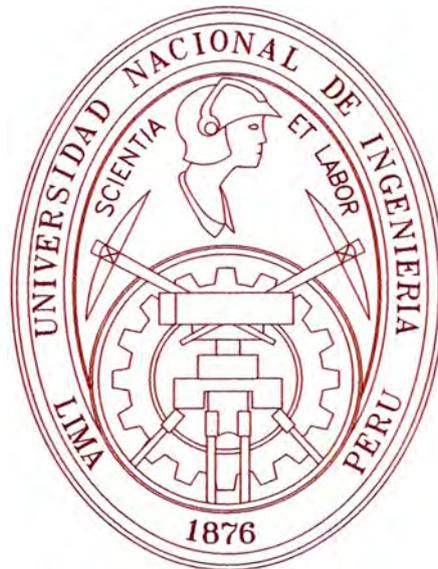


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA



**“IMPLEMENTACION DEL PROCEDIMIENTO PMBOK A
LA FABRICACION DE UN CARRO MINERO DE 40 PIES
CUBICOS DE CAPACIDAD”**

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO MECANICO

WILSON ARQUIMEDES SANCHEZ TAMAYO

PROMOCIÓN 1999-II

LIMA – PERU

2006

TABLA DE CONTENIDOS

PROLOGO

CAPITULO 1

INTRODUCCION

1.1 Generalidades.	4
1.2 Descripción de los carros mineros.	6
1.2.1 Tipo U.	6
1.2.2 Tipo V.	7
1.2.3 Tipo Gramby.	7
1.3 Características de los carros mineros.	8
1.4 Objetivo.	10
1.5 Alcance.	10
1.6 Limitaciones.	11

CAPITULO 2

MARCO TEÓRICO.

2.1 Que es un proyecto.	12
2.1.1 Temporario.	13
2.1.2 Producto, Servicio o Resultado Único.	14
2.1.3 Elaboración Progresiva.	14
2.2 Que es la Dirección de Proyectos.	15
2.2.1 Áreas de Conocimiento de la Dirección de Proyectos.	16

II

2.2.1.1	Gestión de la Integración del Proyecto.	16
2.2.1.2	Gestión del Alcance del Proyecto.	17
2.2.1.3	Gestión de Tiempos del proyecto.	18
2.2.1.4	Gestión de Costos del Proyecto.	19
2.2.1.5	Gestión de la Calidad del Proyecto.	20
2.2.1.6	Gestión de los Recursos Humanos del Proyecto.	21
2.2.1.7	Gestión de las Comunicaciones del Proyecto.	22
2.2.1.8	Gerencia del Riesgo del Proyecto.	23
2.2.1.9	Gestión de las Adquisiciones del Proyecto.	24
2.3	El Contexto de la Dirección de Proyectos.	25
2.3.1	Fases del Proyecto y ciclo de vida del Proyecto.	26
2.3.2	Características de las Fases del Proyecto.	27
2.3.3	Características del Ciclo de Vida del Proyecto.	28
2.3.4	Interesados del Proyecto.	29
2.3.5	Influencias de la Organización.	30
2.3.6	Habilidades Clave de Dirección en General.	31
2.3.6.1	Liderazgo.	31
2.3.6.2	Comunicación.	32
2.3.6.3	Negociación.	33
2.3.6.4	Resolución de Problemas.	34
2.3.6.5	Influencia de la Organización.	35
2.3.7	Influencias Sociales, Económicas y Ambientales.	35
2.3.7.1	Estándares y Regulaciones.	36
2.3.7.2	Internacionalización.	37

III

2.3.7.3 Influencias Culturales.	37
2.3.7.4 Sustentabilidad Social, Económica y Ambiental.	38
2.4 Procesos de la Dirección de Proyectos.	38
2.4.1 Procesos del Proyecto.	39
2.4.2 Grupos de Procesos.	40
2.4.3 Interacciones entre Procesos.	43
2.4.4 Adaptación de las Interacciones entre Procesos.	44

CAPITULO 3

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN

3.1 Trabajos de calderería.	47
3.1.1 Fabricación de la tolva.	50
3.1.2 Fabricación del chasis.	53
3.2 Trabajos de maquinado.	58
3.2.1 Fabricación de los ejes.	60
3.2.2 Fabricación de las ruedas.	62
3.3 Trabajo de ensamble procedimiento general.	65
3.3.1 Ensamble de trenes de ruedas.	67
3.4 Ensamble Final del carro V40.	69

CAPITULO 4

APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO PMBOK A LA FABRICACIÓN DE UN CARRO MINERO DE 40 PIES CUBICOS DE CAPACIDAD

4.1 Definición de la carta del proyecto.	74
4.1.1 Carta del Proyecto.	76
4.1.1.1 Visión.	77

IV

4.1.1.2 Metas.	77
4.1.1.3 Declaración del impacto.	78
4.1.1.4 Restricciones y Asumciones.	79
4.1.1.5 Alcance.	80
4.1.1.6 Objetivo del Proyecto.	81
4.1.1.7 Resumen Financiero.	82
4.1.1.8 Enfoque.	86
4.1.1.9 Organización del Proyecto.	88
4.1.2 Planificación del alcance.	93
4.1.2.1 Actividades para Manejo del Cambio.	95
4.1.2.2 Manejo de Cambios del Alcance.	96
4.1.2.3 Roles y Responsabilidades.	98
4.1.3 Planificación de recursos.	104
4.1.4 Planificación de Tiempos.	109
4.1.5 Enfoque de Calidad.	111
4.1.6 Control de Riesgos.	113
4.1.7 Planificación de las Comunicaciones.	117
4.1.8 Reglas del Proyecto.	120
4.1.8.1 Enfoque de Gerencia.	120
4.1.8.2 Normas Administrativas.	121
Conclusiones .	125
Bibliografía.	128
Apéndice.	129
Planos.	

PROLOGO

La minería es uno de los sectores más importantes de la economía peruana y representa normalmente más del 50% de las exportaciones peruanas con cifras alrededor de 4 mil millones de dólares al año. Por su propia naturaleza la gran minería constituye un sector que genera grandes movimientos de capital mas no de mano de obra, así el año 2004 aportó el 4.7% del PBI, sin embargo ocupó solo al 0.7% de la PEA . La minería se ha vuelto tan importante que desde el año 1993 el Perú ha duplicado su producción de minerales. Los principales minerales que exporta nuestro país son: cobre, hierro, plata, zinc, y plomo entre otros. Actualmente todos ellos son fuertemente demandados como insumos para procesos industriales de alto nivel tecnológico.

El Perú es un País de tradición minera. Durante la época de la colonia se explotaron las minas de plata de Potosí (Hoy Bolivia) y las minas de azogue de Santa Bárbara (Huancavelica). El azogue es conocido hoy como el mercurio y fue en su momento indispensable para la separación de la plata. Diversas fuentes coinciden que los minerales provenientes de estas minas permitieron la supervivencia y el desarrollo de Europa debido a que la minería en el pasado, estuvo totalmente orientada hacia ese mercado.

En el Perú la explotación minera en Cerro de Pasco comenzó el año 1905 y en 1922 se inauguró el complejo metalúrgico de la Oroya (Junín). En los años 90 se otorgaron numerosas concesiones mineras. Actualmente las mayores explotaciones de cobre se registran en Cuajote (Moquegua), Toquepala (Tacna), Cerro Verde (Arequipa) y Tintaya (Cuzco). Cerro de Pasco y sus inmediaciones siguen extrayendo zinc, plomo y plata. Marcona (Ica) con hierro y San Rafael (Puno) con estaño. Con respecto al oro, Yanacocha y Sipán (Cajamarca), Pierina (Ancash) y Santa Rosa (La Libertad) constituyen las mayores explotaciones mineras del país.

En el Capítulo 1 se tocan los siguientes temas: Generalidades, Descripción de los carros mineros, Características de los carros mineros, Objetivo, Alcance y Limitaciones del presente informe de suficiencia.

En el Capítulo 2 se desarrolla el marco teórico del procedimiento del PMBOK (Project Management Body Of Knowledge) y se muestran las nueve áreas más importantes del conocimiento, concernientes al desarrollo de todo proyecto. Este capítulo proporciona también una estructura básica para entender la Dirección de Proyectos, se define la terminología clave, se describe el entorno dentro del cual operan los proyectos, además se describe una visión general respecto de la forma en que diversos procesos de la Dirección de Proyectos interactúan entre sí.

En el Capítulo 3 se describe el proceso de fabricación de un carro minero, para el presente trabajo se ha tomado como modelo el carro modelo V40 que es un carro utilizado por la mayoría de las mineras de mediana producción, se ha trabajado en

base a este modelo debido a la gran cantidad de carros fabricados, durante el tiempo que se trabajó en una empresa metalmecánica dedicada a fabricaciones de estructuras mineras en general.

En el Capitulo 4 se desarrolla la aplicación del procedimiento PMBOK un Estándar Nacional Americano. Éste procedimiento se aplica de acuerdo al manual denominado Una Guía a los fundamentos de la Dirección de Proyectos ANSI/PMI 99-001-2000.

INTRODUCCION

1.1 Generalidades.

El Perú posee el 16% de las reservas de minerales conocidas en el mundo, incluyendo el 15% de las de cobre y el 7% de las de zinc. Se estima que hasta el día de hoy el Perú ha extraído únicamente el 12% de sus recursos minerales y que con tecnología adecuada puede triplicar su actual producción, especialmente en metales básicos. Los principales demandantes en metales básicos son Estados Unidos, Suiza y reino Unido. Así desde 1990 las extracciones en el Perú se han incrementado en 500%.

La privatización de la gran minería nacional, ha atraído a más de 100 empresas extranjeras. El 40% de estas inversiones procede de Canadá, y el resto de Australia, Estados Unidos, México, Sudáfrica, China, Suiza, Reino Unido, Luxemburgo e Italia. Las empresas estatales como Centromin y Minero Perú fueron prácticamente desactivadas y sus activos liquidados.

Para el período comprendido entre 1992 y 2007 se planearon invertir 9811 millones de dólares en el sector. El proyecto más ambicioso fue el de las empresas canadienses Noranda, Río Algon y Teck, y la japonesa Mitsubishi, en el complejo poli-metálico de Antamina que produce cobre, oro, plata y

zinc. Antamina se ubica en la provincia de Ancash y es considerado como uno de los mayores yacimientos del mundo.

La minería en el Perú genera mas de 430 mil puestos de trabajo los mismos que se concentran principalmente en el interior del país, de éste total 80 mil puestos de trabajo son generados directamente, mientras que 350 mil empleos son generados de manera indirecta contribuyendo además al desarrollo de las actividades productivas de las zonas de influencia y estimulando la ejecución de proyectos sociales como la construcción de carreteras, puentes y escuelas, entre otros. En los últimos 4 años la contribución de la minería en el Impuesto a la Renta de Tercera Categoría pasó en términos porcentuales de 14.3 a 38.5%. Precisamente, parte de los aportes de este impuesto es canalizado vía el canon minero, hacia las áreas de influencia de las compañías mineras. Entre los más favorecidos con el canon y las regalías se encuentran Cajamarca con 932 millones de soles, Moquegua con 562 millones y Tacna con 540 millones.

Un factor preocupante en la minería es el impacto ambiental, puesto que en los años 80 era señalada como la actividad económica más contaminante. Por ello se han establecido programas de evaluación de pasivos ambientales y planes de adecuación ambiental para la gran minería. Se estima en alrededor de US\$ 977.1 millones la inversión necesaria para mitigar la contaminación ambiental producida por las unidades mineras operativas. En cuanto a la mediana y pequeña minería se estima que existe un saldo de pasivos

ambientales de aproximadamente U\$ 181.4 millones, principalmente por contaminación en cuencas petrolíferas y lavaderos de oro. No obstante, la indefinición de derechos de propiedad reduce los incentivos para que las normas ambientales sean aplicadas y dificulta la fiscalización.

1.2 Descripción de los carros mineros.

En la minería extractiva subterránea, para el transporte del mineral hacia la superficie, se utilizan los carros mineros que son traccionados a través de una locomotora eléctrica en convoyes que pueden ser de 5 a 10 carros a la vez. Los diferentes modelos de carros que se emplean dependen básicamente de la capacidad de producción de la mina, la dimensión de las galerías y el tipo de mineral que se extrae. Se describe a continuación el tipo de carros más utilizados en minería de tipo subterránea.

1.2.1 Tipo U.

Se conoce como carro tipo U debido a la sección transversal que presenta la tolva, para la descarga del carro se utilizan balancines que van soldados a las caras laterales de la tolva y se apoyan en una estructura que va soldada al chasis del carro minero, para descargar éste carro el operario simplemente voltea la tolva de forma manual, la capacidad de éste carro se encuentra entre 21 a 35 pies cúbicos de acarreo de material, se utiliza en pequeña y mediana minería.

1.2.2 Tipo V.

Éste carro tiene la denominación de V, también por la forma de la sección transversal de la tolva, en éste tipo de carro el sistema de volteo consta de cremalleras las cuáles van soldadas a la parte lateral de la tolva y la cremallera de apoyo, va soldada a una estructura en el chasis. La descarga en éste tipo de carro es también manual pero se acciona primero un pedal que va en la parte inferior del chasis luego el operario voltea la tolva de forme manual y lo hace con poco esfuerzo ya que las cremalleras permiten un accionamiento poco brusco de la tolva.

Los carros tipo V se fabrican para capacidades que van de 40 a 60 pies cúbicos, y son utilizados en empresas mineras de mediana producción. Para unir los convoyes se utilizan enganches automáticos tipo Willinson.

1.2.3 Tipo Gramby.

Éste carro es utilizado en empresas de gran producción ya que la capacidad de éste carro va de 60 a 180 pies cúbicos, el sistema de volteo en éste caso ya no es manual debido a la gran cantidad de mineral que acarrea. Para descargar éste carro se utiliza una estructura

tipo rampa que se ubica al costado de la línea donde se desplaza el carro, la estructura tipo rampa es una vía que va aumentando su pendiente hasta una altura determinada y luego baja con la misma pendiente. Sobre ésta estructura se va desplazando una quinta rueda que va adherida en la parte media de la tolva, cuando ésta rueda empieza a subir la rampa la compuerta del carro se va abriendo automáticamente hasta abrirse totalmente cuando la quinta rueda a llegado al punto máximo de la rampa y luego cuando desciende, la compuerta se va cerrando por el sistema basculante que posee.

1.3 Características de los carros mineros.

Todos los carros mineros son fabricados con las mismas características generales ya que todos ellos cumplen la misma función que es la de acarrear mineral de los socavones hacia la superficie de la mina, desde donde se transporta el mineral hacia los procesos de chancado, molienda, flotación, espesamiento y refinación. Todos los carros mineros poseen los siguientes elementos:

- **Tolva.** Se fabrica en acero de alta resistencia a la abrasión y al impacto, los aceros que más se utilizan en la fabricación de tolvas son el ASTM A-36 así como también el ASTM A-242 (Tipo Cor-Ten) ó el ASTM A-517 (T-1).

- **Chasis.** Se fabrica básicamente de perfiles y/o planchas de acero estructural, debido a que debe soportar esfuerzos de tracción, compresión e impacto.
- **Tren de Ruedas.** Van apoyadas sobre rodamientos de tipo cónico, deben ser resistentes al impacto, las ruedas se fabrican en fundición de acero ASTM A148 grado 90-60 ó también ASTM A148 grado 105-85. El maquinado de la rueda donde van alojados los rodamientos es muy importante para la duración de éstos. Los ejes se fabrican en acero AISI SAE 4140.
- **Sistema de volteo.** El sistema de volteo tipo cremallera para el carro minero tipo V40 se fabrica en piezas de fundición de acero. Material acero fundido ASTM A27 Grado 70-40.
- **Enganches.** En los carros tipo U el enganche se fabrica en platina de acero estructural con un agujero fabricado en ambos extremos para unirlos con un pin pasante, pero en los carros tipo V o tipo Gramby se emplean enganches automáticos que se fabrican de fundición son los enganches del tipo Willinson, para la unión se éste tipo de enganche no se utiliza una platina de acero, éste tipo de enganche se adhiere por la presión que se genera al unirse los carros en el convoy respectivo.

1.4 Objetivo.

El objetivo del presente informe de suficiencia es el de aplicar el manual PMBOK (Project Management Body Of Knowledge) como una herramienta para estandarizar y controlar los procesos de fabricación de un carro minero. En éste caso se está trabajando con el carro minero tipo V40 aprovechando la experiencia adquirida en la fabricación de éste tipo de herramienta. El manual PMBOK también se puede aplicar a carros mineros de mayor capacidad, siguiendo los pasos que se han dado para la fabricación del V40.

1.5 Alcance.

El alcance de éste informe de suficiencia solamente abarca lo concerniente al proceso de fabricación de un carro minero tipo V40 (40 pies cúbicos de capacidad) dado el auge que presenta la minería en los actuales momentos sobre todo la producción y exportación del zinc, plata, plomo, oro etc. las empresas mineras que se dedican a la producción de éste tipo de minerales, utilizan este modelo de carros mineros debido a su gran facilidad de operación tanto en los procesos de carga como de descarga.

El proceso de fabricación se hará en un taller mecánico que cuente con algunas herramientas básicas entre ellas, torno paralelo, taladro fresador, equipo de oxicorte, máquina de soldar, roladora, herramientas de banco.

1.6 Limitaciones.

La fabricación en el taller del carro minero abarcará todo lo que estipulan los planos de fabricación excepto los enganches tipo Willinson así como también las cremalleras que se utilizan para el sistema de volteo que se comprarán con todos sus elementos de la empresa de fundición dado que los talleres de metalmecánica, no cuentan a la vez con una fundición que les permita fabricar en forma integral dichas piezas.

Concluido el proceso de fabricación la empresa minera se encargará del transporte de los carros hacia la mina en donde se someterán a las pruebas de funcionamiento con carga.

CAPITULO 2

MARCO TEÓRICO

Fundamentos de Dirección de Proyectos (PMBOK) (Project Management Body of Knowledge) es un término genérico que describe la totalidad de los conocimientos de la profesión de dirección de proyectos. Al igual que en otras profesiones como abogacía, medicina o ciencias económicas los conocimientos residen en los practicantes y los académicos que lo aplican y lo desarrollan. El conjunto completo de conocimientos de dirección de proyectos incluye conocimientos de prácticas tradicionalmente aplicadas, así como conocimientos de prácticas innovadoras y avanzadas de uso limitado e incluye tanto material publicado como no publicado.

2.1 Que es un proyecto.

Las organizaciones ejecutan trabajos. El trabajo generalmente involucra tanto operaciones como proyectos, ambos comparten características por ejemplo: son realizados por personas, restringidos por recursos limitados, planificados, ejecutados y controlados.

Los proyectos son frecuentemente implementados como un medio para ejecutar un plan estratégico. Operaciones y proyectos difieren primordialmente en que las operaciones son continuas y repetitivas, mientras que los proyectos son

temporarios y únicos. Un proyecto puede entonces ser definido de acuerdo con sus características distintivas. Un proyecto es un emprendimiento temporario realizado para crear un producto o servicio único. Temporario significa que cada proyecto tiene un comienzo definido y un final definido. Único significa que el producto o servicio es diferente de alguna manera que lo distingue de otros productos o servicios. Para muchas organizaciones los proyectos son instrumentos para responder a requerimientos que no pueden ser atendidos dentro de los límites operacionales normales de la organización.

Los proyectos son emprendidos en todos los niveles de las organizaciones. Ellos pueden involucrar a una sola persona o a miles. Su duración varía desde unas pocas semanas hasta más de cinco años. Los proyectos pueden involucrar una sola unidad de la organización o puede cruzar sus fronteras, como en las asociaciones y convenios para un proyecto determinado. Los proyectos son críticos para la ejecución de las estrategias de negocio de las organizaciones ejecutantes, porque los proyectos son instrumentos por medio de las cuales se implementan las estrategias.

2.1.1 Temporario.

Temporario significa que cada proyecto tiene un comienzo definido y un final definido. El final se alcanza cuando se han logrado los objetivos del proyecto o cuando queda claro que los objetivos del proyecto no serán o no podrán ser alcanzados, o cuando la necesidad del proyecto ya no existe y el

proyecto es cancelado. Temporario no necesariamente significa de corta duración, muchos proyectos duran varios años. En cada caso sin embargo, la duración del proyecto es finita. Adicionalmente, temporario no se aplica generalmente a los productos o servicios creados por el proyecto. Los proyectos pueden tener frecuentemente impactos sociales, económicos o ambientales, intencionales o no, que perduraran más que los propios proyectos.

2.1.2 Producto, Servicio o Resultado Único.

Los proyectos involucran hacer algo que no se ha hecho antes y que es entonces único. Un producto o servicio puede ser único aún cuando la categoría a la que pertenece sea amplia. Por ejemplo muchos miles de edificios de oficinas han sido construidos, pero cada edificio es único ya que difiere de propietario, diseño, ubicación, etc.

2.1.3 Elaboración Progresiva.

La elaboración progresiva es una característica de los proyectos que integra los conceptos de temporario y único, debido a que el resultado de cada proyecto es único, las características que distinguen al producto o servicio deben ser elaborados progresivamente, esto es “siguiendo paso a paso, progresando continuamente a través de incrementos” mientras que elaborado significa “llevado a cabo cuidadosa y detalladamente, desarrollado por

completo”. Estas características distintivas van a ser definidas genéricamente al comienzo del proyecto y se volverán mas explicitas y detallada a medida que el equipo del proyecto desarrolle un mejor y mas completo entendimiento del producto.

2.2 Que es la Dirección de Proyectos.

La dirección de proyectos es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para satisfacer los requerimientos del proyecto. La dirección de proyectos se realiza a través del uso de proceso como: inicio, planificación, ejecución, control y cierre.

El término dirección de proyectos es a veces utilizado para describir un enfoque organizativo para el manejo de las operaciones continuas. Este enfoque mas propiamente identificado como dirección por procesos trata como proyectos a muchos de los aspectos de las operaciones continuas para aplicar en ellos las técnicas de la dirección de proyectos. Es importante notar que muchos de los procesos de la dirección de proyectos son iterativos por naturaleza. Esto se debe en gran parte a la elaboración progresiva dentro del proyecto, a través del ciclo de vida del mismo, es decir cuanto mas se sabe de un proyecto mejor se esta preparado para manejarlo. Aún cuando el entendimiento de la dirección de proyectos es crítico para una organización que utiliza la dirección de proyectos, el tratamiento detallado de este enfoque esta fuera del alcance de este informe de suficiencia.

2.2.1 Áreas de Conocimiento de la Dirección de Proyectos.

La sección de conocimiento de la dirección de proyectos, describe los conocimientos y las practicas de la dirección de proyectos en términos de los procesos que la componen. Estos procesos han sido organizados dentro de nueve áreas de conocimiento como se describe a continuación:

2.2.1.1 Gestión de la Integración del Proyecto.

Área del conocimiento de la gerencia de proyecto que incluye los procesos requeridos para asegurar que los elementos del proyecto estén coordinados correctamente. Esta área de conocimiento incluye los puntos que se dan a continuación.

- *Desarrollo del plan de proyecto:* Integrar y coordinar todo el proyecto, planear y crear un documento coherente.
- *Ejecución del plan del proyecto:* realizar el plan del proyecto, ejecutando las actividades que conllevan al desarrollo integral del proyecto.

- *Control integrado de cambios:* cambios que coordinan a través de todo el proyecto.

2.2.1.2 Gestión del Alcance del Proyecto.

Área de conocimiento de la gerencia de proyectos que incluye los procesos requeridos para asegurar que el proyecto incluya todo el trabajo requerido y solamente el trabajo requerido para terminar el proyecto con éxito. Esta área del conocimiento incluye las fases de inicio, planificación del alcance, definición del alcance, verificación del alcance, control de cambios del alcance.

- ***Inicio:*** autorizar el proyecto o la fase.
- ***Planificación del alcance:*** desarrollar una declaración escrita del alcance como la base para las decisiones futuras del proyecto.
- ***Definición del alcance:*** subdividir los entregables principales del proyecto en componentes más pequeños, más manejables.
- ***Verificación del alcance:*** formalización de la aceptación del alcance del proyecto.

- **Control de los cambios del alcance:** control de los cambios al alcance del proyecto.

2.2.1.3 Gestión de Tiempos del proyecto.

Área del conocimiento de la gerencia de proyecto que incluye los procesos requeridos para asegurar la terminación oportuna del proyecto. Esta área del conocimiento incluye: definición de actividades, secuencia de actividades, estimación de duración de actividades, desarrollo del cronograma y control del cronograma.

- **Definición de actividades:** identifica las actividades específicas que se deben realizar para producir los entregables y los sub-entregables del proyecto.
- **Secuencia de Actividades:** identificación y documentación de dependencias de la interactividad. Las actividades deben secuenciarse en forma precisa para sustentar el desarrollo del cronograma.
- **Estimación de Duración de Actividades:** estimando el número de los períodos del trabajo que serán necesarios terminar actividades individuales.

- ***Desarrollo del Cronograma:*** analizar secuencias de la actividad, duraciones de la actividad, y requisitos de recurso para crear el cronograma del proyecto.
- ***Control del Cronograma:*** control de cambios al cronograma del proyecto.

2.2.1.4 Gestión de Costos del Proyecto.

Área del conocimiento de la gerencia de proyecto que incluye los procesos requeridos para asegurar que el proyecto esté terminado dentro del presupuesto aprobado. La gestión de costos del proyecto comprende la planificación del recurso, estimado del costo, asignación del presupuesto de costos y control de costos.

- ***Planificación del recurso:*** determina qué recursos (gente, equipo, materiales) y qué cantidades de cada uno se deben utilizar para realizar actividades del proyecto. Debe estar estrechamente coordinada con la estimación de costos, la cual fue anteriormente descrita. La planificación de recursos es muy importante para llevar adelante el desarrollo del proyecto.

