestra sólida
REFERENCIA: ICP/PRO-065/2005
OTROS DATOS: -----
MUESTREO: Realizado por el solicitante
FECHA: 10 de junio del 2005

1. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Fue recibida una (01) muestra sólida para la determinación de los ítems establecidos en la referencia

Código solicitante	Código ICP- PUCP 2005AQ	Descripción
Arena Fina sin código.	0954	Arena

2. FECHA DE RECEPCIÓN DE LAS MUESTRAS 08.06.2005

3. FECHA DE EJECUCIÓN DE ENSAYOS 09 a 10.06.2005

4. MÉTODOS DE ENSAYO

- Análisis químico - determinación de contaminantes solubles: Método conductimétrico ASTM D 4940 / 93
- Análisis granulométrico: Ver Anexo

5. RESULTADOS

5.1 Análisis químico

AQ092 ANÁLISIS DE MUESTRAS SÓLIDAS	
DESCRIPCIÓN Y UNIDADES DE MEDIDA	CÓDIGO DE LA MUESTRA
2005AQ	Arena Fina sin código. 0954
Contaminantes solubles $\mu\text{S/cm}$	334

5.2 Análisis granulométrico

El análisis granulométrico de la muestra fue realizado en el Laboratorio de Mecánica de Suelos PUCP, ver Anexo

EL PRESENTE INFORME DE ENSAYO CONSTA DE DOS (02) PÁGINAS DE TEXTO y UN (01) ANEXO.

Jefe del Laboratorio de Análisis Químico e Instrumental
Quím. Pablo Cárdenas Z.

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU
Instituto de Corrosión y Protección

Isabel Díaz Tang
LIC. ISABEL DÍAZ TANG
DIRECTORA

Figura N° 6.17 Análisis químico de arena

ANEXO 20



REPORTE DE ESPEORES DE PELICULA SECA

Obra	RAPTOR DH
Cliente	RESEMIN
Contratista	RESEMIN
Asesor	ERIC CALDERON
Fecha	23/05/2007

Usuario Final	RESEMIN
Representante	CARLOS HUAMANI
Representante	CARLOS HUAMANI
Vendedor	ERIC CALDERON
Lugar	RESEMIN

SISTEMAS RECOMENDADO

SISTEMA			
Capa	Producto - Color	Medidas	
		Parcial	Total
1ª	JET 70 MP – BLANCO 1700	3.0	3.0
2ª	JET 70 MP – BLANCO 1700	3.0	6.0
3ª	DURAPOX 950 – AMARILLO 1300	3.0	9.0

MEDIDOR - CALIBRACION

Modelo de medidor	POSITEST
Tipo de Ajuste	RUGOSO
Rango de ajuste	-2mils
Shims usados	----

REGISTRO DE ESPEORES DE PELICULA SECA

ELEMENTO	CAPA	ÁREA (m ²) Aprox.	ESPEORES DE PELICULA SECA (mils)					MIN	MAX	PROM
			MEDIDAS TOMADAS SEGÚN NORMA SSPC-PA2 ó ASTM G-12							
			SPOT 1	SPOT 2	SPOT 3	SPOT 4	SPOT 5			
CHASIS RAPTOR	3a	60	10.0	11.0	11.0	11.0	10.0	10.0	10.6	
			11.0	11.0	11.0	10.0	10.0	11.0	10.8	
								Total	10.7	

OBSERVACIONES

se observaron zonas puntuales dañadas debido al montaje
 los espesores registrados incluyen el factor de ajuste

RECOMENDACIONES

una vez montada la máquina; realizar una limpieza manual según norma mecánica según sspc-sp2/sp3 y aplicar el sistema recomendado

SE REALIZO LA CORRECCIÓN : Si No Asesor Técnico : _____ Fecha: _____

ANEXO 21

Costos estimados para el diseño y la fabricación del bastidor, no incluye IGV.

COSTOS EN DISEÑO

Personal	Costo Unit	Horas trabajadas	Costo total \$
Ing. Diseño	9 \$/hora	16	144
Ing. Asist. Diseño	8 \$/hora	32	256
Dibujante	5 \$/hora	56	280
Total \$			680

Material	Costo Unit	Cant. Utilizada	Costo total \$
Software CATIA	20000 \$	0,01	200
Total \$			200

Equipo	Costo Unit \$	Costo Hr/maq	Horas trabajadas	Costo total \$
PC Core 2Duo	1500	2,4	104	249,6
Impresora laser	250	0,5	6	3
Total \$				252,6

Análisis y Pruebas	Costo Unit	Cant. Utilizada	Costo total \$
Asesoría en Ing.	400 \$	1	400
Total \$			400

Costo total en diseño (\$) = 1532,6

COSTOS EN FABRICACION

Personal	Costo Unit	Horas trabajadas	Costo total \$
Ing. Fabricación	8 \$/hora	56	448
Ing. Asist. Fabricación	6 \$/hora	80	480
Ing. Control de Calidad	7 \$/hora	96	672
Soldador homologado 3G	5 \$/hora	112	560
Apoyo de soldador	2 \$/hora	88	176
Pintor capacitado	4 \$/hora	48	192
Apoyo de pintor	2 \$/hora	48	96
Total \$			2624

Material	Costo Unit	Cant. Utilizada	Costo total \$
Acero ASTM A36	1,52 \$/Kg.	2636	4006,7
Electrodo	3 \$/Kg.	90	270
Alambre soldadura	3,5 \$/Kg.	190	665
Pintura epóxica Jet 70 MP	2,3 xcap \$/m2	50,4	115,92
Esm. epóxica Durapox 950	2,7 xcap \$/m2	25,2	68,04
Diluyente	15,5 Gln	4	62
Serv. Arenado	7 \$/m2	25,2	176,4
Serv. Mecanizado CNC	20 \$/hora	40	800
Total \$			6164,1

Equipo	Costo Unit \$	Costo Hr/maq	Horas trabajadas	Costo total \$
Maq. soldar BLU MIG 350	2790	4.4	128	563.2
Máquina soldar RECIA	1954	3	32	96
Equipo corte por plasma	5189	8.1	56	453.6
Equipo oxicorte Victor	653	1,2	32	38.4
Compresor de aire 80 Gln	1600	2.5	120	300
Amoladora 4.5"	202	0,32	128	40.96
Consumibles	170	-	-	170
Total \$				1662.2

Análisis y Pruebas	Costo Unit	Cant. Utilizada	Costo total \$
Análisis de abrasivo	55 \$	1	55
Ensayo de tracción	20 \$	4	80
Ensayo macrografía	50 \$	3	150
Ensayo de doblez	15 \$	8	120
Adherencia de pintura	0 \$	1	0
Evaluación de soldador	60 \$	2	120
Capacitación de pintor	0 \$	2	0
Total \$			525

Costo total en fabric. (\$) = 10975.2

Costo Total Bastidor (\$) = 12507.8