- ***Estimado de Costo:*** desarrolla una aproximación (estimación) de los costos de los recursos necesarios para terminar las actividades del proyecto.
- ***Asignación del presupuesto de costos:*** asignación de los de costos globales estimados a las actividades individuales del trabajo.
- ***Control de costos:*** cambios que controlan al presupuesto de proyecto.

2.2.1.5 Gestión de la Calidad del Proyecto.

Área del conocimiento de la gerencia de proyecto que incluye los procesos requeridos para asegurar que el proyecto satisfaga las necesidades para las cuales fue iniciado. Incluye todas las actividades derivadas de la función gerencial con las que se establece la política de calidad, los objetivos así como su implementación a través de la planificación de la calidad. Consiste en planeamiento de la calidad, aseguramiento de la calidad y control de calidad.

- ***Planeamiento de la calidad:*** identificación de los estándares de calidad relevantes al proyecto y determinar cómo satisfacerlos.

- ***Aseguramiento de la calidad:*** evaluación del desempeño del proyecto sobre una base regular para proporcionar confianza que el proyecto satisfaga los estándares de calidad.
- ***Control de calidad:*** la supervisión para determinar si se cumple con los estándares de calidad y maneras de eliminar causas del funcionamiento insatisfactorio.

2.2.1.6 Gestión de los Recursos Humanos del Proyecto.

Área del conocimiento de la gerencia de proyectos que incluye los procesos requeridos para hacer el uso más eficaz de las personas involucradas con el proyecto. Se tocan los puntos: Planificación organizacional, adquisición de personal y desarrollo del equipo.

- ***Planificación organizacional:*** identifica, documenta, y asigna roles del proyecto, responsabilidades, y relaciones de reporte para el proyecto.
- ***Adquisición del personal:*** conseguir los recursos humanos necesarios y suficientes para trabajar en el desarrollo de todo el proyecto.

- ***Desarrollo del equipo:*** habilidades individuales que se convierten en equipos de alto desempeño para mejorar el rendimiento del proyecto.

2.2.1.7 Gestión de las Comunicaciones del Proyecto.

Área del conocimiento de la gerencia de proyectos que incluye los procesos requeridos para asegurar la generación oportuna y apropiada, la colección, difusión, almacenaje, y última disposición de la información del proyecto. En esta área se incluye: Planificación de comunicaciones, distribución de la información, informes de rendimiento, cierre administrativo.

- ***Planificación de las comunicaciones:*** determina la información y las necesidades de comunicaciones de los interesados en el proyecto: quién necesita qué información, cuando la necesitará, y cómo será entregada.
- ***Distribución de la información:*** determina que la información necesaria este disponible para entregarla a los interesados en el proyecto de una manera oportuna tanto dentro de la organización como fuera de ella.

- ***Informes de rendimiento:*** recolección y distribución de la información del rendimiento. Incluye informes de situación, medición del progreso y pronóstico de terminación.
- ***Cierre administrativo:*** genera, recolecta, y distribuye la información para formalizar la terminación de la fase o del proyecto.

2.2.1.8 Gerencia del Riesgo del Proyecto.

Área del conocimiento que incluye los procesos requeridos para identificar, analizar y responder al riesgo del proyecto. Incluye el análisis de los sucesos positivos y el reducir al mínimo la probabilidad de sucesos adversos al proyecto.

- ***Planificación de la gerencia de riesgo:*** en ésta etapa se decide cómo enfocar y planificar las actividades de la gerencia de riesgo del proyecto.
- ***Identificación de riesgos:*** determina qué riesgos pueden afectar el proyecto y la documentación de sus características para poder prevenirlos.

- ***Análisis cualitativo de riesgos:*** ejecución de un análisis cualitativo de riesgos y las condiciones para dar la prioridad según sus efectos los objetivos del proyecto.
- ***Análisis cuantitativo de riesgos:*** midiendo la probabilidad y las consecuencias de riesgos y de estimar sus implicancias en los objetivos del proyecto.
- ***Planificación de la respuesta a riesgos:*** procedimientos y técnicas para aumentar oportunidades y reducir amenazas a los objetivos del proyecto.
- ***Supervisión y control de riesgos:*** supervisa riesgos residuales, identifica nuevos riesgos y ejecuta planes de reducción de riesgos y la evaluación de su eficacia a través del ciclo de vida del proyecto.

2.2.1.9 Gestión de las Adquisiciones del Proyecto.

Área del conocimiento de la gerencia de proyecto que incluye los procesos requeridos para adquirir bienes y servicios de organizaciones externas, con el fin de alcanzar los objetivos del proyecto. Toca los puntos: Planificación de la procura, solicitud de proveedores, solicitud y selección de proveedores, administración y cierre del contrato

- ***Planificación de la procura:*** determina qué adquirir y cuando.
- ***Planificación de la solicitud de proveedores:*** documenta requisitos del producto e identifica potenciales proveedores.
- ***Solicitud de proveedores:*** cotizaciones, licitaciones, ofertas o propuestas, según sea apropiado.
- ***Selección de proveedores:*** elegir entre vendedores potenciales.
- ***Administración del contrato:*** manejo de la relación con el vendedor.
- ***Cierre del contrato:*** terminación y liquidación del contrato, incluyendo la resolución de todos los asuntos pendientes.

2.3 El Contexto de la Dirección de Proyectos.

Los proyectos y la dirección de proyectos operan en un contexto más amplio que el atribuible al propio proyecto. El equipo de dirección de proyectos debe entender ésta amplitud de contexto, gestionar las actividades del día a día del proyecto que son necesarias para alcanzar el éxito. El contexto de la dirección de proyectos, cubre: Fases del proyecto y ciclo de vida, Interesados del proyecto,

Influencias de la Organización, Habilidades clave de la dirección en general e Influencias sociales, económicas y ambientales.

2.3.1 Fases del Proyecto y Ciclo de Vida del Proyecto.

Debido a que los proyectos son un emprendimiento único, implican un cierto grado de incertidumbre. Las organizaciones ejecutantes usualmente dividen cada proyecto en varias fases para mejorar su control y proporcionar vínculos con las operaciones continuas de la organización ejecutante.

El conjunto de las fases del proyecto se conoce como el ciclo de vida del proyecto. En la Figura 1 se muestran las fases y ciclo de vida de un proyecto. En dicha figura podemos ver las fases de inicio, planificación, ejecución, control y cierre. Cada fase a la vez se puede subdividir en otras 5 subfases.

Cada una de éstas subfases a la vez se pueden dividir nuevamente en otra fase de inicio, planificación, control y cierre y cada subfase se puede tomar como un ciclo.

Aún cuando muchos ciclos de vida de proyectos tienen nombres de fases similares y requieren entregables similares, muy pocos son idénticos. La mayoría tiene cuatro o cinco fases, pero algunos tienen nueve o más. Incluso

dentro de una misma área de aplicación puede haber variaciones significativas.

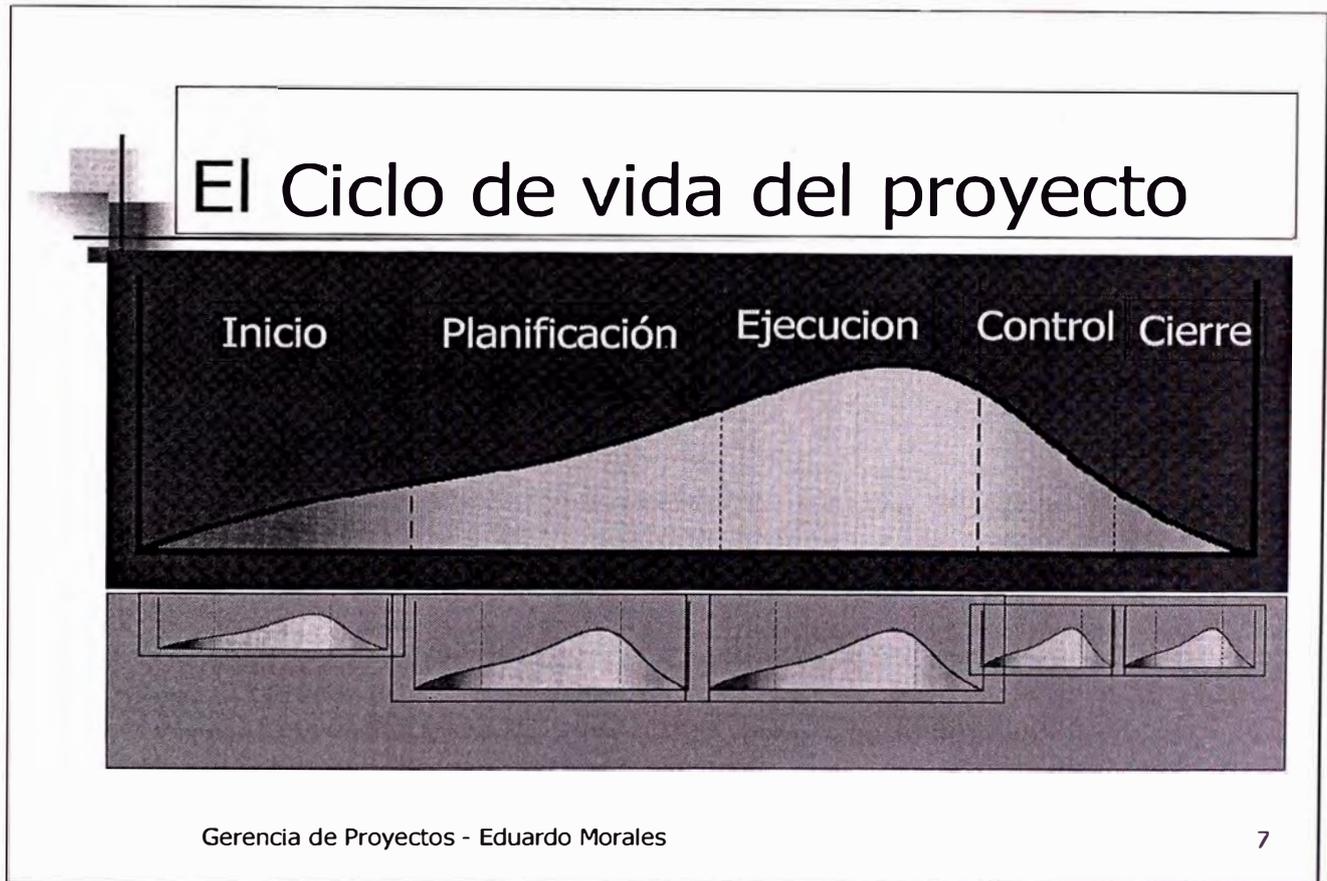


Figura 1

2.3.2 Características de las Fases del Proyecto.

Cada fase del proyecto se completa con la obtención de uno o más entregables. Un entregable, en términos de dirección de proyectos, es el producto de un trabajo, tal como un estudio de factibilidad, un diseño detallado o un prototipo. Los entregables, y por lo tanto las fases, son

parte de una secuencia lógica diseñada para asegurar la definición apropiada del producto del proyecto.

El fin de la fase de un proyecto generalmente está marcado por una revisión de los entregables claves y el rendimiento del proyecto hasta la fecha para determinar si el proyecto debe comenzar su próxima fase y para detectar y corregir errores en una forma efectiva en términos de costo.

Cada fase del proyecto normalmente incluye un grupo de entregables específicos, diseñados para establecer el nivel deseado de control de gestión. La mayoría de estos elementos están relacionados con un entregable principal de la fase. Las fases toman típicamente sus nombres en relación con éstos elementos: requerimientos, diseño, construcción, pruebas, puesta en marcha, etc.

2.3.3 Características del Ciclo de Vida del Proyecto.

El ciclo de vida del proyecto define también el comienzo y el final de un proyecto. Por ejemplo, cuando una organización identifica una oportunidad a la cual le interesaría responder, frecuentemente autoriza una evaluación de las necesidades y/o realiza un estudio de factibilidad para decidir si se emprenderá u no se emprenderá un proyecto. La definición del ciclo de vida del proyecto determinará si el estudio de factibilidad

debe tratarse como la primera fase del proyecto o como un proyecto separado.

La definición del ciclo de vida del proyecto también determina que acciones de transición se incluyen al principio y al final de un proyecto y cuales no se incluyen. De esta forma, la definición del ciclo de vida del proyecto puede utilizarse para vincular al proyecto con las operaciones continuas de la organización ejecutante.

La secuencia de fases definida en la mayoría de los ciclos de vida de proyectos generalmente involucra cierta forma de transferencia de tecnología, como sucede al pasar de requerimientos a diseño, de construcción a operaciones o de diseño a producir. Los entregables de la fase precedente son usualmente aprobados antes de comenzar el trabajo de la próxima fase. Sin embargo en algunos casos se comienza la fase subsiguiente antes de aprobar el entregable de la fase anterior. Esto se hace cuando el riesgo involucrado es razonablemente aceptable. Esta práctica de superponer las fases es frecuentemente llamada *camino acelerado*.

2.3.4 Interesados del Proyecto.

Los interesados en el proyecto (stakeholders) son individuos y organizaciones que están activamente involucrados en el proyecto o cuyos

intereses pueden ser afectados positiva o negativamente como resultado de la ejecución o conclusión del proyecto. Ellos también pueden ejercer influencia sobre el proyecto y sus resultados. El equipo de dirección de proyectos debe identificar a los interesados, determinar sus requerimientos y entonces gestionar e influir sobre esos requerimientos para asegurar el éxito del proyecto. La identificación de los interesados es con frecuencia especialmente difícil.

Dentro de los interesados clave de los proyectos se encuentran: El Director del Proyecto que es la persona encargada del proyecto, el Cliente que es la persona u organización que utilizará el resultado del proyecto, la Organización Ejecutante que es la empresa cuyos empleados están mas directamente involucrados en realizar el trabajo del proyecto, los Miembros del Equipo del Proyecto que es el grupo que ejecuta el trabajo del proyecto, el Patrocinador que es el individuo o grupo externo a la organización ejecutante que proporciona los recursos financieros, en efectivo o de otra manera, para el proyecto.

2.3.5 Influencias de la Organización.

Los proyectos son típicamente parte de una organización mayor que la del proyecto, corporaciones, agencias de gobierno, instituciones de salud, entidades internacionales, asociaciones profesionales, y otras. Incluso cuando el proyecto es la organización (convenios, asociaciones), estará

igualmente influenciado por la organización u organizaciones que le dieron lugar. La madurez de la organización con respecto a sus sistemas de dirección de proyectos, el estilo, la cultura, la estructura de la organización y la oficina de dirección de proyectos pueden también influir en el proyecto.

2.3.6 Habilidades Clave de Dirección en General.

Dirección en general es un concepto amplio que se refiere a cada aspecto de la gestión continua de una empresa. Las habilidades de gestión en general proporcionan la mayor parte de los cimientos para la construcción de habilidades de dirección de proyectos. Son frecuentemente esenciales para el director de proyecto.

En cualquier proyecto, las habilidades relativas a una gran cantidad de temas generales de gestión serán requeridas. En esta sección se describen las habilidades clave de gestión en general que tienen *alta probabilidad de afectar a la mayoría de los proyectos*.

2.3.6.1 Liderazgo.

Kotter distingue entre *liderar y gestionar*, enfatizando a la vez la necesidad de ambos: el uno sin el otro tiende a producir pobres resultados. Él dice, que gestionar es preocuparse de “producir

consistentemente los resultados clave esperados por los interesados”, mientras que liderar involucra:

- Establecer la dirección, desarrollar tanto una visión del futuro como la estrategia para producir los cambios necesarios para alcanzar esa visión.
- Alinear a la gente, comunicar esa visión a todos aquellos cuya cooperación se requiere para alcanzar la visión.
- Motivar e inspirar, ayudar a que la gente se auto-potencie para vencer las barreras que se oponen a los cambios.

En un proyecto, particularmente en un gran proyecto, generalmente se espera que el Director de Proyecto sea también su líder. Sin embargo el liderazgo no solamente es limita al director de proyecto, también puede ser demostrado por muchos individuos diferentes. El liderazgo debe ser demostrado en todos los niveles del proyecto.

2.3.6.2 Comunicación.

La comunicación implica el intercambio de información. El emisor es responsable de la claridad de la información, para evitar la

ambigüedad y asegurar que esté completa, de forma que quien la recibe lo haga de forma correcta. El receptor es responsable de asegurar que la información se recibe en forma completa y se entiende correctamente. La comunicación tiene muchas dimensiones. Puede ser:

- Escrita y oral.
- Interna y externa, es decir dentro del proyecto o hacia el cliente.
- Formal e informal, informes o memos etc.
- Modelos emisor receptor.
- Estilo de escritura

2.3.6.3 Negociación.

Negociar implica debatir con otros para defenderse con ellos o alcanzar un acuerdo. El acuerdo puede ser negociado directamente o con asistencia, la mediación o el arbitraje de dos tipos de negociación asistida.

Las negociaciones ocurren acerca de muchos temas, en muchos momentos y en diversos niveles del proyecto. Durante el transcurso de un proyecto típico, el personal del proyecto suele negociar por alguno o todos los siguientes aspectos.

- Objetivo del alcance.
- Cambios de alcance.
- Costo y cronograma.
- Términos y condiciones contractuales.
- Asignaciones.
- Recursos.

2.3.6.4 Resolución de Problemas.

La resolución de problemas implica una combinación de definición del problema y toma de decisiones.

La definición del problema requiere distinguir entre causas y síntomas. Los problemas pueden ser internos o externos, técnicos o interpersonales.

La toma de decisiones implica analizar el problema para identificar soluciones variables y entonces tomar una decisión eligiendo entre ellas.

2.3.6.5 Influencia de la Organización.

Influir en la organización implica la habilidad de “hacer que las cosas se hagan”. Esto requiere entender las estructuras formales e informales de todas las organizaciones involucradas, la organización ejecutante, el cliente, los socios, los contratistas y muchos otros. Influir en la organización también requiere conocer a los mecanismos de poder y políticos.

2.3.7 Influencias Sociales, Económicas y Ambientales.

Como en el caso de las habilidades de gestión en general, la influencia socioeconómica incluye una amplia gama de conceptos y de temas. El equipo de dirección de proyectos debe entender que las condiciones y tendencias reinantes en ésta área pueden tener grandes efectos en su proyecto: Un pequeño cambio aquí puede traducirse, usualmente luego de un tiempo, en

una convulsión catastrófica dentro del propio proyecto. De las muchas influencias socioeconómicas potenciales, las principales categorías que frecuentemente afectan a los proyectos se describen brevemente a continuación.

2.3.7.1 Estándares y regulaciones.

La Organización Internacional de Estandarización (ISO) establece la siguiente diferencia entre estándares y regulaciones.

- ***Un estándar*** es un “documento aprobado por un cuerpo reconocido que proporciona, para uso común y repetido, reglas, guías o características para productos, procesos o servicios cuyo cumplimiento no es obligatorio”.
- ***Una regulación*** es un “documento que describe las características de productos, procesos o servicios, incluyendo las estipulaciones administrativas aplicables, cuyo cumplimiento es obligatorio”, por ejemplo el reglamento de construcción es un ejemplo de regulación.

Debe distinguirse cuidadosamente entre estándares y regulaciones, debido a que existe un área gris entre las dos.

- Los estándares suelen comenzar como guías que describen un enfoque preferido, y luego, con su adopción generalizada, se convierten en regulaciones de facto.
- El cumplimiento puede ser obligatorio en diferentes niveles.

2.3.7.2 Internacionalización.

A medida que crece la cantidad de organizaciones que se involucran en trabajos que trascienden las fronteras de sus países, hay más proyectos que se expanden fuera de las fronteras nacionales. Además de la tradicional preocupación por alcance, costo, tiempo y calidad, el equipo de dirección de proyectos debe también considerar el efecto de la diferencia en usos de horarios, feriados nacionales y regionales, requerimientos para viajes para reuniones personales, la logística para tele conferencias y las frecuentemente volátiles diferencias políticas.

2.3.7.3 Influencias Culturales.

Cultura es la “totalidad de los patrones de comportamiento transmitidos socialmente, el arte, las creencias, las instituciones y todo otro resultado del trabajo y el pensamiento humano”. Cada proyecto debe operar dentro de un contexto de una o varias normas culturales. Ésta área de influencia incluye aspectos políticos, económicos,

demográficos, educativos, éticos, étnicos, religiosos y otros relativos a prácticas, creencias y actitudes que afectan la forma en que interactúan las personas y las organizaciones.

2.3.7.4 Sustentabilidad Social, Económica y Ambiental.

Virtualmente todos los proyectos se planifican e implementan en un contexto social, económico y ambiental y tienen impactos positivos y negativos deseados y no deseados. Las organizaciones son cada vez más responsables por el impacto del resultado de sus proyectos, así como por el efecto de sus proyectos sobre la gente, la economía y el medio ambiente hasta bastante tiempo después de haber completado un proyecto.

2.4 Procesos de la Dirección de Proyectos.

La Dirección de Proyectos es un esfuerzo integrador, una acción o la falta de acción en una de las áreas afectará por lo general, otras áreas. Las interacciones pueden ser directas y bien entendidas o pueden ser sutiles e inciertas. Por ejemplo un cambio de alcance casi siempre afectará el costo del proyecto, pero puede o no afectar la motivación del equipo o la calidad del producto.

Estas interacciones a menudo requieren intercambios entre los objetivos del proyecto, el desempeño de una de las áreas solo puede incrementarse sacrificando el desempeño en otra de ellas. Los intercambios específicos de desempeño pueden variar de proyecto a proyecto y de organización a organización. La gestión exitosa del proyecto requiere resolver éstas interacciones en forma activa. Muchos profesionales de dirección del proyecto se refieren a la triple restricción del proyecto como un marco de referencia para evaluar demandas en competencia. La triple restricción del proyecto se representa gráficamente como un triángulo en el cual cada uno de los lados, representa uno de los parámetros que maneja el equipo de proyecto.

Para comprender mejor la naturaleza integradora de la dirección del proyecto y para enfatizar la importancia de la integración, éste documento describe la dirección del proyecto en función de sus procesos componentes y sus interacciones. En ésta parte veremos el concepto de dirección de proyectos como una cantidad de procesos interconectados.

2.4.1 Procesos del Proyecto.

Los proyectos se componen de procesos. Un proceso es “una serie de acciones que producen un resultado”. Los procesos de proyecto son ejecutados por personas y, por lo general, pertenecen a una de las dos siguientes categorías principales:

- ***Procesos de la dirección del proyecto***, especifican y crean el producto del proyecto. Los procesos orientados al producto comúnmente se definen de acuerdo el ciclo de vida del proyecto y varían según el área de aplicación.
- ***Procesos orientados al producto***, especifican y crean el producto del proyecto.

Los procesos de dirección del proyecto y los procesos orientados al producto se superponen e interactúan durante el proyecto. Por ejemplo, el alcance del proyecto no se puede establecer si no se cuenta con una elemental comprensión de cómo crear el producto.

2.4.2 Grupos de Procesos.

Los procesos de dirección de proyectos pueden ser organizados en 5 grupos, de uno o más procesos cada uno estos procesos son los de iniciación, proceso de planificación, proceso de ejecución, proceso de control y proceso de cierre.

- ***Proceso de iniciación.*** Autorización del proyecto o de una fase del mismo.

- ***Proceso de planificación.*** Definición y refinamiento de objetivos, selección de la mejor alternativa entre posibles cursos de acción para lograr los objetivos a alcanzar por el proyecto.
- ***Proceso de ejecución.*** Coordinación de las personas y de otros recursos necesarios para llevar a cabo el plan.
- ***Proceso de control.*** Aseguramiento de que se cumplan los objetivos del proyecto mediante la supervisión y la medición regular del avance para identificar las variaciones con respecto al plan y poder tomar las acciones correctivas cuando sea necesario.
- ***Procesos de cierre.*** Formalización de acuerdo a la aceptación del proyecto o de una fase y organización de un final ordenado.

Los grupos de procesos se vinculan por los resultados que producen, el resultado o salida de uno de ellos a menudo constituye la entrada de otro proceso. Los vínculos de los grupos de procesos centrales son iterados, planificación por ejemplo provee a ejecución, al comienzo del proyecto, un plan de proyecto documentado y luego, a medida que el proyecto progresa, entrega actualizaciones documentadas de dicho plan. Las conexiones de los procesos de inicio, planificación control y cierre se muestran en la Figura 2.

La repetición de los procesos de iniciación al comienzo de cada fase permite mantener el proyecto enfocado en los objetivos del negocio, dado que son éstos la causa de su implementación. Asimismo, debería ayudar a decidir la cancelación del proyecto si ya no existen las necesidades del negocio o si el proyecto ya no tiene probabilidades adecuadas de satisfacer tales necesidades.



Figura N° 2

Los grupos de procesos de dirección de proyectos no son eventos discretos puntuales más bien son actividades que se superponen y que se ejecutan con variada intensidad a través de cada fase del proyecto, como se muestra en la Figura N° 3.

Las iteraciones entre los grupos de procesos atraviesan las fases de modo tal que el cierre de una fase brinda los elementos necesarios para el inicio de la fase siguiente. Por ejemplo tenemos que el cierre de una fase de diseño requiere la aceptación por parte del cliente del documento resultante.

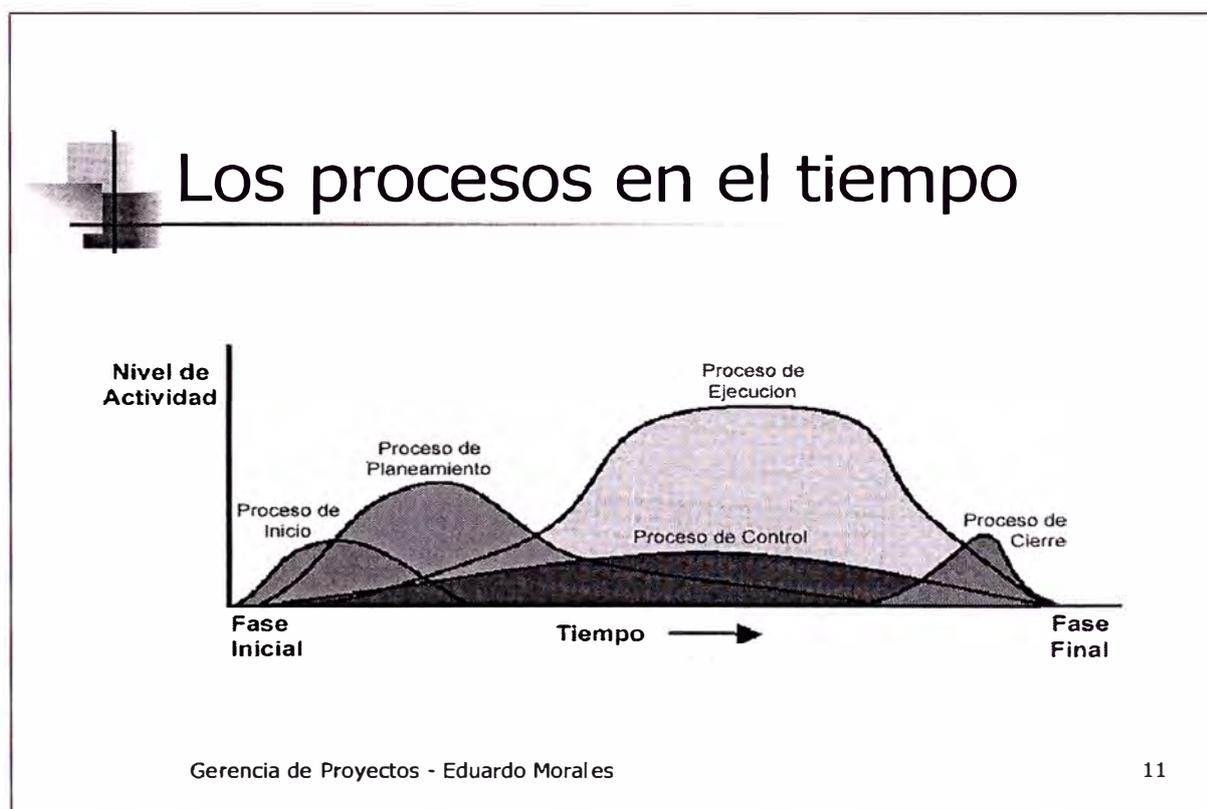


Figura N° 3

2.4.3 Interacciones entre Procesos.

Dentro de cada grupo de procesos, los procesos individuales están conectados por sus entradas y salidas. Tomando en cuenta dichas conexiones, podemos

describir cada proceso en función de sus entradas, técnicas y herramientas y en sus salidas.

- ***Entradas.*** Documento o productos documentados sobre los cuales se efectuarán acciones.
- ***Técnicas y herramientas.*** Mecanismos aplicados a las entradas para transformarlas en salidas.
- ***Salidas.*** Documentos o productos documentados que resultan del proceso.

2.4.4 Adaptación de las Interacciones entre Procesos.

Los procesos y las interacciones verifican la prueba de aceptación general, ellos se aplican a la mayoría de los proyectos la mayor parte de las veces. Sin embargo, no todos los procesos son necesarios en todos los proyectos y no todas las interacciones se aplican a todos los proyectos. Esto lo podemos ver con algunos ejemplos.

- Una organización que usa contratistas en forma intensiva puede describir en el plan del proyecto y en forma explícita donde se produce cada proceso de adquisición.

- La ausencia de un proceso no implica que el mismo no debería ser ejecutado. El equipo de dirección del proyecto debería identificar y dirigir todos los procesos que son necesarios para asegurar un proyecto exitoso.
- En los proyectos que dependen de recursos únicos (desarrollo de software profesional, productos biofarmacéuticos, etc.), pueden establecerse roles y responsabilidades antes de la definición del alcance, puesto que aquello que es factible hacer puede ser función de quién está disponible para hacerlo.
- Algunas salidas de procesos pueden definirse anticipadamente como restricciones. Por ejemplo, la gerencia puede establecer como meta una determinada fecha de finalización y no adoptar la que surja del proceso de planificación. Una fecha de finalización impuesta puede incrementar el riesgo del proyecto, agregar costos y comprometer la calidad.
- Los proyectos más grandes pueden requerir relativamente mayor detalle. Por ejemplo la identificación del riesgo puede subdividirse adicionalmente para focalizar separadamente la identificación de riesgo en costos, riesgo en cronograma, riesgos técnicos y los riesgos de calidad.
- En sub-proyectos y proyectos más pequeños se dedicará relativamente poco esfuerzo a aquellos procesos cuyas salidas han sido definidas a nivel del proyecto (por ejemplo, un subcontratista puede ignorar explícitamente

los riesgos, pues éstos son asumidos por el contratista principal) o a aquellos procesos que solo proporcionan beneficios marginales (por ejemplo podría no haber un plan de comunicaciones formal en un proyecto integrado por solo 4 personas).

CAPITULO 3

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN

Para la fabricación del carro minero tipo V40 se aplican los siguientes procesos principales: *Calderería, Maquinado y Ensamble*. Las normas **ISO** referidas al proceso de fabricación de los elementos que conforman el carro minero se presentan en el anexo.

Los trabajos de calderería se aplican en la fabricación de la tolva, el chasis y en los soportes de las cremalleras que se utilizan para el sistema de volteo. Los trabajos de maquinado se aplican cuando hacemos la fabricación de las ruedas y de los ejes. El ensamble lo aplicamos para el sistema de ruedas y ejes o para unir los elementos que forman todo el carro minero como son el ensamble de trenes de ruedas con el chasis, el chasis con la tolva y ésta con las cremalleras del sistema de volteo. Se muestra en las figuras N° 4 y Figura N° 5 al final del capítulo, el esquema de ensamble del carro minero tipo V 40 en las cuales podemos observar cada uno de sus componentes.

3.1 Trabajos de calderería.

Para los trabajos de calderería se debe contar al menos con los siguientes equipos:

1. CARRO DE CORTE.
2. EQUIPO DE CORTE.
3. HERRAMIENTAS DE CALDERERO.
4. MAQUINA DE SOLDAR 400 A.
5. MAQUINA DE SOLDAR 230 A.
6. TALADRO BASE MAGNÉTICA HASTA 1 1/4"
7. TECLE RACHET 1.5 TON
8. ROLADORA
9. AMOLADORA

Los procesos de calderería se inician con el trazado sobre las planchas, del desarrollo de los elementos a fabricar y luego el habilitado de materiales es decir, procesos de corte tanto de planchas como de ángulos y también de canales, los cuales después de ser habilitados pasan al proceso de fabricación respectivo para su posterior armado, soldadura, limpieza y pintado.

Para el habilitado de materiales se emplea básicamente el equipo de corte con el respectivo carro, así como también el compás de corte para dar la forma cuando se requieran elementos de forma circular como es el caso de las tapas laterales de la tolva, después del proceso de corte se empieza con las verificaciones de las medidas de acuerdo a los planos de fabricación, previamente se debe hacer una limpieza de las superficies cortadas ya que después de este proceso quedan con escoria o rebabas. En ésta parte de la fabricación hay que tener en cuenta la

presión para el proceso de corte debido a que cuando la presión del oxígeno en el momento de la operación no es suficiente, el corte sale con muchos defectos entre ellos superficies con grietas que son muy difíciles de soldar.

Para el control de calidad se debe tener en cuenta los siguientes criterios:

- Empezar con la calibración o medida de todos los materiales que se van a utilizar en los respectivos procesos de fabricación en éste caso nos referimos a planchas y canales estructurales.
- Antes de empezar a cortar se deben verificar las dimensiones de los elementos que serán sometidos a proceso de corte.
- Para el proceso de rolado se debe hacer en varias pasadas y en forma gradual hasta llegar a las dimensiones especificadas en los planos de fabricación.
- Para el armado de los elementos, se deben verificar las dimensiones y sobre todo verificar el paralelismo o la perpendicularidad entre los elementos que se fabrican.
- Para el proceso de soldadura se deben inspeccionar los electrodos sobre todo lo referente a diámetro de los mismos y en fecha de caducidad del electrodo, en el momento en que se hace el proceso de soldadura se debe verificar el amperaje y el aspecto del cordón.

- Finalmente se debe hacer una inspección sobre todo de limpieza de superficies y limpieza de cordones de soldadura antes de llevar a cabo el proceso de pintura.

3.1.1 Fabricación de la tolva.

Para el proceso de fabricación de la tolva tomamos como referencia el plano de fabricación **1-190-02-5006** que se muestra al final del informe, los materiales utilizados en la fabricación de la tolva son los siguientes:

1. TAPAS LATERALES	ASTM A242	PLANCHA 1/4"x31 3/4"x 41"
2. PLANCHA DE BASE	ASTM A242	PLANCHA 1/4"x 81 3/4"x 81 3/4"
3. ÁNGULO DE REF.	ASTM A36	ÁNGULO 1/4"x 2"x 72"
4. ÁNGULO DE REF.	ASTM A36	ÁNGULO 1/4"x 2"x 79 1/2"
5. ÁNGULO DE REF.	ASTM A36	ÁNGULO 1/4"x 2"x 74"
6. ÁNGULO DE REF.	ASTM A36	ÁNGULO 1/4"x 2"x 71"
7. ÁNGULO DE REF.	ASTM A36	ÁNGULO 1/4"x 2"x 41"
8. PLATINAS DE REF.	ASTM A36	PLANCHA 3/8"x4"x 4"
9. PEDAL DESCARGA	ASTM A36	PLANCHA 5 1/2"x1/4"x12"
10. TOPES Y REF.	FUNDIC. ASTM A148	

Para la fabricación de la tolva se requiere de un maestro calderero, quién hace el trazado de los diferentes elementos como son la plancha de base y los

ángulos y platinas de refuerzo, los cuales se utilizan para la fabricación de ésta, luego del trazado se procede al corte de las planchas y de los ángulos de refuerzo. Para el corte de las planchas se utiliza el carro de corte y el compás que son manejados por el maestro cortador. Después del corte de la plancha de base se procede a rolar la misma para darle la forma de V que se especifica en el plano de fabricación, luego del proceso de rolado el cual se debe hacer en varias pasadas por la roladora. Con todos los materiales listos para la fabricación de la tolva se pasa al proceso de armado, teniendo especial cuidado en las dimensiones interiores y exteriores cuando se apuntala utilizando electrodos. Este proceso de apuntalar debe hacerse con mucho cuidado ya que cuando se arma la tolva haciendo demasiada presión en los elementos que la componen, se originan tensiones residuales en el momento que se efectúa el proceso de soldadura, dicho proceso se lleva a cabo después de hacerse algunas verificaciones por parte del maestro de obra y por el ingeniero encargado de la fabricación, para la soldadura de la tolva el operario soldador debe verificar los electrodos que va a utilizar haciendo un calentamiento previo cuando se va a utilizar el electrodo E 7018. Concluido el proceso de soldadura se procede a sacar todos los elementos que se utilizaron para apuntalar y también se procede a una limpieza general de los cordones, sacando toda la escoria que queda sobre los éstos.

Después de la limpieza de los cordones se procede a colocar las cremalleras que sirven para el volteo del carro minero que van adheridas en las partes laterales de la tolva, así como también se colocan los topes del sistema de

volteo que son fabricados sobre una plancha de la fundición. Luego se debe proceder a soldar tanto las cremalleras como los topes que van en la tolva. Concluido el proceso de soldadura se hace una limpieza general de toda la tolva para luego proceder con el proceso de pintado de la misma. Hay que aclarar que no se hace un arenado previo ya que la plancha utilizada es antiabrasiva y anticorrosiva, además por los ácidos que se generan en la mina no es necesario hacer el proceso de pintado con arenado previo ya que la pintura no es de larga duración, por las condiciones de trabajo de los carros mineros que están expuestos a éste tipo de ácidos.

Para el proceso de soldadura se debe tener en cuenta la recomendación de la AWS que se muestra en la tabla N° 1 en la cuál podemos ver que en cada tipo de acero se debe utilizar el electrodo adecuado, teniéndose especial cuidado en la composición química de la plancha de base y el material de aporte los cuales deben tener los mismos componentes.

MATERIAL BASE	ELECTRODO
ASTM A36	AWS E6011
ASTM A242 (COR-TEN)	AWS E7018
ASTM A517 (T-1)	AWS E7018

Tabla N° 1

3.1.2 Fabricación del chasis.

Par la fabricación del chasis del carro minero V40 contamos con el plano de fabricación **1-190-02-5007** que se muestran en la parte final del informe de suficiencia además, para éste proceso de fabricación se debe contar con los siguientes materiales:

1. CANAL PARA CHASIS	ASTM A36 CANAL C 3"x7"x 84 7/8"
2. PLATINAS DE REFUERZO	ASTM A36 PLAN. 1/4"x8 7/8"x 12"
3. REFUERZOS PLATINAS	ASTM A36 PLAN. 3/8"x2 3/4"x 6"
4. REFUERZOS	ASTM A36 BARRAS 3/4"x 4 1/8"
5. SEPARADORES	ASTM A36 BARRA 3/8" x 3"x 11 1/4"
6. ÁNGULO DE REFUERZO	ASTM A36 ÁNGULO 1/4"x 2"x 12"

El procedimiento para la fabricación del chasis comienza cuando el maestro calderero hace el trazo de los canales que se van a cortar, luego el maestro cortador procede a hacer el corte respectivo de los canales con sus empalmes, teniendo en cuenta las especificaciones dadas en los planos sobre todo en lo referente a la utilización de canales que se van utilizar en dos piezas.

Luego del habilitado de canales se procede al habilitado de las planchas de refuerzo que a la vez sirven como alojamiento de los enganches tipo

Willinston, dichas planchas de refuerzo después de ser cortadas se maquinan en el taladro fresador ya que a través de ellas pasa un pin que sirve para asegurar los enganches, teniendo los canales cortados así como también los respectivos refuerzos, se procede al armado del chasis teniendo en consideración las dimensiones especificadas en los planos respectivos, también el maestro armador debe tratar de que en el momento de apuntalar el chasis se eviten en lo posible generar esfuerzos que se van haciendo críticos en el momento que se efectúa el proceso de soldadura. Cuando el armado es deficiente el chasis sufre una deformación permanente luego de ser soldado y dicha deformación es muy difícil de corregir, el maestro soldador es el que tiene las herramientas y el conocimiento necesario para evitar éstos problemas.

Después del proceso de armado, el maestro soldador es el encargado de continuar con la soldadura del chasis, previa verificación de dimensiones que debe efectuar el supervisor de obra. Concluido el proceso de soldado se procede con una limpieza general de todos los cordones de soldadura para luego colocarse y soldar los pedales que accionan el sistema de volteo. También en ésta etapa, luego de soldarse el chasis se colocan las cajas que sirve como soporte para los ejes, las cajas de soporte de los ejes, y los pedales de accionamiento del sistema de volteo se fabrican en forma paralela a la fabricación del chasis, después se procede a soldar tanto los pedales como las cajas para luego hacer una limpieza general del chasis, paso seguido se colocan los soportes que sirven como asiento de la cremallera inferior del

sistema de volteo, luego se suelda, se hace una limpieza y se procede al respectivo pintado.

Para la fabricación de la tolva y del chasis se utiliza el proceso de soldadura al cuál se le debe hacer un control de calidad visual, para éste control de calidad se debe tener en cuenta los siguientes criterios de aceptación:

- Prohibición de grietas.
- Fusión de la Soldadura/Metal de base ya que debe existir una completa fusión entre los diferentes cordones de soldadura y entre la soldadura y el metal base.
- Sección recta del cráter, es decir todas las cavidades deberán ser rellenadas a la sección recta completa, excepto en los extremos de las soldaduras intermitentes de filete fuera de su longitud efectiva.
- El tiempo de inspección visual de soldadura en todos los aceros puede empezar inmediatamente después de que la soldadura completa se haya enfriado a temperatura ambiente.
- Una soldadura de filete en cualquier soldadura continua simple puede tener un menor tamaño nominal del filete especificado por 1.6 mm, sin corrección, si la porción de menor tamaño de la soldadura no

excede le 10% de longitud de la misma. En la soldadura de alma a alas en las vigas, no se permite éste menor tamaño.

- Para materiales menores que 25 mm de espesor, la socavación no excederá 1 mm para una longitud acumulada de 50 mm en un tramo de 300 mm.
- En miembros principales la socavación no será mayor que 0.25 mm de profundidad cuando la soldadura es transversal al esfuerzo de tracción bajo cualquier condición de carga de diseño y menor de 1 mm de profundidad para todos los otros casos.
- Sobre la porosidad en la soldadura, para el caso de la soldadura acanalada de penetración total en uniones a tope transversales a la dirección del esfuerzo calculado a la tracción no debe tener porosidad alargada visible. Para las soldaduras de filete la suma de la porosidad alargada visible con diámetros de 1 mm y mayores no deberá exceder 10 mm en cualquier tramo de 25 mm de soldadura y no deberá exceder 19 mm en cualquier tramo de 300 mm de longitud de soldadura.
- La frecuencia de la porosidad alargada en soldadura de filete no debe de exceder de una en 100 mm de longitud.

También se presenta la tabla N° 2 de los diferentes tipos de electrodos que se utilizan en la fabricación del carro minero de los cuales el electrodo más utilizado es el E 7018 que posee buenas cualidades de resistencia a la tensión y la fluencia, para su utilización se debe tener almacenado en ambientes acondicionados que se encuentren fuera de humedad así como también en el momento que se va a utilizar para hacer el proceso de soldadura, debe de precalentarse si fuera posible en un horno de precalentamiento para que el revestimiento cumpla con la función de poder dirigir bien el arco de soldadura y formar una buena atmósfera protectora alrededor del cordón de soldadura.

AWS	RESISTENCIA A	RESISTENCIA A	ALARGAMIENTO
N° de electrodo	LA TENSIÓN	LA FLUENCIA	%
	(kpsi)	(kpsi)	
E 60XX	62	50	17-25
E70XX	70	57	22
E80XX	80	67	19
E90XX	90	77	14-27
E100XX	100	87	13-16
E120XX	120	107	14

Tabla N° 2

3.2 Trabajos de maquinado.

Para el proceso de maquinado se cuentan con las siguientes herramientas y al igual que en los procesos anteriores se procede con el maquinado, tomando como referencia los planos de fabricación que se presentan al final del informe de suficiencia.

1. TALADRO BASE MAGNÉTICA HASTA 1 1/4"
2. TECLE RACHET 1.5 TON
3. AMOLADORA
4. TORNO 610x 2000mm 12HP
5. TALADRO FRESADOR

Durante el proceso de maquinado se trabajan básicamente 2 procesos:

- El proceso de desbaste.

- El de acabado.

En estos procesos se debe tener especial cuidado en las tolerancias para los acabados que figuran en los planos de fabricación de ejes y ruedas, se utilizan cuchillas de corte de acero rápido (cuchillas HSS) o también cuchillas carburadas sobre todo en los acabados de ejes y agujeros en los cubos de las ruedas. Para la

verificación de las tolerancias se emplean micrómetros de precisión digitales y las medidas son efectuadas tanto por el maestro tornero como por el ingeniero encargado de la supervisión.

Para la fabricación de agujeros para pasadores en los ejes, así como también las ranuras de las tuercas que se utilizan para fijar las ruedas a los respectivos ejes se utiliza el taladro fresador.

Para el control de calidad de los elementos que se trabajan en los procesos de desbaste y acabado se deben tener en cuenta las siguientes indicaciones:

- Antes del proceso de maquinado de los elementos se deben verificar los materiales que se van utilizar sobre todo en lo referente a las dimensiones iniciales.
- Durante el proceso de torneado se deben ir verificando las medidas de los desbastes que se hacen para aproximarse a la medida y tolerancia deseada sin tener complicaciones.
- Verificar tolerancias de fabricación de acuerdo a los planos para éstas verificaciones se deben utilizar el vernier o pie de rey y para las tolerancias se debe utilizar el micrómetro de precisión, así como también se debe verificar la fabricación de las roscas que se efectúan en los ejes utilizando para ello el gauge para roscas.

- Desmontar las piezas del torno teniendo especial cuidado en el momento de depositarlos en el suelo ya que se podría golpear por ejemplo la punta de los ejes y malograr los hilos de las roscas que son fabricados en los extremos de dichos ejes.
- Se deben de proteger las partes maquinadas en ejes y ruedas para evitar que la superficie se oxide y con esto dificultar el proceso de ensamble con los respectivos rodamientos para la protección de las superficies maquinadas se debe emplear grasa o aceite.

3.2.1 Fabricación de los ejes.

Para la fabricación de los ejes del carro minero V40 se toma como referencia el respectivo plano de fabricación **1-190-02-5006** que se muestra al final del informe, los materiales que se utilizan en la fabricación de los ejes se muestran a continuación:

1. EJE	AISI 4140	BAR. CUADRADA 2 1/2"x27 1/2"
2. BASE	ASTM A36	PLANCHA 3/8"x9 5/8"x 14"
3. REFUERZO	ASTM A36	PLANCHA 3/4"x3 1/2"x 4 1/4"
4. REFUERZOS	ASTM A36	ÁNGULO 2 5/8"x3 5/8"x 11 3/4"

Para el proceso de fabricación de los ejes de los carros mineros V40 se empieza con el corte de la barra cuadrada la cual se corta previamente en el torno utilizando la cuchilla de tronzar dejando una tolerancia de 3mm. de longitud antes del proceso de acabado.

Luego del corte de los ejes se procede al desbaste utilizando el torno paralelo empezando con la parte en donde se alojaran los rodamientos y la parte que corresponde a la fabricación de la rosca, paso seguido se procede con el acabado. El proceso de acabado es el proceso que más demora debido a que la profundidad de corte y el avance del carro transversal del torno son muy pequeños, se utilizan avances de 0.01 mm/Rev., esto debe ser así ya que con un avance y una profundidad de corte muy grandes no se podrán lograr las tolerancias de fabricación que se especifican en los planos que se presentan en el informe.

Después del proceso de torneado, se desmonta el eje, evitando chocar la parte roscada en el piso, se cubre con una capa de grasa y luego se marca el centro para fabricarle el agujero en el cual se alojará el pasador, éste pasador evita que la tuerca ranurada que se usa para fijar el eje y la rueda, se salga del eje; ya que los carros trabajan sometidos a golpes fuertes y vibraciones, bajo éstas condiciones si las tuercas no llevaran el pasador, se aflojarían y se saldrían del eje. Para la fabricación del agujero para el pasador se utiliza el taladro fresador y después de dicha fabricación se limpia la rosca, se engrasa y

finalmente se cubre con papel para almacenarlo hasta el momento de ponerle los rodamientos y hacer el ensamble con las ruedas.

Para la fabricación de los ejes se deben aplicar tolerancias en el momento del maquinado, estas tolerancias se muestran en la tabla N° 3 y corresponden a las tolerancias que se establecen bajo la normalización ISO para elementos maquinados en torno.

DIÁMETROS (mm)	TOLERANCIA EJES	TOLERANCIA AGUJEROS
15 a 30	j6	J7
30 a 50	k6	K7
50 a 140	n6	N7
140 a 200	p6	P7
Mayor que 200	r6	R7

Tabla N° 3

3.2.2 Fabricación de las ruedas.

Para la fabricación de las ruedas también se debe tener en cuenta el plano de fabricación **1-190-02-5006** que se muestra al final del presente trabajo, los materiales a utilizar para la fabricación de las ruedas son los siguientes:

Las ruedas se compran a una fundición la cuál las fabrica de acuerdo a las características que se especifican en los planos respectivos, la parte que se fabrica en el taller es la que se refiere al maquinado de los agujeros que sirven como asiento de la pista exterior del rodamiento, el proceso de fabricación de los agujeros empieza con el montaje de la rueda en el torno, para lo cual se emplea el tecele y luego se maquina una de las superficies de la rueda para tener una buena referencia para el resto del maquinado. Generalmente las ruedas se fabrican con una tolerancia de hasta $+1/4''$ en el cubo de la misma ya que en el proceso de la fabricación de la fundición de acero por lo general se presentan rechupes o micro rechupes y con ésta tolerancia el fabricante se asegura que no tendrá problemas de rajaduras que se puedan generar por éstos rechupes, cuando en el taller se fabriquen los agujeros respectivos.

El operario tornero empieza con el proceso de desbaste en el cubo hasta aproximarse a la medida especificada en los planos de fabricación, para el proceso de desbaste se deben utilizar cuchillas carburadas ya que la fundición de acero es un material que tiene una gran dureza y con esto es difícil de trabajar con cuchillas de acero rápido, luego del desbaste le hace una limpieza a la parte de la pista exterior hasta lograr el ángulo de inclinación que se pide con respecto a la riel donde transitará el carro minero. Luego se procede al maquinado de acabado con el cual se logran las tolerancias que se especifican en los planos de fabricación, para el proceso de acabado se puede utilizar

cuchillas de acero rápido esto debido a que las profundidades de corte son de alrededor de centésimas. Se debe utilizar en la verificación de medidas un micrómetro para interiores de preferencia utilizar un micrómetro digital. También en el caso de la fabricación de las ruedas se debe tener cuidado en el proceso de acabado en el cuál se deben utilizar avances del carro longitudinal así como también la profundidad de corte pequeñas, para lograr las tolerancias de fabricación deseadas.

Después del proceso de maquinado, la rueda se desmonta del torno para ser engrasada sobre todo en la parte del cubo donde se hizo el maquinado, paso seguido se traza con un centro para marcar el punto donde se hará el agujero donde se alojará la grasería de rosca NPT ¼", para la fabricación de dicho agujero se monta la rueda en el taladro fresador y se hace el agujero respectivo utilizando una broca de 6 mm, luego se desmonta la rueda y se la coloca en el banco de trabajo para poder pasar los machos, en éste proceso se debe tener especial cuidado teniendo en cuenta que los machos se pasan en forma secuencial para evitar que la rosca que se fabrica no salga con defectos. Luego hay que colocar la grasería, antes se debe hacer una limpieza de las roscas que se fabricaron para no tener problemas en el momento de poner la grasería. Cuando se termina con éstos procesos se cubre con papel y se almacena para poder hacer el ensamble correspondiente con los ejes respectivos.

Las ruedas del carro minero se fabrican de acuerdo a las normas ASTM, las cuales especifican un esfuerzo a la tracción y dureza que se muestran en la tabla N° 4.

RUEDAS	ESFUERZO TRACCION	DUREZA
NORMA ASTM	(Lib./pulg ²)	BHN
A148 GRADO 90-60	105000	200-250
A148 GRADO 105-85	115000	200-250

Tabla N° 4

3.3 Trabajo de ensamble procedimiento general.

Para el proceso de ensamble de todos los elementos que conforman el carro minero V40 se toma como referencia el plano respectivo de ensamble en el cual se muestra la disposición de cada una de las piezas que conforman el conjunto. El equipo que se utiliza es el siguiente:

1. EQUIPO DE CORTE
2. HERRAMIENTAS DE CALDERERO
3. MAQUINA DE SOLDAR 230 A.
4. TECLE RACHET 1.5 TON
5. AMOLADORA

El procedimiento general que se sigue para hacer el ensamble del carro minero V40 se basa en los pasos dados a continuación:

- Primero se debe hacer una limpieza general de todos los elementos que se van a ensamblar.
- Se hace un ordenamiento en el área donde se va a ensamblar el carro minero, disponiendo las piezas que se van a utilizar en el lugar donde se va a efectuar la maniobra de izaje y colocar los elementos respectivos en la posición en que van a ser armados.
- Se debe hacer una verificación y recuento de todas las piezas que se van a ensamblar comparando todo esto con respectivo plano de ensamble.
- Los elementos con los cuales se debe tener mucho cuidado para el momento del ensamble son los rodamientos ya que éstos al ser colocados tanto en los ejes como en los cubos de las ruedas, pueden llevar adheridas pequeñas escorias y con el trabajo que efectúan en mina se deterioran de manera muy rápida. Es por esto que se recomienda tener adheridos los papeles de protección hasta el momento en que se van a colocar en las ruedas o en los ejes.
- Se debe seguir en forma ordenada la secuencia de ensamble que muestra el plano **1-190-02-5001**.

- Se deben lubricar las ruedas poniéndole la cantidad de grasa requerida, utilizándose para esto la engrasadora.

Para el control de calidad en el momento de hacer el ensamble del carro minero, se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Una inspección visual de todos los elementos que se van a ensamblar para evitar confusiones en el momento en que se van a armar los carros minero.
- Verificación de las tolerancias entre los elementos que se van ensamblar para evitar el hacer desmontajes posteriores.
- Verificación de ajustes de pernos y tuercas.
- Finalmente es debe hacer una verificación del conjunto, revisando de manera ordenada todos los elementos.

3.3.1 Ensamble de trenes de ruedas.

Para el ensamble de las ruedas en los respectivos ejes se toma como referencia el plano de ensamble 1-190-02-5006 que se muestra al final del informe. Los componentes que se van a ensamblar son:

1. EJE	AISI 4140	BAR. CUADRADA 2 1/2"x27 1/2"
2. REFUERZO	ASTM A36	PLANCHA 3/4"x3 1/2"x 4 1/4"
3. REFUERZOS	ASTM A36	ÁNGULO 2 5/8"x3 5/8"x 11 3/4"
4. RODAMIENTOS		SKF 32210-J2 o 3780/3720
5. RETEN LABERINTO	ASTM A36	
6. ARANDELAS	ASTM A36	
7. TUERCAS	ASTM A36	
8. PASADORES	ASTM A36	
9. RUEDAS	FUND. ASTM A148	

Para el ensamble de las ruedas se requiere del maestro armador, de 2 ayudantes y el supervisor de obra, primero se disponen los ejes sobre tablones de madera para evitar en lo posible dañar las roscas de los ejes, luego se procede a colocar los rodamientos los cuales deben ir con una determinada interferencia siendo necesario algunas veces hacer un enfriamiento con hielo seco al eje, luego de colocados los rodamientos en lo ejes se procede a colocar la pista exterior de los rodamientos en las ruedas teniendo mucho cuidado de no introducir elementos como escorias o pequeños trozos de metal que vayan a reducir la vida útil de los rodamientos, después de tener listos los ejes y las ruedas con sus respectivas partes de los rodamientos se procede al ensamble de ejes y ruedas para esto se emplea el tecla de 1.5 ton. para ésta operación, se coloca el eje en posición vertical, se le coloca el retén tipo laberinto que evita que partículas de tierra ingresen al cubo de la rueda y

puedan malograr los rodamientos al llenarse el cubo de partículas de polvo, el eje es colocado sobre una madera, luego se iza la rueda y se baja de manera gradual hasta hacer coincidir con la pista respectiva de los rodamientos, se va golpeando la rueda con una maza de goma hasta que los dos elementos encajan de manera perfecta y la rueda gira sin ninguna dificultad sobre el eje, después se coloca el otro rodamiento, la tuerca ranurada y se le da el ajuste respectivo; luego se traba dicha tuerca utilizando el pasador flexible. Se coloca la grasa en el cubo de la rueda y después se le pone la tapa de la rueda sellándola con aditivo se ajustan los respectivos pernos.

Después de sellar la rueda todo el conjunto se voltea utilizando el tecele para procederse con el armado de la otra rueda, el procedimiento a seguir es el mismo que el descrito para la rueda anterior, luego de selladas las ruedas el conjunto pasa a la zona de armado del carro minero V40, previamente se le pone la grasa que falta utilizándose para esto la engrasadora, se verifican las graseras y además el sello que debe haber entre la tapa y la rueda respectiva para evitar que la grasa salga.

3.4 Ensamble Final del carro V40.

Para el ensamble general del carro minero tipo V40 se cuenta con el plano general de ensamble 1-190-02-5001 que se muestra en la parte final del informe de suficiencia, para proceder con el ensamble total del carro minero, se deben

contar con todos los elementos que se han armado, soldado, pintado y ensamblado previamente, éstos elementos son:

- La tolva.
- El chasis con sus respectivos pedales del sistema de volteo y la base de la cremallera soldada a ambos extremos.
- Los trenes de ruedas que se montarán sobre la caja que se soldó previamente en el chasis.

El procedimiento para el ensamble del carro minero es como sigue, primero se hace el montaje de los trenes de ruedas sobre el chasis, para esto, el chasis debe ser volteado utilizándose el tecla, quedando las cajas que sirven como soporte de los ejes hacia arriba, luego se izan los trenes de ruedas y se van bajando de forma que el eje con sus refuerzos calcen de manera perfecta en su respectivo soporte, se debe verificar en éste paso que el juego que debe haber entre eje y soporte respectivo debe ser de $1/8''$, luego se fija el eje al chasis utilizándose 2 platinas, después se procede a montar el segundo tren de ruedas y el conjunto ensamblado se voltea quedando listo el chasis con sus respectivas ruedas para el siguiente proceso.

El paso siguiente es el de hacer el montaje de la tolva sobre el chasis, para esto nuevamente se utiliza el tecla con el cual se hace el izaje de la tolva,

utilizándose cables de acero, se desplaza el chasis con las ruedas hasta que la tolva calce sobre las cremalleras que se soldaron previamente en la tolva y en el chasis. Una vez armado el conjunto el carro es sometido a una revisión general para verificar que estén completos todos sus componentes y luego se hacen algunas pruebas de volteo y de desplazamiento.

Los enganches tipo Willinson se fabrican de fundición bajo la norma ASTM proporcionada por FUNVESA. Las propiedades de la fundición de acero se muestran en la tabla N° 5.

ENGANCHES	ESFUERZO TRACCION	DUREZA
NORMA ASTM	(Lib./pulg ²)	BHN
A27 GRADO 70-40	70000	130-190
A148 GRADO 80-50	80000	160-200

Tabla N° 5

De manera similar las cremalleras se fabrican en FUNVESA utilizándose para la fabricación fundición de acero ASTM A27 GRADO 70-40. Las cremalleras se fabrican de acuerdo a los planos **1-190-02-5008** y **1-190-02-5009** que se incluyen al final del informe de suficiencia.

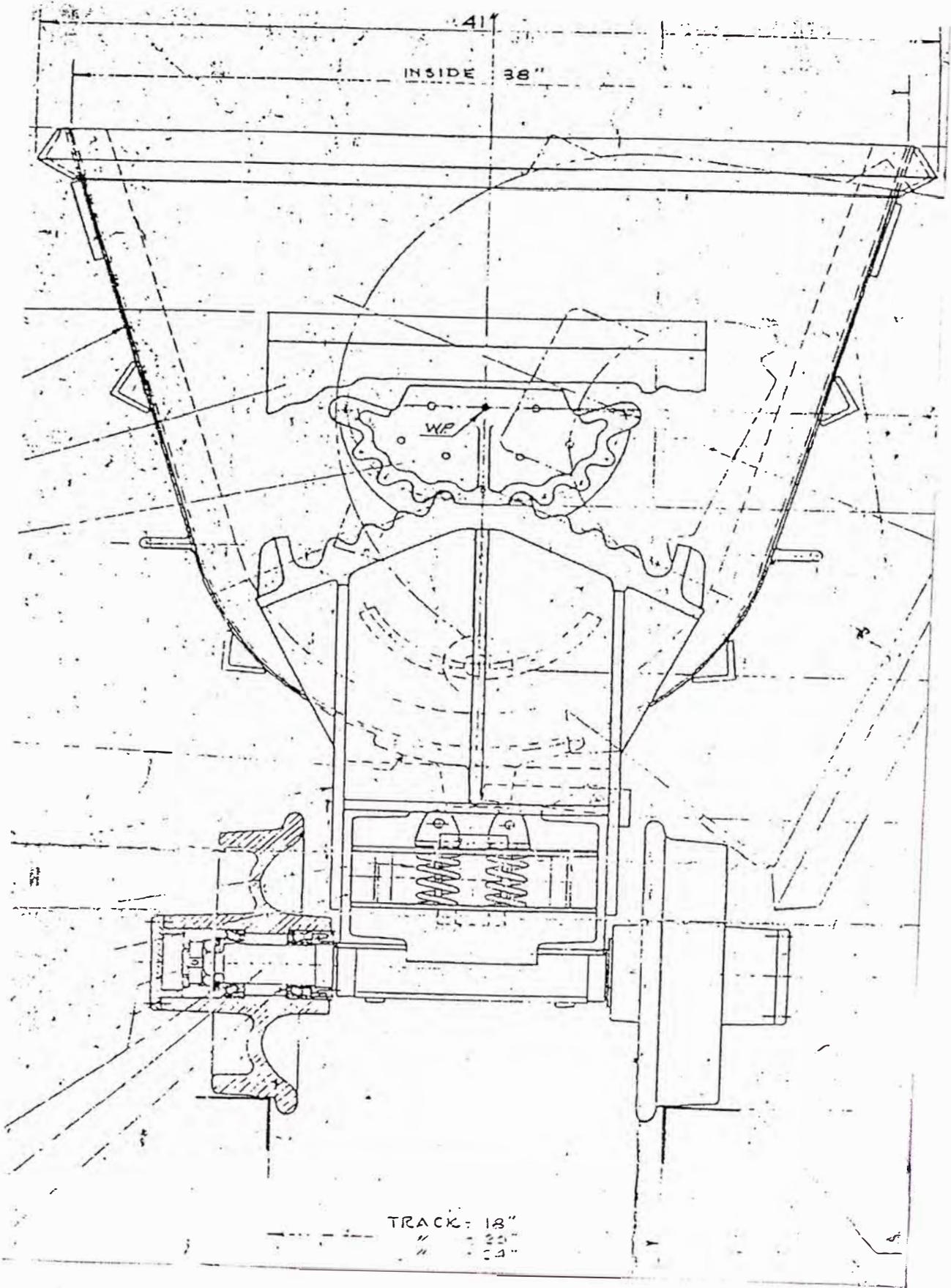


Figura No. 4

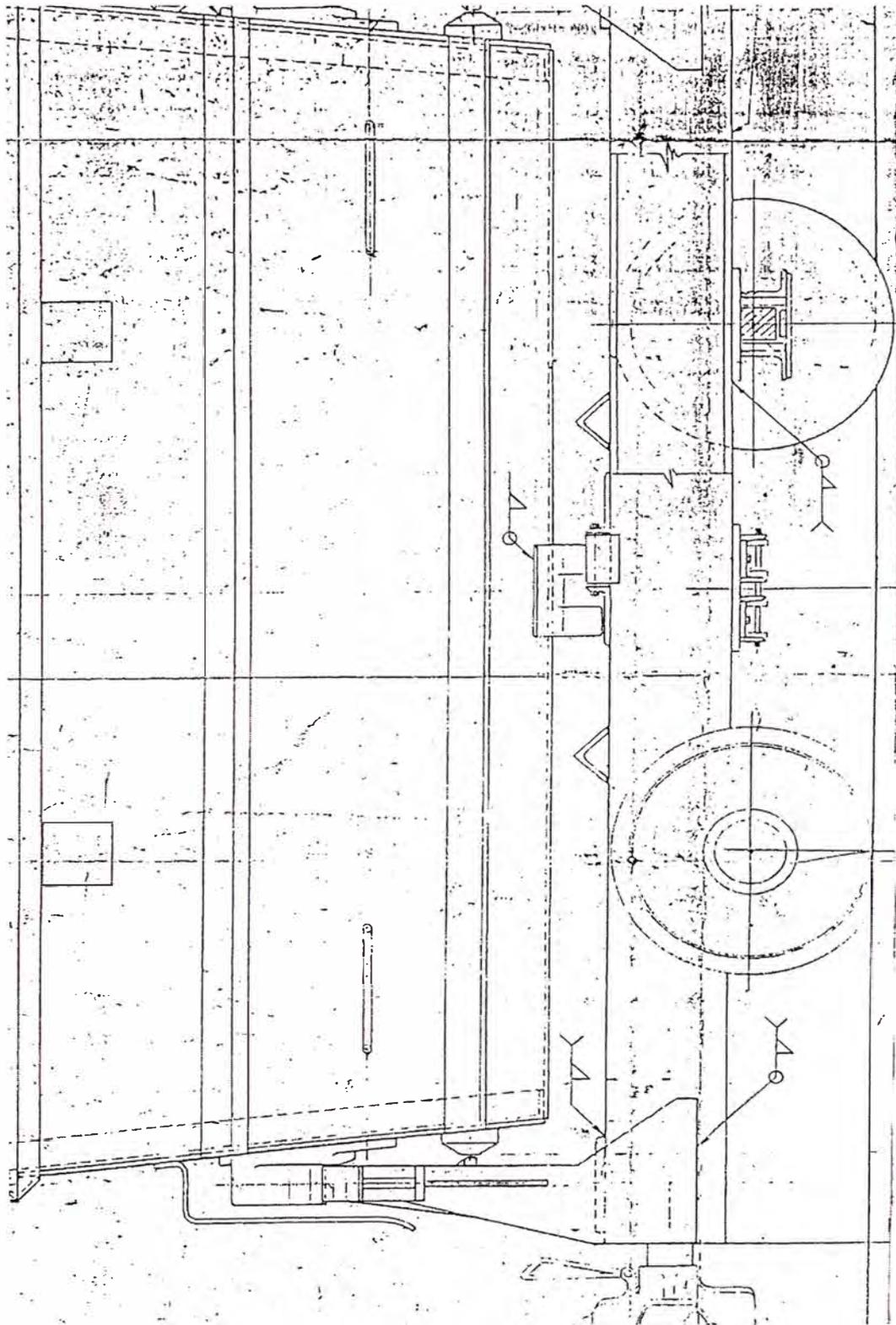


Figura No.5

CAPITULO 4

APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO PMBOK A LA FABRICACION DE UN CARRO MINERO DE 40 PIES CUBICOS DE CAPACIDAD.

4.1 Definición de la carta del proyecto.

La Carta del Proyecto está conformada por una serie de acuerdos y compromisos en torno a aquellos tópicos fundamentales sobre los cuales la experiencia en proyectos similares ha demostrado que se suscitan dudas y diferencias, que de no ser satisfechas apropiadamente, y bajo normas claras y precisas, generarán riesgos mayores para el proyecto que pueden dificultar su éxito.

La Carta de Proyecto es el resultado de un esfuerzo cooperativo de los Patrocinadores, la Gerencia del Proyecto, y tiene como propósitos principales los siguientes:

- Proporcionar una visión clara y sin ambigüedades sobre las características, condiciones y tópicos claves de cualquier proyecto en general, en nuestro caso se trata de la fabricación de un carro minero de 40 pies cúbicos de capacidad.
- Documentar los acuerdos y compromisos entre los niveles de decisión del proyecto.

- Servir como base para las eventuales negociaciones entre las diferentes partes, ante cambios de alcance, presupuestos, plazos, y en general, cualquier otro aspecto que afecte de manera significativa el avance del proyecto en cualquiera de sus fases.
- Proveer una base para la administración de las expectativas de las diversas audiencias.
- Mejorar las comunicaciones del proyecto, sirviendo como un punto de referencia único y consistente.
- Servir como base para definir e implantar la estructura de gerencia del proyecto.

La Carta de Proyecto es además, un documento dinámico que puede cambiar a lo largo del proyecto, en la medida en que las definiciones, acuerdos y compromisos iniciales se modifiquen.

4.1.1 Carta del Proyecto.

**IMPLEMENTACION DEL PROCEDIMIENTO PMBOK A LA
FABRICACION DE UN CARRO MINERO
DE 40 PIES CUBICOS DE CAPACIDAD**

PROJECT CHARTER

FECHA:

VERSION 0.0

PREPARADO PARA:

EMPRESA MINERA S.A.

PREPARADO POR:

WILSON SANCHEZ TAMAYO

EMPRESA METAL MECANICA S.A.

4.1.1.1 Visión.

Se inicia el proyecto de la implementación de la metodología PMBOK a la fabricación de un carro minero debido a la política de la Empresa Metal Mecánica S.A. de brindar un producto que satisfaga a cabalidad los requerimientos de los clientes que utilizan éstas herramientas, basándonos en nuestra **visión de ser la empresa líder en fabricaciones mineras.**

4.1.1.2 Metas.

- La meta mas importante del proyecto es fabricar el carro minero modelo V40 (40 pies cúbicos de capacidad), en un tiempo que no exceda los 3 días de fabricación, para lograr ésta meta se requiere controlar todos los procesos que intervienen en dicha fabricación.
- El tiempo de fabricación es un factor muy importante para fijar los plazos de entrega del producto hacia nuestros clientes es decir a las empresas mineras que requieran de los carros mineros.
- Otra de las metas al aplicar la metodología PMBOK es que con el ordenamiento del proceso de fabricación del carro minero, la utilización

de las máquinas del taller se podrá elevar hasta en un 80% de la capacidad instalada.

4.1.1.3 Declaración del impacto.

- La fabricación mas ordenada de los carros mineros traerá como beneficio mejores posibilidades de negocios, entre algunos de éstos negocios tenemos por ejemplo que, con el auge de la minería en nuestro país y con los mejores precios de los minerales los requerimientos de herramientas para la minería extractiva son mas frecuentes. Asimismo también se puede pensar en exportar dichos carros hacia otros países entre ellos podría ser por ejemplo la China que es un país que viene creciendo a un ritmo acelerado en todos los sectores productivos.
- En cuánto al crecimiento minero, Fernando Zavala, Ministro de Economía, estimó que la minería crecerá a un ritmo del 7% durante los próximos 10 años, al respecto comentó que los índices de crecimiento de todos los sectores relacionados con la minería tendrán un crecimiento similar, esto indica que las empresas Metal Mecánicas que se dedican a las fabricaciones mineras tendrán un crecimiento sostenido durante los próximos años.
- En lo referente a la contaminación del medio ambiente, en la fabricación de los carros mineros, durante los procesos que se requieren para

fabricarlos, se generan muy pocos productos contaminantes hacia el medio ambiente, se generan gases de combustión durante el proceso de corte de las planchas metálicas así como también en el proceso de soldadura de la estructura.

4.1.1.4 Restricciones y Asumciones.

- El proyecto no contempla la fase de diseño del carro minero, se contempla solamente el proceso de fabricación, los carros se fabricarán en base a diseños que ya existen y que varían de acuerdo a la trocha por la cual se desplazarán dichos carros mineros.
- Se podrá hacer el rediseño de algunos de los elementos del carro minero, previa coordinación entre la Empresa Metalmecánica y la Empresa Minera.
- La fabricación se efectuará en una empresa que cuente con algunas herramientas básicas de taller entre ellas deberá contar con un torno paralelo de al menos 50 cm. de volteo, un taladro fresador, una roladora para planchas, una máquina de soldar, herramientas de taller básicamente de calderería, etc.
- Se asume que la empresa minera contará con el personal idóneo para la operación de los carros mineros, con esto se evitará que las personas que

no conocen del manejo de éstas herramientas atenten contra la productividad del proceso y/o ocasionen daños al producto final y con esto disminuir la vida útil del carro minero.

- Para el mantenimiento de los carros mineros se asume que la empresa minera tendrá los talleres e instalaciones adecuadas, el mantenimiento de los carros básicamente está referido a los cambios de rodamientos, así como también el engrase de éstos, la verificación de los resortes debido a fallas por fatiga y los topes ubicados en la tolva.

4.1.1.5 Alcance.

- La implementación de la metodología PMBOK está referida específicamente a la fabricación del carro minero y todos los procesos que en ella intervienen, basándonos en los respectivos planos de fabricación del carro minero modelo V40 que se adjuntan la final del informe de suficiencia.
- La fabricación de los carros mineros se efectuarán con los materiales que se especifican en los planos de fabricación, o en los materiales que el cliente requiera en el pedido de fabricación, cualquier cambio de material se efectuará previa coordinación entre la Empresa Metalmecánica y la Empresa Minera.

- Concluido el proceso de fabricación los carros mineros se entregarán en los talleres de la Empresa Metalmecánica, siendo responsabilidad de la Empresa Minera el transporte hacia la mina donde operarán los carros.
- Las pruebas con carga se efectuarán en las minas donde operarán dichos carros mineros, la fecha de la prueba será acordada entre los responsables de ambas empresas.

4.1.1.6 Objetivo del proyecto.

- El objetivo del proyecto es la implementación del manual PMBOK (Project Management Body Of Knowledge) como una herramienta para estandarizar y controlar los procesos de fabricación de un carro minero. En éste caso se está trabajando con el carro minero tipo V40 aprovechando la experiencia adquirida en la fabricación de éste tipo de herramientas.
- La aplicación de este procedimiento se puede ampliar también a carros mineros de mayor capacidad, siguiendo la mayoría de los procesos que se han aplicado para al proceso de fabricación del carro minero tipo V40.

4.1.1.7 Resumen Financiero.

En la tabla N° 6 se muestra el costo de fabricación del carro minero cuando se aplica el procedimiento PMBOK.

COSTO TOTAL DE MATERIALES	U\$ 2329.24
COSTO DE MANO DE OBRA	U\$ 297
COSTO ALQUILER DE EQUIPOS	U\$ 125
COSTOS INDIRECTOS	U\$ 459
COSTO TOTAL	U\$ 3210.24

Tabla N° 6

Se presenta también en la tabla N° 7 el resumen del análisis costo/beneficio, se puede apreciar en la tabla que el ahorro respectivo se da básicamente en lo concerniente a mano de obra así, como también en lo referente a costos indirectos y está referido al ahorro que se hace comparando el proceso antes de aplicar el procedimiento y después de aplicar el procedimiento PMBOK.

El análisis completo de costos se presenta en el Cuadro N° 1 y el Cuadro N° 2 en los cuales podemos ver los costos detallados de cada uno de los procesos de los cuales consta la fabricación del carro minero V40.

**PRESUPUESTO CARRO MINERO
TIPO V40**

PRECIO ASTM 242 U\$ 2./kg	1.5	DÓLAR:\$/3.4
PRECIO ASTM A36 U\$ 1/kg	1	3.4
PRECIO FUNDICIÓN U\$ 4.3/kg	4.3	
PRECIO EJES U\$ 2.5/kg	2.4	
PRECIO BARRA 4140 2.5/kg	2.3	

	CANT.	MATERIAL	DESCRIPCIÓN	PESO kg	PRECIO
TOLVA					
1. TAPAS LATERALES	2	ASTM A242	PLANCHA 1/4"x31 3/4"x 41"	128.3	192.45
2. PLANCHA DE BASE	1	ASTM A242	PLANCHA 1/4"x 81 3/4"x 81 3/4"	212.7	319.05
3. ÁNGULO DE REFUERZO	2	ASTM A36	ÁNGULO 1/4"x 2"x 72"	21.6	21.60
4. ÁNGULO DE REFUERZO	2	ASTM A36	ÁNGULO 1/4"x 2"x 79 1/2"	21	21.00
5. ÁNGULO DE REFUERZO	2	ASTM A36	ÁNGULO 1/4"x 2"x 74"	19.5	19.50
6. ÁNGULO DE REFUERZO	2	ASTM A36	ÁNGULO 1/4"x 2"x 71"	17.6	17.60
7. ÁNGULO DE REFUERZO	2	ASTM A36	ÁNGULO 1/4"x 2"x 41"	10.7	10.70
8. PLATINAS DE REFUERZO	2	ASTM A36	PLANCHA 3/8"x4"x 4"	3.3	3.30
9. PEDAL DE DESCARGA	2	ASTM A36	PLANCHA 5 1/2"x1/4"x12"	5.8	5.80
10. TOPES Y PLANCHA DE REF.	1	FUNDIC. ASTM A148		8.7	37.41
				449.2	648.41
CHASIS					
1. CANAL PARA CHASIS	2	ASTM A36	CANAL C 3"x7"x 84 7/8"	121.5	121.50
2. PLATINAS DE REFUERZO	4	ASTM A36	PLANCHA 1/4"x8 7/8"x 12"	21.5	21.50
3. REFUERZOS DE LAS PLATINAS	4	ASTM A36	PLANCHA 3/8"x2 3/4"x 6"	3.4	3.40
4. REFUERZOS	4	ASTM A36	BARRAS 3/4"x 4 1/8"	5	5.00
5. SEPARADORES	2	ASTM A36	BARRA 3/8" x 3"x 11 1/4"	5	5.00
6. ÁNGULO DE REFUERZO	2	ASTM A36	ÁNGULO 1/4"x 2"x 12"	3.4	3.40
				159.8	159.80
EJES Y SOPORTES DE EJES					
1. EJE	2	AISI 4140	BARRA CUADRADA 2 1/2"x27 1/2"	48.8	112.24
2. PLANCHA DE BASE	2	ASTM A36	PLANCHA 3/8"x9 5/8"x 14"	10.7	10.70
3. REFUERZO	8	ASTM A36	PLANCHA 3/4"x3 1/2"x 4 1/4"	13	13.00
4. REFUERZOS	4	ASTM A36	ÁNGULO 2 5/8"x3 5/8"x 11 3/4"	16.2	16.20
				88.7	152.14
RUEDAS Y ACCESORIOS					
1. RODAMIENTOS	8		SKF 32210-J2 o 3780/3720		224.00
2. RETENES TIPO LABERINTO	8	ASTM A36		17.5	34.00
3. ARANDELAS	4	ASTM A36		1	4.00
4. TUERCAS RANURADAS	4	ASTM A36		1.8	8.00
5. PIN	4	ASTM A36		0.2	4.00
6. RUEDAS	4	FUNDIC. ASTM A148		60	258.00
				80.5	532.00
CREMALLERA Y SOPORTE					
1. CREMALLERAS Y SOPORTES	2	FUNDIC. ASTM A27		126.3	543.09
ENGANCHES					
1. ENGANCHES	2	FUNDIC. ASTM A27		28	120.40
ACCESORIOS					
1. GRASERAS	4				2.00
2. TAPAS DE RUEDAS	4			3	8.00
3. PERNOS	30				5.00
4. RESORTES	2				12.00
CONSUMIBLES					
1. SOLDADURA	18	E7018		18	36.00
2. PINTURA					15.00
3. DISCOS DE CORTE F.N. 14"	5				37.50
4. DISCOS DE DESBASTE F.N. 7"	4				16.00
5. GAS OXIGENO	6	m3			6.60
6. GASOL	8	kg			8.80
7. HOJAS DE SIERRA SANDFLEX 12"x1/2"	4				2.00
8. LIJA DE FIERRO N°80	4				2.00
9. MACHOS PARA ROSCAR 10mm	1	Juego			12.00
10. PIEDRA ESMERIL DE BANCO 6"x3/4"x1	1				8.00
11. LUNA PARA SOLDAR N° 11	2				2.50
					146.40
PESO TOTAL				956.5	
COSTO TOTAL MATERIALES				U\$	2,329.24

MANO DE OBRA			
1. SUPERVISOR DE OBRA	1		80.00
2. OPERARIO TORNERO	1		64.00
3. OPERARIO CORTADOR	1		56.00
4. OPERARIO CALDERERO ARMADOR	1		56.00
5. OPERARIO SOLDADOR	1		64.00
6. AYUDANTE	2		64.00
TOTAL MANO DE OBRA POR DIA			S/ 384.00
FABRICACIÓN 6 DIAS			S/ 2,304.00
TOTAL MANO DE OBRA EN DOLAR			U\$ 677.65
ALQUILER DE EQUIPOS			
1. CARRO DE CORTE	1		10.00
2. EQUIPO DE CORTE	1		12.00
3. HERRAMIENTAS DE CALDERERO	1		10.00
4. MAQUINA DE SOLDAR 400 A.	1		36.00
5. MAQUINA DE SOLDAR 230 A.	1		15.00
6. TALADRO BASE MAGNÉTICA HASTA 1	1		14.00
7. TECLER RACHET 1.5 TON	1		6.00
8. ROLADORA	1		10.00
9. AMOLADORA	1		12.00
			125.00
TOTAL COSTO DE FABRICACIÓN			U\$ 3,131.89

Cuadro N° 1

ESTADO DE GANANCIAS Y PERDIDAS

Item	Conceptos	sin PMBOK US\$	con PMBOK US\$
	INGRESOS OPERACIONALES		
1	Ventas	3,950	3,950
	TOTAL INGRESOS OPERACIONALES	3,950	3,950
	COSTOS Y GASTOS OPERACIONALES		
2	Materiales directos	2,329	2,329
3	M.O. Directa	678	297
4	Materiales indirectos	146	146
5	M.O. Indirecta	65	48
6	gastos directos planta	125	125
	TOTAL COSTOS Y GASTOS OPERACIONALES	3,343	2,946
	UTILIDAD O PERDIDA OPERACIONAL	607	1,004
	UTILIDAD O PERDIDA OPERACIONAL en %	15%	25%
	GASTOS ADMINISTRATIVOS		
	GASTOS FIJOS		
7	Cargas de Personal	85	75
8	Servicios Prestados por Terceros	50	50
	TOTAL GASTOS FIJOS	135	125
	GASTOS VARIABLES		
9	Cargas Diversas de Gestión	80	70
10	Marketing	25	25
	TOTAL GASTOS VARIABLES	105	95
	OTROS GASTOS		
11	Cargas financieras	0	0
12	Gastos Diversos	55	45
	TOTAL OTROS GASTOS	55	45
	TOTAL GASTOS ADMINISTRATIVOS	295	265
	OTROS INGRESOS		
13	Ingresos Financieros	0	0
14	Ingresos Diversos	0	0
	TOTAL OTROS INGRESOS	0	0
	UTILIDAD O PERDIDA ANTES DE IMPUESTOS	312	739
	UTILIDAD (PERDIDA) REAL ANTES DE IMPUESTOS EN PORCENTAJE	7.89%	18.72%

Cuadro N° 2

	ANTES DE APLICAR PMBOK	DESPUES DE APLICAR PMBOK
COSTO TOTAL DE MATERIALES	U\$ 2329.24	U\$ 2329.24
COSTO DE MANO DE OBRA	U\$ 677.65	U\$ 297
COSTO ALQUILER DE EQUIPOS	U\$ 125	U\$ 125
COSTOS INDIRECTOS	U\$ 506	U\$ 459
COSTO TOTAL	U\$ 3637.65	U\$ 3210.24

Tabla N° 7

Como se puede ver si hacemos una diferencia entre los valores antes de aplicar el procedimiento PMBOK y después de aplicar el procedimiento tenemos un ahorro de **427.41** dólares.

4.1.1.8 Enfoque.

Para la fabricación del carro minero tipo V40 se muestra en la figura N° 6 la estrategia a seguir, por un lado tenemos las empresas proveedoras de

materiales que se requieren para la fabricación de los carros mineros y por el otro los clientes que son los usuarios de éstas herramientas, entre las empresas proveedoras y los usuarios tenemos a la gerencia del proyecto, la cual se encargará de monitorear todo el proceso de fabricación, además tenemos que para la fabricación del carro minero es necesario contar con los requerimientos de producción así como también se debe contar con los planos de fabricación, con éstos elementos se puede empezar con el proceso de fabricación del carro minero; ésta fabricación del carro minero se centra básicamente en 4 procesos que son el proceso de fabricación de la tolva, la fabricación del chasis, la fabricación del sistema de volteo y la fabricación de las ruedas con sus respectivos ejes.

Después de los 4 procesos de fabricación descritos se procederá a ensamblar el carro minero, paso seguido se someterá a las pruebas en vacío(sin carga) de esta herramienta, dichas pruebas se centran básicamente en verificar el funcionamiento del sistema de cremalleras que se utiliza cuando el carro va a vaciar el mineral, así como también se verifican el sistema de pedales y resortes para el volteo del carro, en éste paso se debe observar que las guías por donde se desplazan los resortes no choquen con el chasis del carro, para éstas pruebas de vacío se utiliza una trocha fabricada de rieles, semejante a las trochas que existen en las empresas mineras. Después de las pruebas de vacío los carros quedan listos para su traslado hacia las empresas donde van a ser utilizados.

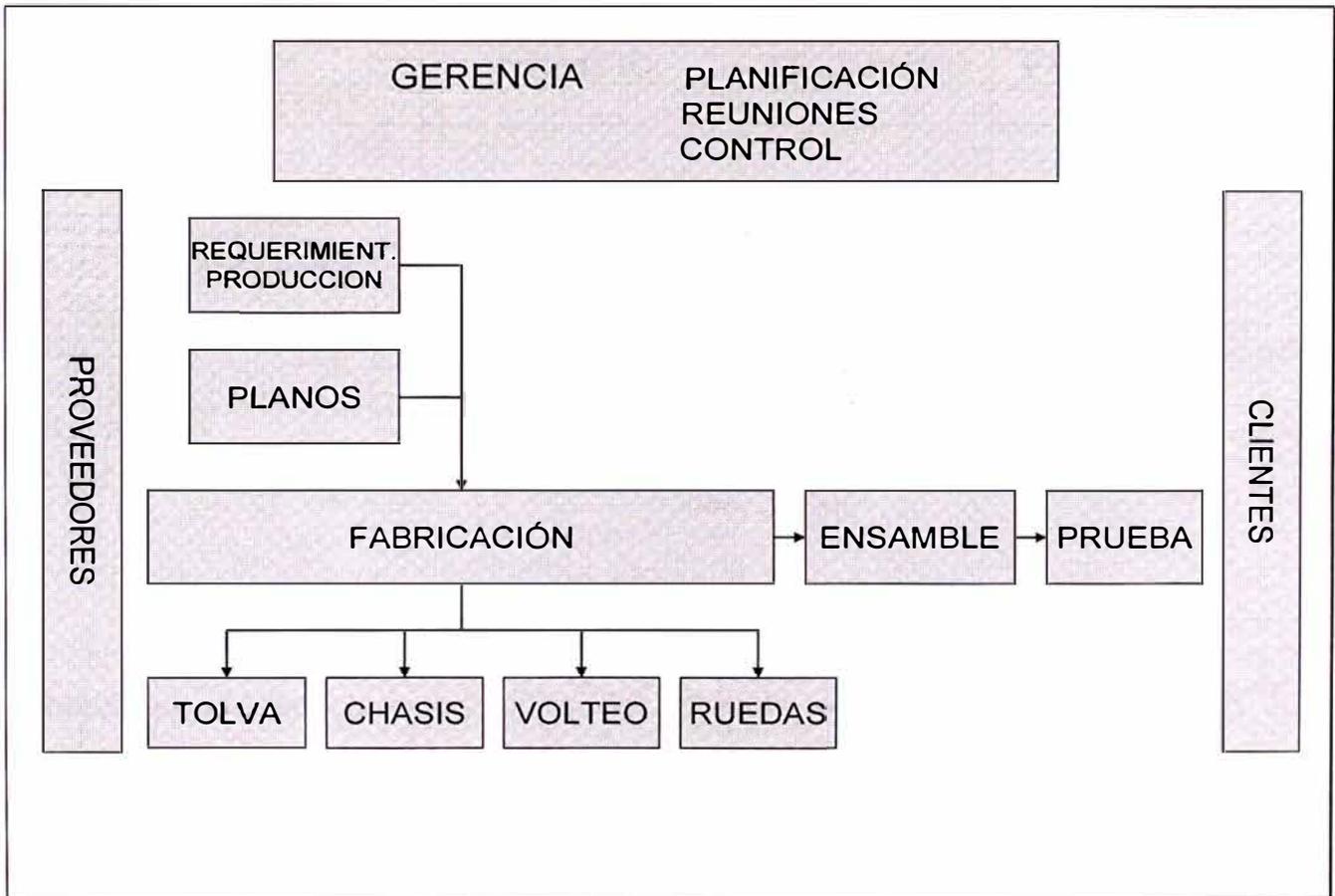


Figura N° 6

4.1.1.9 Organización del Proyecto.

La organización del proyecto se muestra en la tabla N° 8 en la cual podemos mostrar el orden jerárquico de todas las personas que intervienen en el proceso de fabricación del carro minero, los roles de cada persona que intervienen en el proceso de fabricación se muestran en detalle más adelante.

La jerarquía dentro del proyecto generalmente empieza con el Comité Directivo, bajo el cual está el resto de la Organización.

POSICION	NOMBRE	TELEFONO	FIRMA
COMITE DIRECTIVO			
GERENTE DEL PROYECTO			
JEFE DE TALLER			
MAESTRO DE OBRA			
TORNERO			
ARMADOR			
ROLADOR			
SOLDADOR			
AYUDANTE			

Tabla N° 8

También se presenta la organización del proyecto en la Figura N° 7 en forma de organigrama para tener una idea más clara de la jerarquía de las personas que intervienen en el proceso de fabricación del carro minero.

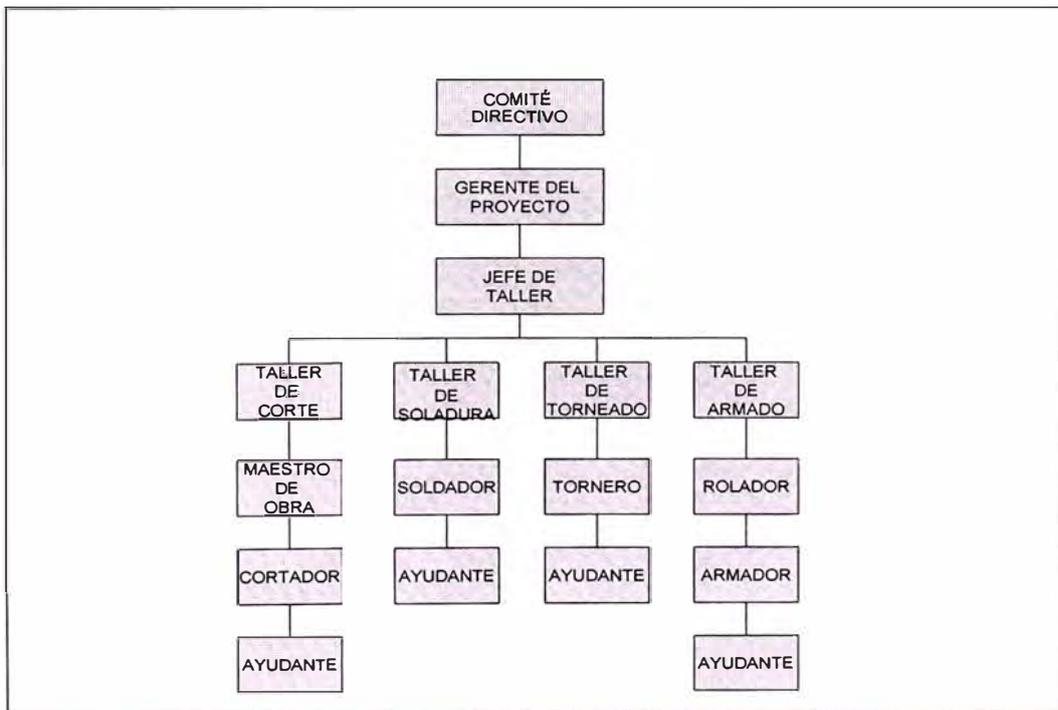


Figura N° 7

La aplicación de la metodología se basa en el esquema que se muestra en la Figura N° 8 en el cual podemos observar que los puntos más importantes de la metodología son los que se refieren al alcance, tiempo, costo y calidad. Pero también el esquema muestra que el gerente del proyecto debe liderar el proyecto de fabricación basándose en 3 puntos que son también muy importantes que son la introducción, el contexto en el cual se desarrolla el proyecto y además conoce de los procesos que implican la fabricación de un carro minero. El resto de procesos son procesos facilitadores que ayudan al gerente del proyecto para tener una visión más general del proyecto de fabricación.

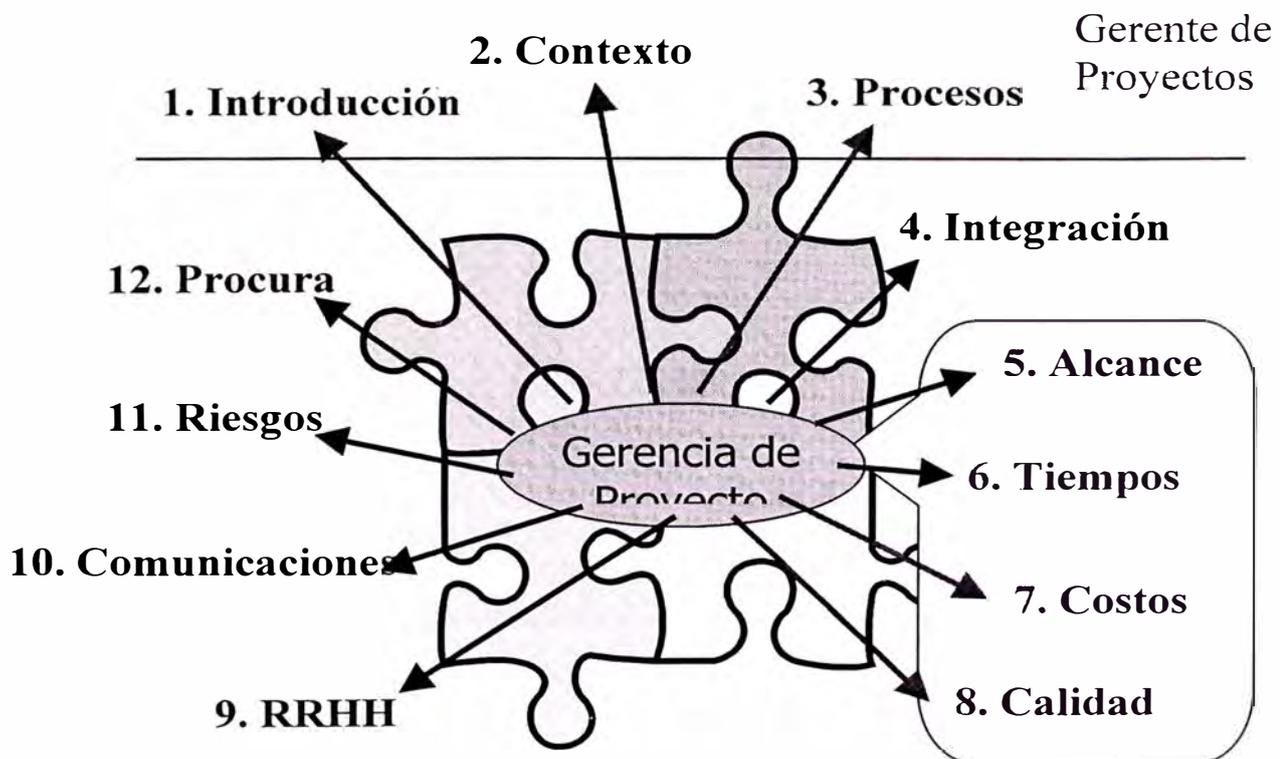


Figura N° 8

De igual manera en la Figura N° 9 se muestra como interactúan los principales procesos, en la Dirección de Proyectos, la representación se da en un triángulo en el cual, en los vértices se ubican los procesos más importantes que son los referentes a Costos, Tiempos y Alcance, estos tres procesos se deben basar en un enfoque de Calidad.

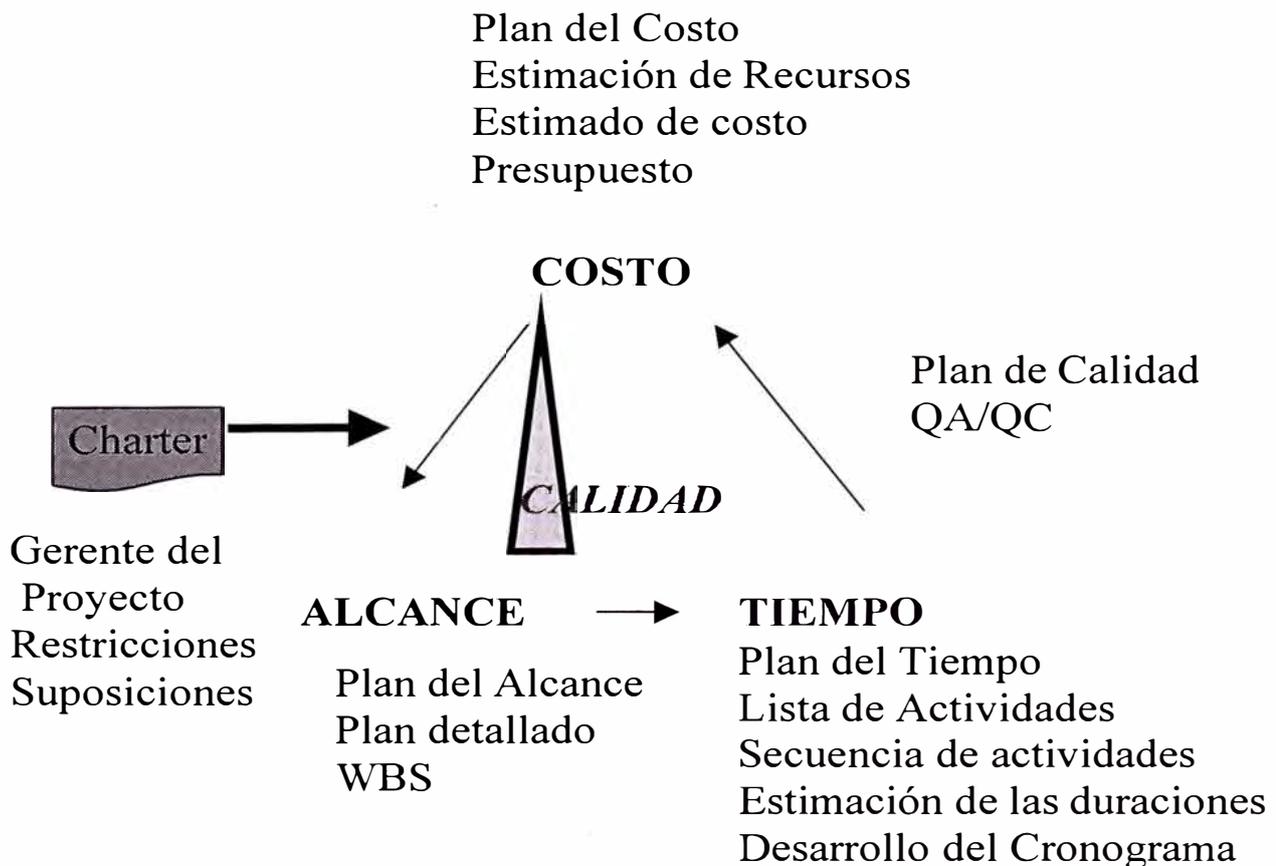


Figura N° 9

Se presenta en la Figura N° 10 la estructura BWS o estructura detallada de trabajo, en la cual se muestra el esquema bajo el cual se seguirá todo el proceso de fabricación del carro minero tipo V40, la estructura detallada de trabajo se utiliza a menudo para desarrollar o confirmar un entendimiento común del alcance del proyecto.

Se puede observar que todo el proceso de fabricación debe estar monitoreado por una gerencia de proyecto, la que es encargará de la planificación y el control de todo el proyecto.

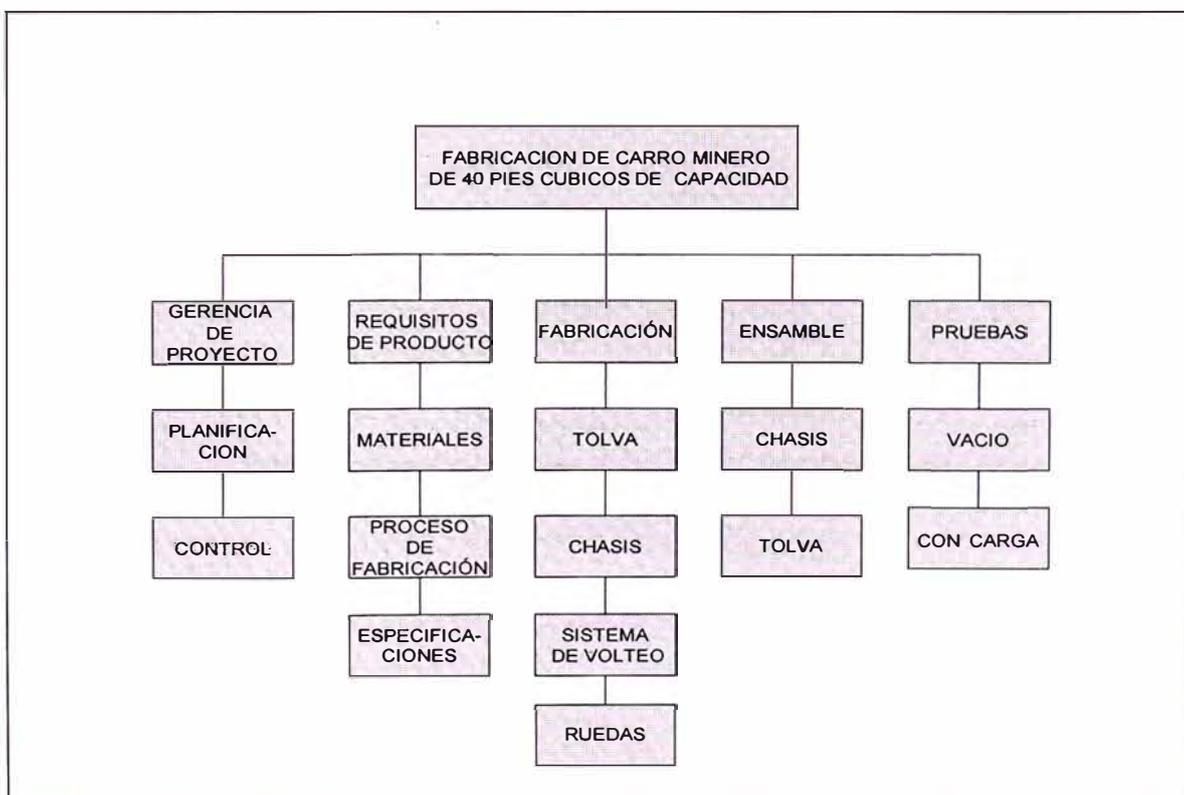


Figura N° 10

	PROYECTO DE FABRICACIÓN DE UN CARRO MINERO DE 40 PIES CUBICOS DE CAPACIDAD	
	PLANIFICACION DEL ALCANCE	

4.1.2 Planificación del Alcance.

La planificación del proyecto se aplica a la fabricación de un carro minero de 40 pies cúbicos de capacidad. La planificación del alcance se basa en los alcances presentados en el Charter del proyecto. El proyecto seguirá el proceso de fabricación que se muestra en la estructura detallada de trabajo Figura N° 10.

Las características del proceso de fabricación son las siguientes:

- Se empezará con la fabricación de la tolva del carro minero, los detalles de la fabricación se deben seguir de acuerdo a lo indicado en el plano de fabricación y siguiendo los lineamientos que se muestran en la descripción de la fabricación que se describe en el capítulo 3 del presente informe. El proceso de fabricación de la tolva comprende todo lo relacionado al trazo, corte, armado, soldado y pintado de la tolva.
- El segundo elemento que se fabricará será el chasis, el cual también se fabricará de acuerdo a los planos de fabricación correspondiente, además

se tendrán en cuenta los pasos que se dan en el capítulo anterior. El proceso de fabricación del chasis comprende todo lo relacionado al trazo de los canales de los cuales se van a fabricar éstos elementos, además, del corte, armado, soldado y pintado del chasis.

- El tercer elemento a fabricarse será el sistema de volteo que comprende de dos pedales uno a cada lado del carro, además de los elementos de anclaje del pedal así como de los topes. Para éste proceso también se consideran los procesos que es siguieron en el caso anterior que son: trazo, corte de elementos, armado, soldado y pintado del sistema de pedales. También se considera el proceso de soldado de las cremalleras a los soportes respectivos.
- El cuarto elemento a fabricarse serán las ruedas con sus respectivos ejes, éste procedimiento es el más complicado en la fabricación del carro minero por lo que requerirá de personal calificado que sepa interpretar, leer planos y además manejar los instrumentos de precisión para poder medir tolerancias de fabricación.

Para la fabricación de las ruedas el proceso general de fabricación se describió en el capítulo 3 del presente informe de suficiencia, para dicha fabricación se debe tener en cuenta los procesos de desbaste y acabado en el maquinado (torneado), para poder llegar a las tolerancias de fabricación.

4.1.2.1 Actividades para el Manejo del Cambio.

En esta área el alcance del proyecto estará a cargo del personal de las Empresas que piden la fabricación del carro modelo V40 y cubre la planeación y ejecución de las actividades para Manejo del Cambio, es decir, aquellas actividades encaminadas a lograr que la nueva fabricación sea adoptada con la menor resistencia dentro de la empresa Metal Mecánica en la cual se fabrican los carros tipo V40. En particular el alcance en el área de Manejo del Cambio cubre:

- Elaboración del Mapa de Impacto de la nueva herramienta (a quién y en qué medida afecta la fabricación y utilización del carro modelo V40).
- Diseño de estrategias, preparación y seguimiento de los planes de trabajo para la administración de los diferentes facilitadores del cambio, tanto a nivel de interesados, como a nivel del Equipo del Proyecto de Fabricación.
- Apoyo en la planeación y ejecución de los programas de entrenamiento al Equipo de Proyecto de Fabricación y a los usuarios del nuevo modelo de carro a utilizar. Es conveniente destacar que la capacitación a éstos últimos será dictada por parte de la Empresa Metal Mecánica.

4.1.2.2 Manejo de Cambios del Alcance.

Cambio de alcance es todo aspecto que no esté especificado en la propuesta, ni en la carta de proyecto, y que impacta notablemente el desarrollo del proyecto, por lo que conduce a nuevas negociaciones entre Empresa Metal Mecánica y la Empresa Minera.

Todo cambio de alcance podrá ser planteado por cualquier miembro del equipo del proyecto a la gerencia del proyecto mediante el formato “Cambio de Alcance” especificando la descripción del cambio, los componentes afectados y el impacto.

La Gerencia del Proyecto en conjunto con el equipo evaluará el requerimiento de cambio y decidirá:

- Cambio solicitado dentro del alcance del proyecto: actualizar el plan de trabajo, el Project charter y el análisis de riesgos. Igualmente se encargará de divulgar el cambio.
- Cambio solicitado fuera del alcance del proyecto: va a un listado de cambios de alcance para nuevas negociaciones.

- Cambio solicitado no aprobado por lo tanto se elimina el pedido que se ha solicitado.

4.1.2.3 Roles y Responsabilidades.

COMITE DIRECTIVO (EMPRESA METAL MECANICA Y EMPRESA MINERA)

- Aprobar las direcciones y estrategias generales que involucran el proyecto de fabricación.
- Aprobar la inclusión, cambios, no aplicación de políticas o estrategias de negocio relacionadas con los procesos u organización impactadas por el proyecto de fabricación.
- Resolver en última instancia proposiciones de cambio de alcance del proyecto.
- Resolver en última instancia asuntos relacionados con el contrato.
- Evaluar y aprobar los cambios de recursos de personal del proyecto de fabricación del carro minero.
- Evaluar y aprobar la asignación de recursos funcionales, técnicos y de apoyo que sean solicitados para el proceso de fabricación del carro minero.
- Aprobar, dentro de los tiempos establecidos, los productos que les sean pedidos.
- Asegurar la entrega oportuna y con calidad de la información de la organización requerida de las diferentes áreas impactadas por el proyecto.
- Monitorear, en su nivel, el progreso del proyecto de fabricación y apoyar las medidas que sean tomadas para mantenerlo dentro de los presupuestos pactados.
- Resolver, en última instancia, conflictos internos del proyecto que lleguen a su nivel.
- Promover la creación y mantenimiento de un ambiente de alto desempeño al interior del Equipo de Proyecto.
- Asistir a las sesiones de Comité que sean programadas.

GERENTE DEL PROYECTO

- Dirigir la integración técnica de la fabricación del carro minero teniendo como marco los objetivos del negocio y del proyecto.
- Asegurar la disponibilidad, con calidad y oportunidad, de los recursos humanos, técnicos, de información, locativos y logísticos, para la ejecución del proyecto de fabricación.
- Asegurar la disponibilidad de información a lo largo de todo el proceso de fabricación.
- Participar junto al Jefe de taller en la preparación y mantenimiento de los planes y presupuestos para la fabricación.
- Apoyar en la preparación y mantenimiento de los Análisis de Riesgos del proyecto.
- Apoyar en la preparación y mantenimiento de los planes para aseguramiento de calidad que se requiere para una buena fabricación del carro minero.
- Apoyar al Jefe de Taller en la preparación de los informes de avance del proyecto de fabricación, así como los informes adicionales que soliciten el Comité del Proyecto o los organismos de control de la Empresa.
- Aprobar los estándares técnicos y metodológicos para el proyecto.
- Asistir a las reuniones de Gerencia y del Equipo de Trabajo que le sean programadas.
- Aprobar en última instancia dentro del Equipo de Proyecto, la calidad de los productos y entregables.
- Contribuir a mantener un ambiente de alto desempeño al interior del Equipo de Proyecto.
- Facilitar la obtención de citas con funcionarios de la Empresa Minera para adelantar sesiones de trabajo, emitir conceptos, aprobar fases de fabricación.
- Velar por el cumplimiento de las condiciones contractuales.
- Resolver, en su nivel, las proposiciones de cambio de alcance.
- Resolver, en conjunto con el Jefe de Taller, los conflictos internos del proyecto que lleguen a su nivel.
- Asegurar la seguridad de las instalaciones y recursos físicos del proyecto de fabricación del carro minero.
- Resolver, en su nivel, las dudas o requerimientos de definiciones funcionales del negocio.

JEFE DE TALLER

- Participar junto al Gerente del proyecto en la preparación y mantenimiento de los planes y presupuestos para el proyecto y los Análisis de Riesgos del proyecto de fabricación.
- Preparar y mantener los planes para el aseguramiento de la calidad.
- Controlar los planes y presupuestos del proyecto de fabricación del carro minero.
- Preparar los informes de avance del proyecto de fabricación, así como los informes adicionales que soliciten el Comité del Proyecto o los organismos de control de la Empresa.
- Asegurar la disponibilidad, con calidad y oportunidad, de los recursos humanos, metodologías, e información sobre mejores prácticas de la Empresa, necesarios en la ejecución del proyecto.
- Asistir a las reuniones de Gerencia y del Equipo de Trabajo que le sean programadas.
- Controlar la calidad de los productos y entregables.
- Contribuir a mantener un ambiente de alto desempeño al interior del Equipo de Proyecto.
- Ayudar con la preparación de las normas administrativas del proyecto.
- Verificar el cumplimiento de las condiciones contractuales.
- Resolver, en conjunto con el Gerente del Proyecto, las proposiciones de cambio de alcance que estén dentro de su marco decisorio.
- Resolver, en conjunto con el Gerente del Proyecto, los conflictos internos del proyecto que lleguen a su nivel.
- Controlar y promover el desempeño de los Grupos de Trabajo para un mejor control y buen uso de recursos.
- Aprobar los estándares técnicos y metodológicos para el proyecto.
- Verificar el uso y aplicación de la metodología oficial del proyecto y resolver en última instancia las dudas o propuestas para su aplicación dentro del proyecto de fabricación.
- Transferir conocimiento y experiencias al equipo de Proyecto.

MAESTRO DE OBRA

- Ejecutar las tareas de campo que le sean asignadas en los planes de trabajo para la fabricación del carro minero.
- Participar y/o facilitar sesiones de trabajo (realización, pruebas, etc.) que sean propuestas para facilitar la fabricación del carro minero.
- Realizar las pruebas unitarias para cada proceso de fabricación.
- Preparar pruebas integrales en coordinación con el jefe de taller después de cada fase de fabricación.
- Apoyar la preparación de los elementos para capacitación a usuarios finales de la nueva herramienta de trabajo.
- Apoyar las actividades de preparación de todos los elementos en el proceso de fabricación.
- Apoyar a los usuarios una vez que el carro se encuentre en funcionamiento.
- Apoyar al jefe de taller en el desempeño de los equipos de trabajo internos a los cuales sean asignados los diferentes procesos de fabricación del carro minero.
- Preparar, mantener y controlar los programas detallados y agendas de trabajo para su equipo interno de trabajo, en coordinación con el jefe de taller.
- Identificar y comunicar al Jefe de Taller Factores de Riesgo que se generen en el proceso de fabricación.
- Apoyar a la Gerencia del Proyecto en la ejecución de los Planes de Calidad.
- Controlar la calidad de los productos y entregables propios y de su equipo de trabajo.
- Apoyar la realización de acciones de Manejo del Cambio en la Empresa y del Equipo de Proyecto cuando hayan modificaciones en los planos de fabricación.
- Contribuir a mantener un ambiente de alto desempeño al interior de su equipo de trabajo y del Equipo de Proyecto.
- Promover el cumplimiento de las normas de convivencia en su equipo de trabajo.
- Resolver, en conjunto con sus colegas de proyecto los conflictos internos de su equipo de trabajo y escalar aquellos que no puedan solucionar.
- Apoyar a los miembros de su equipo de trabajo en la solución de dudas o requerimientos relacionados con aspectos técnicos.
- Aplicar y promover el uso de la metodología oficial del proyecto, las normas y estándares técnicos.
- Transferir conocimiento y experiencias a sus compañeros del proyecto de fabricación.

TORNERO, AMADOR, ROLADOR, SOLDADOR.

- Ejecutar las tareas de campo que le sean asignadas en los planes de trabajo, teniendo especial cuidado en las aplicaciones correspondientes a los procesos de fabricación del carro minero.
- Adecuar los modelos de procesos y especificaciones funcionales que se coordinarán con el maestro de obra y el jefe de taller.
- Utilizar la documentación técnica, como son los planos de fabricación y realizar las verificaciones en el momento que se fabriquen los elementos que componen el carro minero.
- Prepararse para las pruebas de los elementos fabricados especialmente al final de cada fase del proceso de fabricación.
- Apoyar para elaborar los manuales de usuarios y de procedimientos, basándose en la experiencia de cada trabajador.
- Apoyar en capacitación a usuarios finales.
- Identificar y comunicar al Jefe de Taller algunos Factores de Riesgo que se puedan generar en los procesos de fabricación.
- Asegurar la disponibilidad de información de su área, que sea requerida para el trabajo en su equipo de trabajo.
- Controlar la calidad de los productos y entregables propios.
- Promover las acciones de Manejo del Cambio al interior de su equipo de trabajo y dentro la Empresa.
- Contribuir a mantener un ambiente de alto desempeño al interior de su equipo de trabajo y del Equipo de Proyecto.
- Cumplir las normas administrativas y técnicas definidas para el proyecto.
- Resolver, en conjunto con el jefe de su equipo de trabajo, los conflictos internos de su equipo de trabajo.
- Aplicar y promover el uso de la metodología del proyecto, las normas y estándares técnicos
- Apoyar con la elaboración de los reportes de avance personales.
- Cumplir estrictamente con los tiempos asignados para cada tarea o proceso en la fabricación del carro minero.

AYUDANTES

- Ejecutar las tareas de campo que le sean asignadas en los planes de trabajo que se coordinaran con los jefes inmediatos superiores.
- Apoyar en los procesos que no impliquen una experiencia técnica para evitar errores en la fabricación.
- Apoyar en las pruebas de los elementos que salgan de cualquiera de los procesos de fabricación.
- Apoyar las actividades de preparación de materiales para los procesos de corte, armado, torneado, taladrado, y soldadura en la fabricación del carro minero.
- Coordinar con los jefes inmediatos superiores para el buen desempeño en su equipo de trabajo.
- Apoyar para controlar la calidad de los productos y entregables propios y de su equipo de trabajo.
- Contribuir a mantener un ambiente de alto desempeño al interior de su equipo de trabajo y del Equipo de Proyecto.
- Promover el cumplimiento de las normas administrativas y de convivencia en su equipo de trabajo.
- Resolver, en conjunto con sus colegas de proyecto, los conflictos internos de su equipo de trabajo.
- Apoyar y coordinar con los miembros de su equipo de trabajo en la solución de dudas o requerimientos relacionados con la metodología y aspectos técnicos.
- Adquirir conocimiento y experiencias de sus compañeros de equipo.

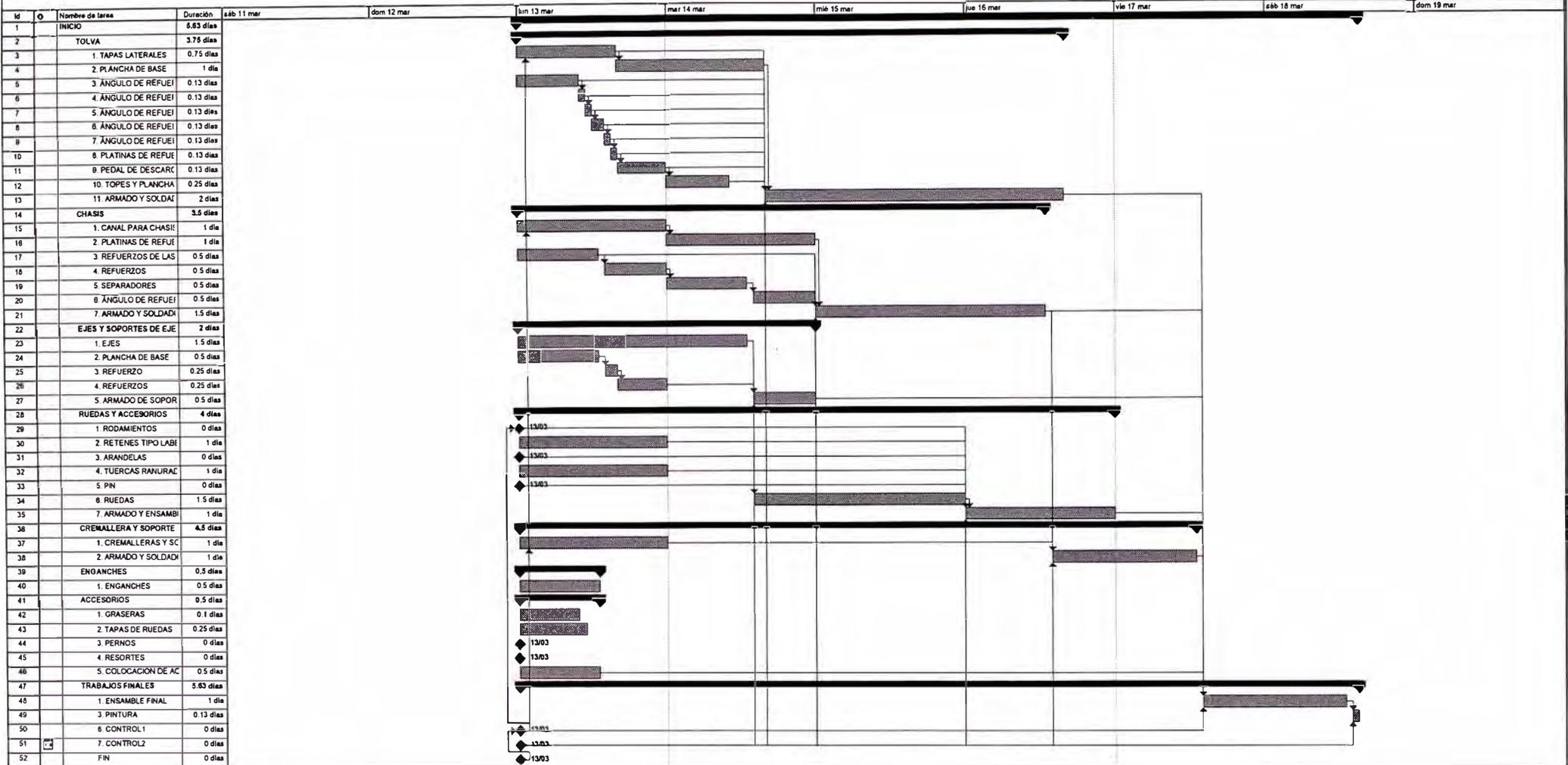
	PROYECTO DE FABRICACIÓN DE UN CARRO MINERO DE 40 PIES CUBICOS DE CAPACIDAD	
	PLANIFICACION DE RECURSOS	

4.1.3 Planificación de Recursos.

Los costos de fabricación se presentan de manera detallada en el Cuadro N° 1 y en el Cuadro N° 2, además ésta hoja de cálculo se complementa con la hoja de Project cuadro N° 3 el cual muestra el diagrama de Gantt antes de aplicar el procedimiento PMBOK y el cuadro N° 4 en la cuál se presenta la secuencia de operaciones para aprovechar de manera óptima la capacidad instalada de la planta, así como también el uso adecuado de la mano de obra.

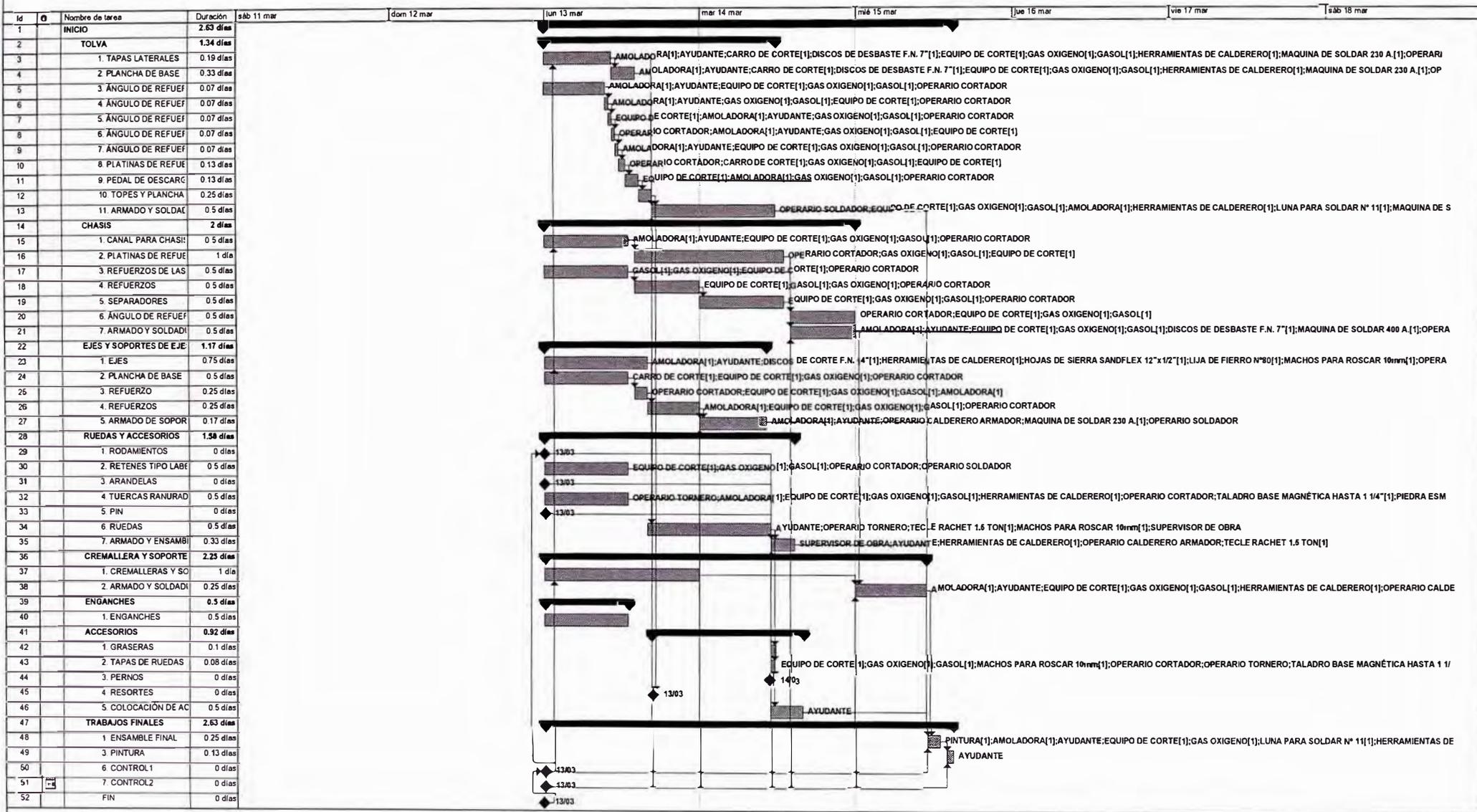
Para los costos de fabricación del carro minero se sigue un esquema ordenado y secuencial. Cada elemento que forma parte del carro minero, tiene su descripción así como también se presenta el peso de dicho elemento, es importante poner el peso ya que en base a éste se puede evaluar el costo por elemento que conforma el carro minero.

Cuadro No. 3



105

Cuadro No. 4



Proyecto: GANTYDELPROYECTO
 Fecha: mié 17/05/06

Tarea: [Barra con patrón diagonal] Progreso
 División: [Barra con puntos] Hito

Resumen: [Barra sólida] Resumen
 Resumen del proyecto: [Barra con flecha] Resumen del proyecto

Tareas externas: [Barra con patrón horizontal] Tareas externas
 Hito externo: [Barra con triángulo] Hito externo

Fecha límite: [Barra con triángulo] Fecha límite

En la hoja de descripción de costos, se muestra la parte de costo directo de la fabricación del carro minero y éste está dado por los costos de:

- Materiales que son los que tienen mayor incidencia sobre el costo total del carro minero representando alrededor del 80% de los costos directos u operacionales, entre éstos materiales tenemos las planchas de acero, los perfiles, ángulos, la fundición de acero.
- Consumibles son los materiales como la soldadura, discos de corte, gas para corte con oxígeno, etc.
- La mano de obra directa que está representada por las personas que intervienen directamente en el proceso de fabricación del carro minero, la mano de obra directa está representada por el supervisor de obra, el maestro de obra, el maestro calderero, el maestro soldador, el maestro tornero, el cortador y los ayudantes.
- Finalmente dentro de los costos directos tenemos el costo de alquiler de equipos.

Dentro de los costos indirectos que figuran en la hoja de descripción de costos Cuadro N° 2 en el cual, estamos considerando los gastos fijos como son las

cargas de personal y servicios prestados por terceros. Como gastos variables tenemos, Cargas Diversas de Gestión y Marketing, entre otros gastos tenemos los Gastos Diversos.

	PROYECTO DE FABRICACIÓN DE UN CARRO MINERO DE 40 PIES CUBICOS DE CAPACIDAD	
	PLANIFICACION DETIEMPOS	

4.1.4 Planificación de Tiempos.

Para la planificación de tiempos se presenta en el diagrama de Gantt del proyecto Cuadro N° 4 que se elabora a partir de los procesos de fabricación del carro minero, los procesos básicos de fabricación se muestran en el esquema que se presenta en la Figura N° 6.

Como podemos ver en el diagrama de Gantt, el proceso de fabricación del carro minero es de aproximadamente 3 días (2.63 días en el diagrama de Gantt). Este diagrama nos presenta el detalle de la fabricación con los recursos que se asignan a cada una de las tareas para fabricar el carro minero, la planificación de tiempos en cada uno de los elementos que conforman el carro minero es el siguiente:

- Para la fabricación de la tolva vemos en el diagrama que se necesita 1.34 días de fabricación.
- Para la fabricación del chasis se necesitan 2 días de fabricación y éste proceso es paralelo a la fabricación de la tolva.

- Para la fabricación de ejes y soportes de ejes también se tiene 1.17 días de fabricación y es una tarea que va en paralelo a la fabricación de tolva y chasis.
- Para la fabricación de ruedas y accesorios toma 1.58 días y es un proceso paralelo a los anteriores, en éste caso se esta refiriendo a la fabricación de alojamientos para rodamientos que se hace en el cubo de la rueda, es decir a los trabajos de maquinado utilizando el tomo paralelo.
- Para la fabricación de cremalleras y soportes de acuerdo a la fundición toma 2.25 días de fabricación.
- La colocación de accesorios en le carro minero lleva alrededor de un día (0.92 días) y es un proceso que se hace cuando se han concluido los trabajos de maquinado de la rueda básicamente ya que la mayoría de éstos, son accesorios que lleva la rueda.
- Los trabajos finales están referidos al ensamble total del carro minero, teniendo todos los elementos a la mano para poder hacer el montaje de los mismos, el tiempo que toma este montaje es de alrededor de 2 horas (0.25 de día) como se muestra en le diagrama de Gantt.

	PROYECTO DE FABRICACIÓN DE UN CARRO MINERO DE 40 PIES CUBICOS DE CAPACIDAD	
	PLANIFICACION LA CALIDAD	

4.1.5 Enfoque de Calidad.

El enfoque de calidad se basa en una serie de conceptos de carácter preventivo, cuya relación con la calidad del proyecto no es a veces tan evidente, pero que en la práctica son definitivos. Veamos algunos de estos elementos preventivos que coadyuvarán a mitigar los riesgos y a construir y asegurar la calidad en el proyecto:

- Una rigurosa planeación y control gerencial del proyecto en todos sus frentes.
- Una adecuada capacitación de los profesionales, en las técnicas, métodos y herramientas que requieran para realizar las tareas que se les asigne en el proyecto de fabricación.
- Una estructura organizacional apropiada al proyecto, con roles y responsabilidades definidos en forma muy precisa y sin ambigüedades.

- La asignación de profesionales idóneos.
- Definición y uso de estándares de trabajo a todo nivel.
- Un ambiente que propicie la participación y compromiso de los directivos y beneficiarios de la solución por parte del cliente.
- Relaciones excelentes a alto nivel, y dentro del equipo de proyecto, con escenarios propicios para encontrar soluciones a los problemas, antes que iterar sin rumbo sobre ellos.
- El uso de una metodología probada.
- Una adecuada gerencia, soportada también en una metodología.
- Disponer de modelos de referencia de proyectos similares realizados en otras latitudes, los cuales podrán ser accedidos y obtenidos a partir de las bases mundiales de conocimiento.
- Estructura administrativa de control de documentos y de bases de conocimiento.

	PROYECTO DE FABRICACIÓN DE UN CARRO MINERO DE 40 PIES CUBICOS DE CAPACIDAD	
	CONTROL DE RIESGOS	

4.1.6 Control de Riesgos.

Riesgo en un proyecto se define como un área de preocupación que puede tener un efecto adverso para el logro de alguna de las siguientes características que se consideran como esenciales para que un proyecto pueda ser denominado como exitoso:

- El proyecto genera los resultados de tiempo y esfuerzos esperados.
- El proyecto debe contribuir a establecer y mantener unas excelentes relaciones a largo plazo entre la Empresa Metal Mecánica y la Empresa Minera.
- El proyecto contribuye al crecimiento personal y profesional de la gente de la Empresa Minera y de la Empresa Metal Mecánica.

La Gerencia de Riesgo y Calidad se implementa a través de tres fases específicas, las cuales están ampliamente soportadas por guías de apoyo.

Nuestras guías son una compilación de las mejores prácticas y de la aplicación del concepto de calidad.

- **Identificación de riesgos:** Esta es una fase que empieza a ser ejecutada muy tempranamente, y que, en cierto sentido, es continua, como quiera que siempre están en la mira de nuestros profesionales las características de los proyectos exitosos. Tiene como propósito identificar y documentar las áreas de riesgos del proyecto y los puntos de preocupación dentro de éstas, basándonos en el conocimiento sobre el cliente, sus expectativas, los hechos y circunstancias internos y externos, las características del proyecto y, en forma particular, en las experiencias y capacidades de la firma en proyectos similares o asimilables. Entre algunos potenciales riesgos que se podrían dar en el proceso de fabricación del carro minero tenemos:

- Riesgo de que el material que se requiere para la fabricación no llegue a tiempo a las instalaciones de la Empresa Metalmecánica, demorándose con esto el tiempo de entrega y de fabricación del carro minero .
- Riesgo de ausentismo del personal que labora en el proceso de fabricación que puede darse por diferentes causas como por ejemplo alguna enfermedad.

- Riesgo de cortes de energía eléctrica que es necesaria para los distintos procesos de fabricación.
 - Riesgo de que la producción mundial de acero se concentre en unos pocos países que requieren de forma urgente éste producto, encareciendo de manera abrupta los precios en los pequeños mercados como es el nuestro.
 - Riesgo de factores políticos que cambien los aranceles de importación o que genere inestabilidad en el país.
- **Evaluación del Riesgo:** en esta fase se evalúan los factores de riesgo en función de su probabilidad de ocurrencia y el impacto negativo sobre los criterios de éxito del proyecto, utilizando para el efecto gráficas de ubicación que permiten establecer las áreas más prioritarias y que representan las mayores amenazas, hacia las cuales será necesario enfocar prioritariamente acciones de manejo del riesgo. (riesgo alto, medio, bajo).
 - **Manejo del Riesgo:** en esta fase se prepara el Plan de Acción para Manejo del Riesgo, el cual establece las acciones para mitigar los riesgos y asegurar la calidad, esto es, una serie de medidas orientadas a evitar el riesgo o bajarlo a niveles aceptables. Se definen también acciones contingentes, es decir, acciones a realizar si es que un riesgo en particular se materializa o realiza.

- Para evitar el problema de tener a tiempo los materiales, se deben hacer las coordinaciones respectivas con las empresas proveedoras de aceros para tener la seguridad que hay material disponible en el mercado.

- Tener datos de trabajadores calificados que tengan disponibilidad y coordinar inmediatamente para solucionar los problemas de ausentismo.

- Coordinar con empresas que alquilen grupos electrógenos, en el caso que haya corte de energía eléctrica.

	PROYECTO DE FABRICACIÓN DE UN CARRO MINERO DE 40 PIES CUBICOS DE CAPACIDAD COMUNICACIONES	
--	--	--

4.1.7 Planificación de las Comunicaciones.

Las comunicaciones que se utilizaran dentro del proyecto de fabricación serán entregadas de acuerdo a la necesidad de información que tenga cada persona que participa del proyecto, en cada caso se hará la entrega, previa coordinación con el jefe inmediato superior o se programarán reuniones de equipo de trabajo para coordinar las respectivas acciones que se tomarán teniendo a la mano la información requerida y se entregará a cada uno de los participantes de la reunión si así lo amerita el caso, de lo contrario se entregará la información al jefe de equipo y éste alcanzará la información con sus respectivos trabajadores en el momento que éstos soliciten dicha información. Para coordinar la entrega de información del comité directivo, ésta se alcanzará previa reunión con la Gerencia del Proyecto.

La distribución de la información se hará de manera oportuna a los interesados en el proyecto y se utilizarán diferentes tecnologías o métodos como por ejemplo:

- Planos de fabricación.

- Faxes.
- Diagramas escritos.
- Teléfono.
- Impresiones.
- Correo electrónico.
- Medios orales (conversaciones).
- Reuniones de trabajo.
- Boletines informativos.
- Radio Telefonía.

Es importante hacer notar que las informaciones deben ser claras tanto desde el punto de vista del emisor así como del receptor, esto se hace para evitar que hayan malos entendidos respecto a cosas que no quedaron claras al

momento de emitirse los documentos, o no quedó clara la idea después de una conversación o una reunión de trabajo o de una conversación telefónica.

En el caso de contar con tecnologías obsoletas para la comunicación debe hacerse una evaluación de hacer cambios de tecnología, previa evaluación justificada del cambio, por ejemplo cambiar versión de Autocad, si es que los planos que envía el cliente utilizan una versión más avanzada de la que se dispone en el taller de fabricaciones.

	PROYECTO DE FABRICACIÓN DE UN CARRO MINERO DE 40 PIES CUBICOS DE CAPACIDAD	
	REGLAS DEL PROYECTO	

4.1.8 Reglas del Proyecto.

4.1.8.1 Enfoque de Gerencia.

La gerencia desarrollara las siguientes actividades de control para facilitar el desarrollo del proyecto y el cumplimiento de los objetivos.

- Comunicación permanente al interior y exterior del proyecto de fabricación del carro minero.
- Reunión semanal para control de gastos.
- Reunión diaria para control de tiempos.
- Reunión semanal para análisis de riesgos.
- Reunión semanal para seguimiento a factores críticos de éxito.
- Reunión semanal para control de calidad.

- Reuniones semanales con el equipo de trabajo avance.

4.1.8.2 Normas Administrativas.

El horario que se establece será para todo el personal que participe en el proyecto de fabricación del carro minero.

De lunes a viernes de 8 a 6 p.m.

Sábados de 8 a 1 p.m.

Confidencialidad.

- Se mantendrá la confidencialidad de la documentación generada dentro del proyecto.
- Se mantendrá confidencialidad en la divulgación de información del proyecto que no sea oficial.

- En la eventualidad de presentarse conflictos internos, estos serán tratados al interior del proyecto únicamente.

Documentación del Proyecto.

- Los documentos generados o recibidos por los miembros del equipo y que se relacionen con el desarrollo del proyecto deberán guardarse en la red de la empresa en una carpeta creada para éste fin.

Servicio de Fotocopiado.

- Solo se utilizará el servicio de fotocopiado, y será aprobado por el Gerente del Proyecto.

Elementos de Oficina.

- Los elementos de oficina serán administrados por la secretaria del proyecto.
- Cualquier necesidad de elementos de oficina debe solicitarse a la secretaria del proyecto.

Llamadas Telefónicas.

- Las llamadas deberán ser solicitadas a la secretaria del proyecto

Accesos a Oficinas.

- Las llaves de la oficina del proyecto de fabricación, permanecerán en la portería. Se dejará una lista de las personas autorizadas para solicitar la llave. La persona que solicite las llaves, será responsable de devolverlas a la portería ese mismo día.
- Al salir deben apagarse los equipos que se utilizan en el proyecto de fabricación y la última persona en salir deberá cerrar con seguro la puerta de ingreso y apagar impresoras y luces de la oficina así como del taller.
- Para ingresar los fines de semana se deberá diligenciar el formato 'Autorización de Acceso'.

Impresoras.

- Se desarrollará la cultura de Ahorro de Papel.
- Solamente se imprimirán aquellos documentos que lo ameriten como son los planos de fabricación ya que el uso de la red y correo electrónico serán la principal fuente de información y documentación del proyecto.

- Se reciclará el papel, utilizando las dos caras de las hojas para impresiones de documentos no formales.
- Si se hace uso de la impresora de color, se deberá indicar 'Calidad de Borrador' en la medida de lo posible.

Herramientas tecnológicas:

- Windows (word, project, excel, power point).
- Autocad 2005.
- Internet.
- Correo Electrónico:

Se utilizará MS Outlook como herramienta de correo electrónico.

CONCLUSIONES

- Si analizamos el aspecto de costos de fabricación del carro minero, podemos ver que el ahorro es de 427.41 dólares por la fabricación de cada carro minero, teniendo en cuenta que los pedidos de fabricación son de alrededor 5 carros por cada convoy, el ahorro es bastante significativo ya que estamos obteniendo 2137.05 dólares por cada pedido de fabricación. La parte de mayor incidencia en el costo de fabricación es la correspondiente a la mano de obra directa.
- Siguiendo las normas indicadas en el manual PMBOK y haciendo una adecuada capacitación al personal de forma ordenada y con la aplicación de recursos que se observa en la hoja del diagrama de Gantt, se logra el objetivo de bajar el tiempo de fabricación del carro minero el cuál no debe superar los tres días de fabricación.

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

- La estandarización de procesos, se incrementa de manera sostenida dado que la mayoría de Empresas a nivel global, cuentan con una certificación de Calidad que es otorgada por organismos Internacionales como son por ejemplo las normas ISO. Para lograr dicha certificación los procesos que se desarrollan dentro de una empresa, deben estandarizarse. Una de las herramientas que se utilizan para poder estandarizar es la que nos proporciona el manual PMBOK, el cual lo estamos utilizando como una guía para el proceso de fabricación de un carro minero.
- La aplicación del procedimiento PMBOK a la fabricación de un carro minero de 40 pies cúbicos de capacidad nos permite ordenar y estandarizar la fabricación de este equipo. Con la aplicación de los procedimientos del manual, haciendo incidencia en los Costos, Tiempos, Alcance y éstos tres elementos enlazados con una buena política de Calidad se deben lograr los objetivos fijados para el proceso de fabricación, en éste caso para la aplicación particular de la fabricación del carro minero.

- al bajar los tiempos de fabricación del carro minero, todas las herramientas se utilizan de manera más eficiente, por tanto el tiempo de parada de la maquinaria también se reduce.
- Se recomienda la aplicación del procedimiento PMBOK en los diferentes procesos que se desarrollan dentro de las empresas, ya que ésta herramienta ayudará de manera efectiva a controlar y estandarizar dichos procesos, en nuestro caso la aplicación fue a la fabricación de un carro minero, puede aplicarse también al diseño o venta de este equipo minero.
- De igual manera al estandarizar los procesos, tiempos y rutas de fabricación, se debe instruir al personal de la empresa, para utilizar ésta nueva herramienta y con esto contar con una nueva forma de trabajar.
- Se debe tener especial cuidado cuando se utiliza por primera vez éste nuevo procedimiento, por lo tanto se debe capacitar al personal para poder implementarlo, sobre todo en lo referente a formatos y documentos que se van a utilizar.
- También se recomienda que a cada sub-fabricación en particular se le aplique el procedimiento PMBOK, para que de esta forma la especialización sea más efectiva, por ejemplo en nuestro caso podemos aplicar los 5 procesos principales del manual a la fabricación de las ruedas, el chasis o de la tolva.

BIBLIOGRAFIA

Australian Institute of Project Management (AIPM) 1996
National Competency Standards for Project Management. Split Junction, NSW.

Boyatzis, Richard E. 1982
The Competent Manager: A model for effective performance. New York:
John Wiley & Sons.

FUNVESA. (Fundición Ventanilla)
Tablas de Propiedades de Fundiciones.

Hellriegel, Don; John W. Woodman. 1992
Organizational Behavior 6ª Ed. St. Paul: West.

Morales Eduardo
Separata y anotaciones de clases del curso Gerencia de Proyectos.

Project Management Institute 2000
Una Guía a los Fundamentos de la Dirección de Proyectos (PMBOK Guide)
Four Campus Boulevard, Newton Square, PA 19073-3299 USA.

Project Management Institute 2000
Project Manager Competency Development (PMCD) Framework.
Four Campus Boulevard, Newton Square, PA 19073-3299 USA.

OERLIKON
Manual de Soldadura.

APENDICE**NORMAS ISO UTILIZADAS EN LA FABRICACIÓN DEL CARRO MINERO**

ISO ICS45 Railway Engineering

ISO 17635 2003 Non destructive testing of weld

ISO 14554-12000 Resistance welding of metallic materials

ISO 6305-21983 Railway components technical delivery requirements

ISO 105-11994 Part1 Parts railway rolling stock material, Rough-rolled tyres for tractive and trailing stock.

ISO 1005-21986 Part2 Parts railway rolling stock material, Tyres wheel centers and tyres wheels for tractive and trailing stock dimensional, balancing and assembly requirements.

ISO 1005-71982 Part7 Parts railway rolling stock material. Quality Requirements.

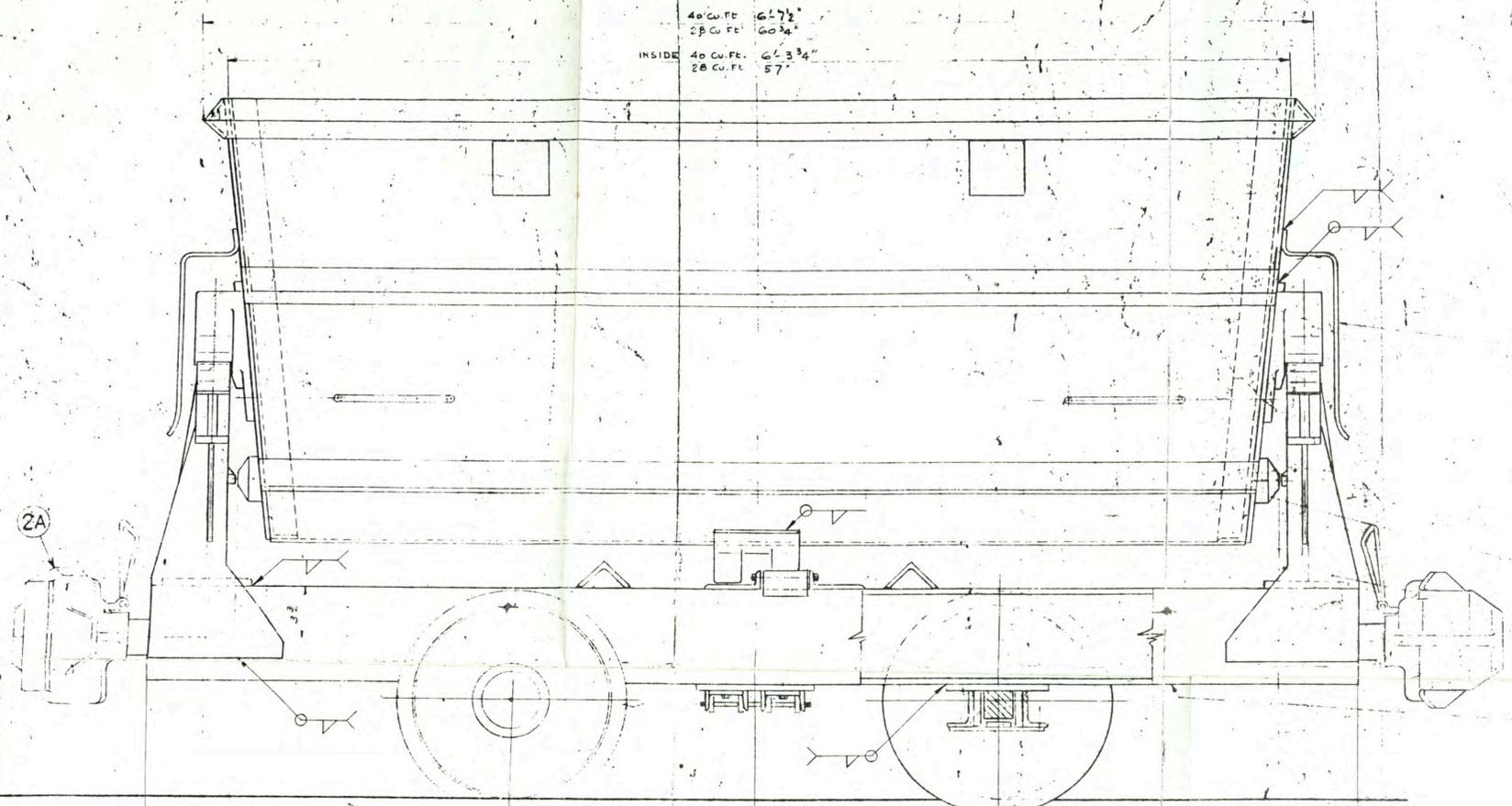
ISO 15242-12004 Rolling bearings measuring methods for vibration part 1 Fundamentals.

ISO 1052-1982 Steels for General Engineering Purposes.

ISO 9692-12003 Welding recommendations for joint preparation part 1: Manual Metal-arc welding, gas welding, TIG welding.

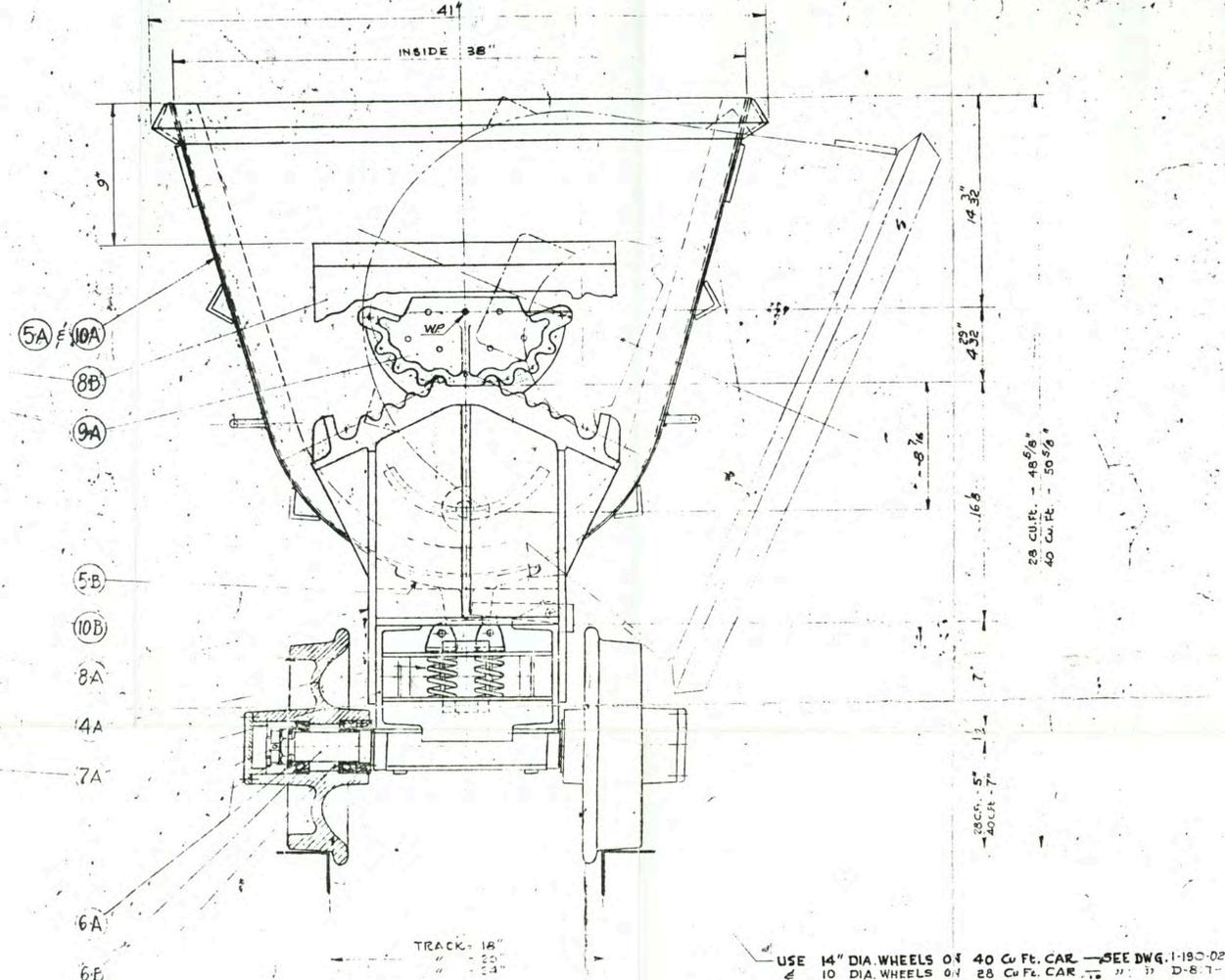
ISO 143432002 Welding consumables-wire electrodes for arc welding of stainless steels. Classification.

BILL OF MATERIAL					
ASSEMBLY		PARTS REQUIRED FOR ONE ASSEMBLY			
MARK	REQ'D	MARK	REQ'D	DESCRIPTION	TOTAL LENGTH



28 Cu. Ft.	24"
40 Cu. Ft.	34"
28 Cu. Ft.	55"
40 Cu. Ft.	6'-11 1/2" [40 bins ³ L=34"]
28 Cu. Ft.	28 3/8"
40 Cu. Ft.	37 1/8"
28 Cu. Ft.	42 1/8"
40 Cu. Ft.	51 1/8"
28 Cu. Ft.	7'-2 3/8"
40 Cu. Ft.	8'-9 1/8"

— SIDE ELEVATION —



SKF ROLLER BEARING
N° 32210-J2

— END ELEVATION —
(NOT SHOWING COUPLING)

NOTA:
EL PRESENTE DISEÑO CONSTITUYE UNA MODIFICACION DEL DISEÑO ORIGINAL CONTENIDO EN EL PLANO N° D-849-1.

SUMMARY OF WEIGHT FOR THE VARIOUS PARTS OF CHASSIS

28 Cu. Ft. CAPACITY CAR		40 Cu. Ft. CAPACITY CAR	
18" TRACK		20" TRACK	
TOTAL WEIGHT OF MACHINED PARTS	205.0	TOTAL WEIGHT OF MACHINED PARTS	218.0
STRUCTURALS	126.0	STRUCTURALS	145.0
CASTINGS	213.0	CASTINGS	213.0
OTHERS	22.0	OTHERS	22.0
TOTAL	1720.0	TOTAL	1899.0
20" TRACK		24" TRACK	
TOTAL WEIGHT OF MACHINED PARTS	218.0	TOTAL WEIGHT OF MACHINED PARTS	226.0
STRUCTURALS	126.0	STRUCTURALS	145.0
CASTINGS	213.0	CASTINGS	213.0
OTHERS	22.0	OTHERS	22.0
TOTAL	1707.0	TOTAL	1813.0

NOTE: DESIGNED AS PER PROTOTYPE AND PLAN N° 619422 SUPPLIED BY "TRAINS DE ROUES DU CENTRE SA"

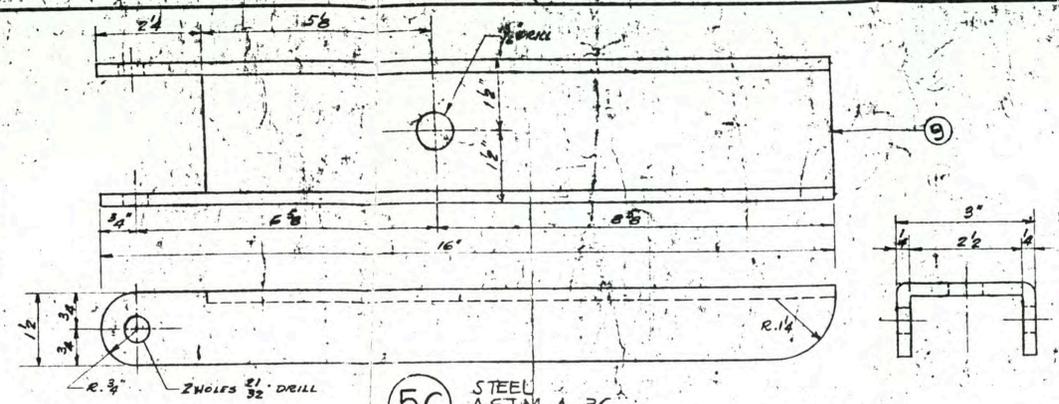
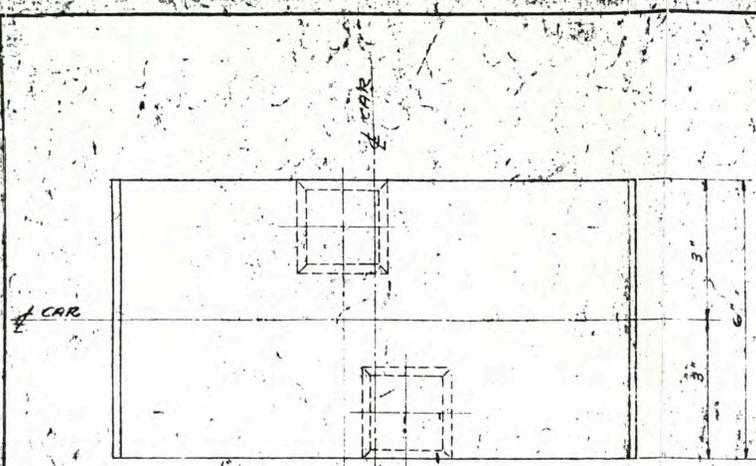
MARK	DESCRIPTION	QTY
C.S. 14" DIA. WHEEL		5011
M 10A & 10B) 28 Cu. Ft. DUMP BOX		5010
M 9A) TOP ROCKER		5009
M 8A & 8B) BOTTOM ROCKER		5008
M 7A) FRAME ASSEMBLY		5007
M 6A & 6B) AXLE ASSEMBLY		5006
M 5A & 5B) 40 GR. DUMP BOX		5005
M 4A) RELEASE MECHANISM		5004
M 2A) WILLISON COUPLING DET.		5003
M 2A) WILLISON COUPLING ASSY		1-190-02-5002

No.	FECH.	DESCRIPCION	DIB.	APRB.	TITULO	PLANO N°
REVISIONES		REFERENCIAS				

CENTROMIN PERU S.A.
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA

LA OROYA MINING DEPARTMENT
MINE CARS (28 & 40 Cu. Ft)
GENERAL ASSEMBLY

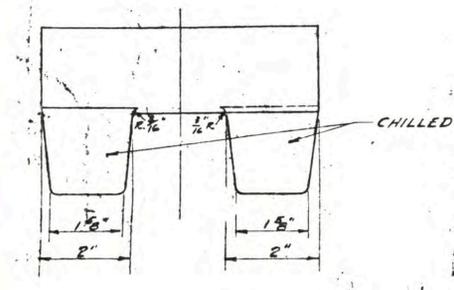
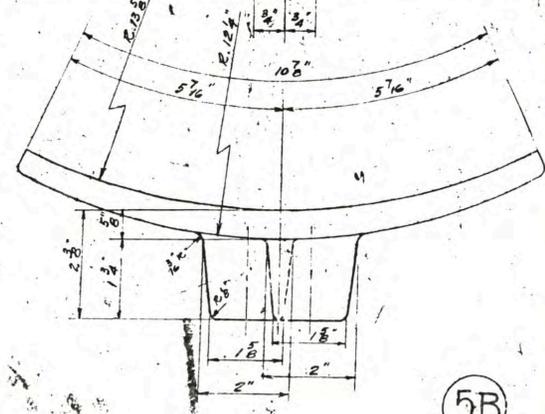
DIS. L. SOLIS	DIB. J.D.A.	ESC. 2" = 1'-0"
APROS.	FECHA	PLANO N°
DIS. [Signature]	[Signature]	1-190-02-5001
CONST.		REV.



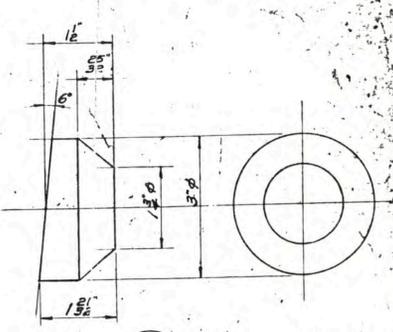
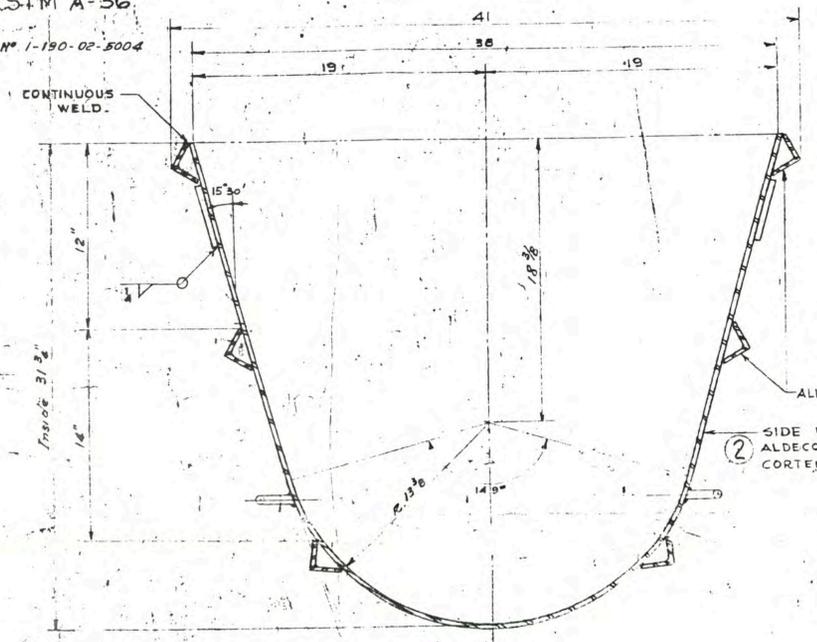
BILL OF MATERIAL

PARTS REQUIRED FOR ONE ASSEMBLY						
ASSEMBLY	MARK	REQ'D	MARK	REQ'D	DESCRIPTION	TOTAL LENGTH
5A	1	1	2	1	2" x 4" x 1/2"	38"
		2	1	1	2" x 4" x 1/2"	6"
		3	2	1	ANGLE 2" x 4"	16-11"
		4	2	1	"	6-7 1/2"
		5	2	1	"	6-7 1/2"
		6	2	1	"	7 1/2"
		7	2	1	"	4 1/2"
		8	4	1	3/8" x 4" FLAT BAR	12"
5B	1	-	-	CASTING	10 3/8"	G-STEEL
5C	2	9	1	# 52 x 1/4 x 16"	16"	STL
10'B	2	-	-	3/8" x 1 1/2" BAR	-	STL

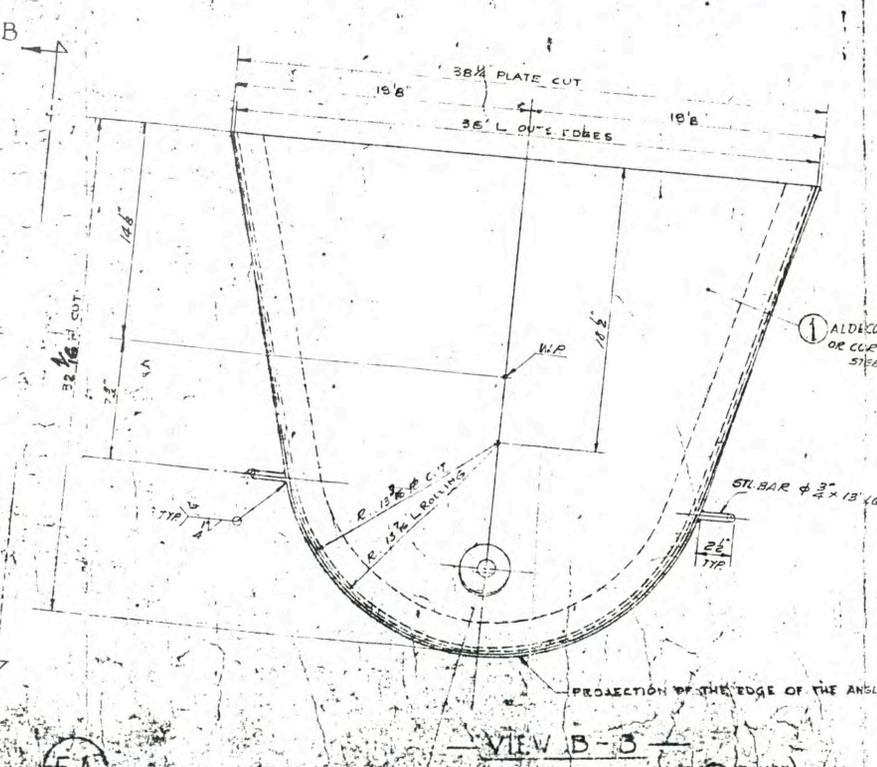
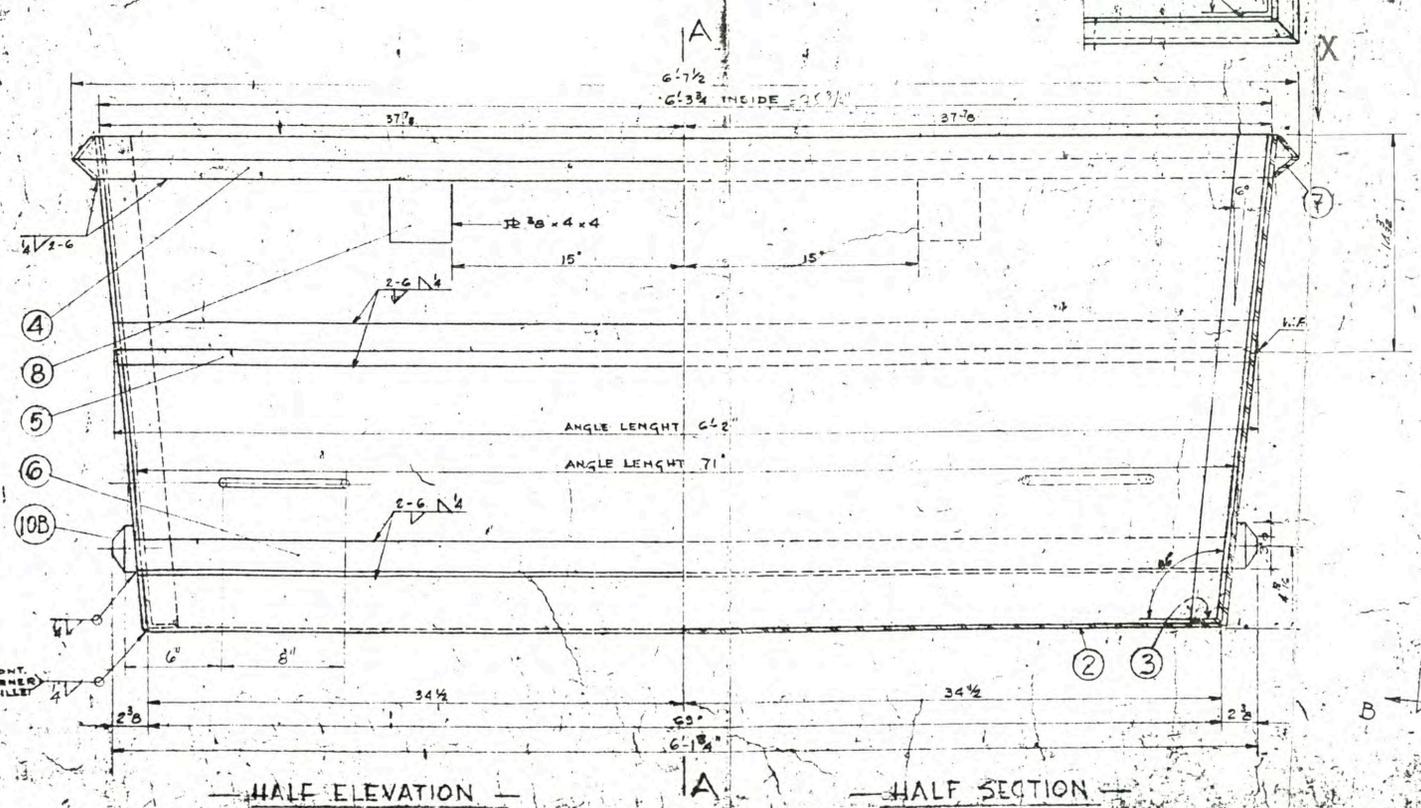
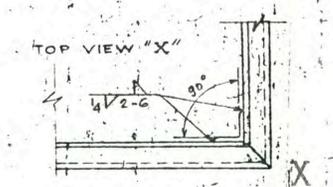
TOTAL WEIGHT STRUCTURALS 135
" " CASTINGS 11 1/2



5C STEEL ASTM A-36
SEE ASSEMBLY **5A** ON DWG. NO. 1-190-02-5004



10B STEEL A151 1020

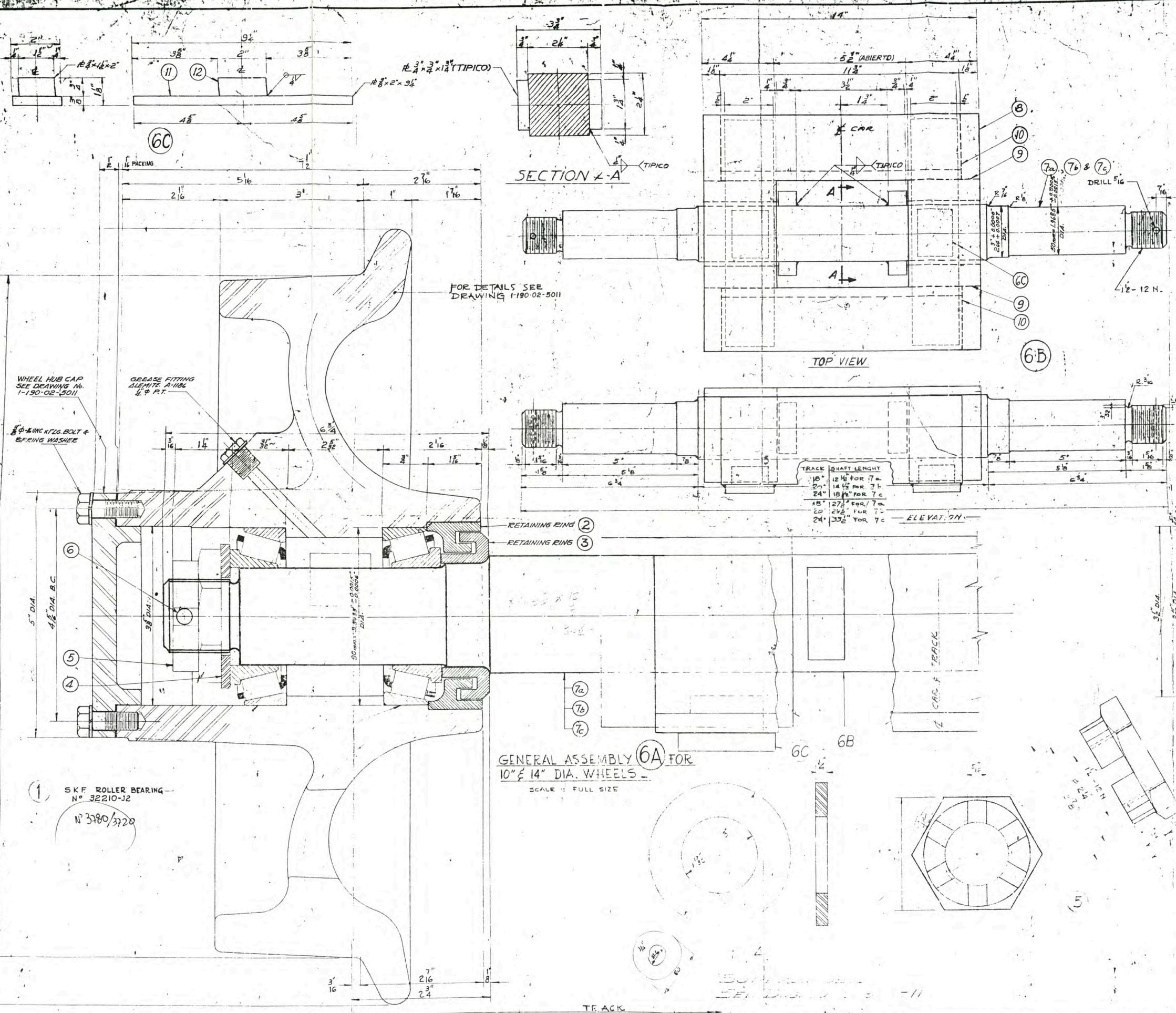


NO.	FECH.	DESCRIPCION	DIB. APROB.	TITULO	PLANON
REVISIONES		REFERENCIAS			
CENTROMIN PERU S.A. DEPARTAMENTO DE INGENIERIA LA OROYA MINING DEPARTMENT MINE CARS 40 Cu. Ft. DUMP BOX					
DIS. L. SOLIS		DIB. J. D. A.		ESC. 2" = 1'-0"	
APROB.		FECHA		PLANO N°	
DIS. Key Key		13-XI-80		1-190-02-5005	
CONST. Key Key		15-XI-80			

VOLCAN: CASAL TROCAS 24"

ASSEMBLY **5A**

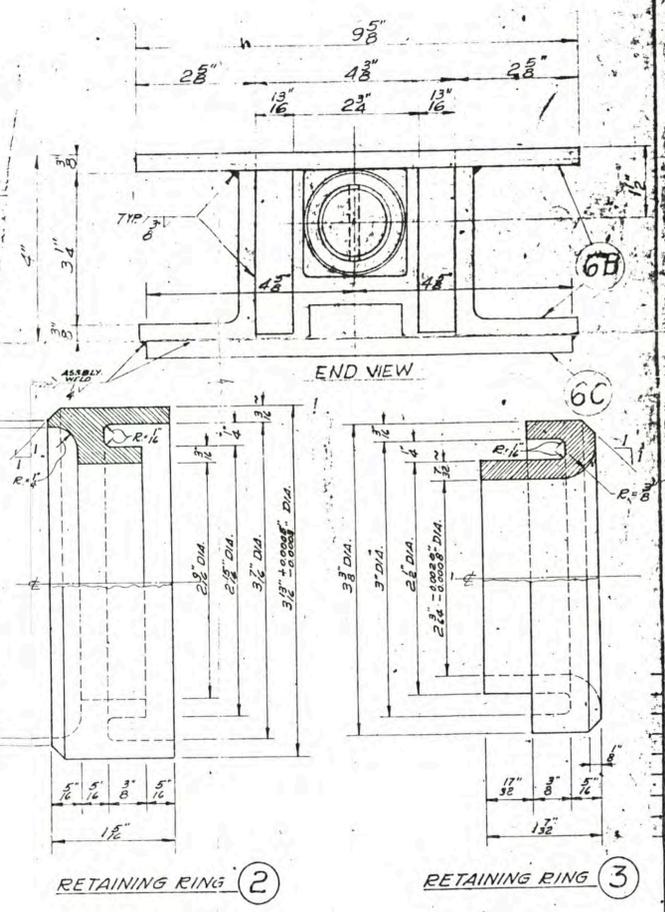
VIEW B-B
SHOWING END PLATE 10 ONLY



BILL OF MATERIAL

ASSEMBLY		PARTS REQUIRED FOR ONE ASSEMBLY						
MARK	REQ'D	MARK	REQ'D	DESCRIPTION	TOTAL LENGTH	MTL.	REMARK	WEIGHT
6A	2	1	4	SKF ROLLER BEARINGS				
		2	2	3/8" ROUND BAR	12"	ASTM A572		23.40
		3	2	3/8" ROUND BAR	14"	ASTM A572		12.85
		4	2	3" ROUND BAR	14"	ASTM A108	10R2470	2.80
		5	2	3" ROUND BAR	14"	ASTM A108	10R2470	2.80
		6	2	5/16" COTTER PIN	24"	SAE	270400	
6B	2	7a	1	2 1/2 x 2 1/2 BAR	27 1/2"	ASTM A36	101160	100.0
		7b	1	2 1/2 x 2 1/2 BAR	29 1/2"	"	"	110.0
		7c	1	2 1/2 x 2 1/2 BAR	33 1/2"	"	"	120.0
		8	1	1/2 x 9 1/2 x 1/4 PLATE		ASTM A36	1010340	22.5
		9	4	1/2 x 3 1/2 x 1/4 PLATE		"	"	27.00
6C	4	10	2	L 2 1/2 x 3 1/2	11 1/2"	"	"	33.50
		11	1	3/8 x 2" FLAT BAR	9 1/2"	ASTM A36	1010340	17.85
		12	1	3/8 x 1 1/2	2"	"	"	2.86

TOTAL WEIGHT OF MACHINED PARTS (6" TRACK) 244.46
 " " " " (20" ") 254.46
 " " " " (24" ") 264.46

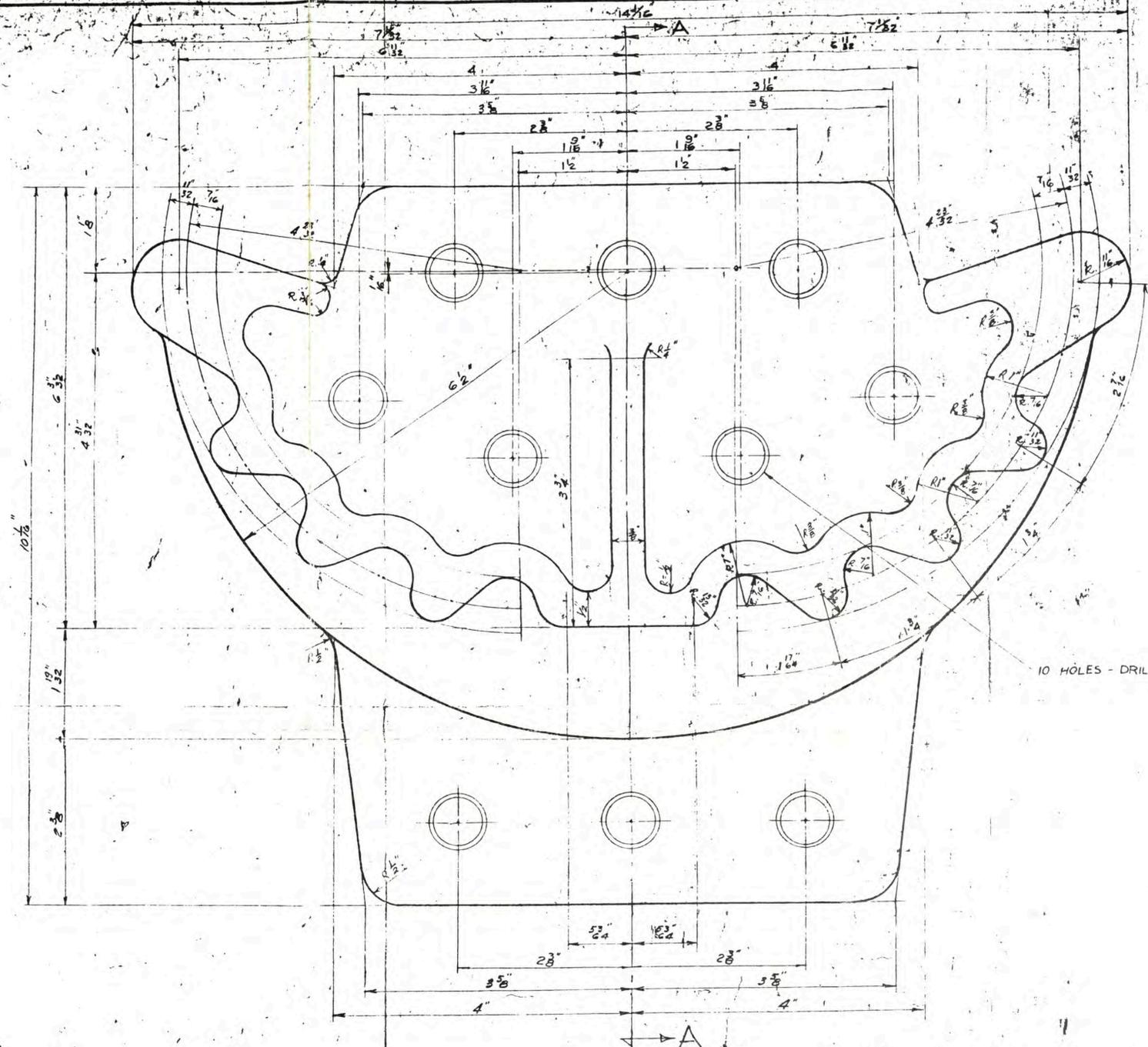


GENERAL ASSEMBLY (6A) FOR 10" & 14" DIA. WHEELS.
 SCALE: FULL SIZE

No. FECH.	DESCRIPCION	DIB. APRB.	TITULO	PLANO N.
REVISIONES		REFERENCIAS		
CENTROMIN PERU S.A. DEPARTAMENTO DE INGENIERIA				
LA OROYA MINING DEPARTMENT MINE CARS				
AXLE ASSEMBLY & DETAILS				
DIS. 17.XI.80		DIB. 17.XI.80		ESC. AS NOTED
APROB. <i>[Signature]</i>		FECHA 17.XI.80		PLANO N. 1-190-02-5006
DIS. <i>[Signature]</i>		DIB. <i>[Signature]</i>		REV.

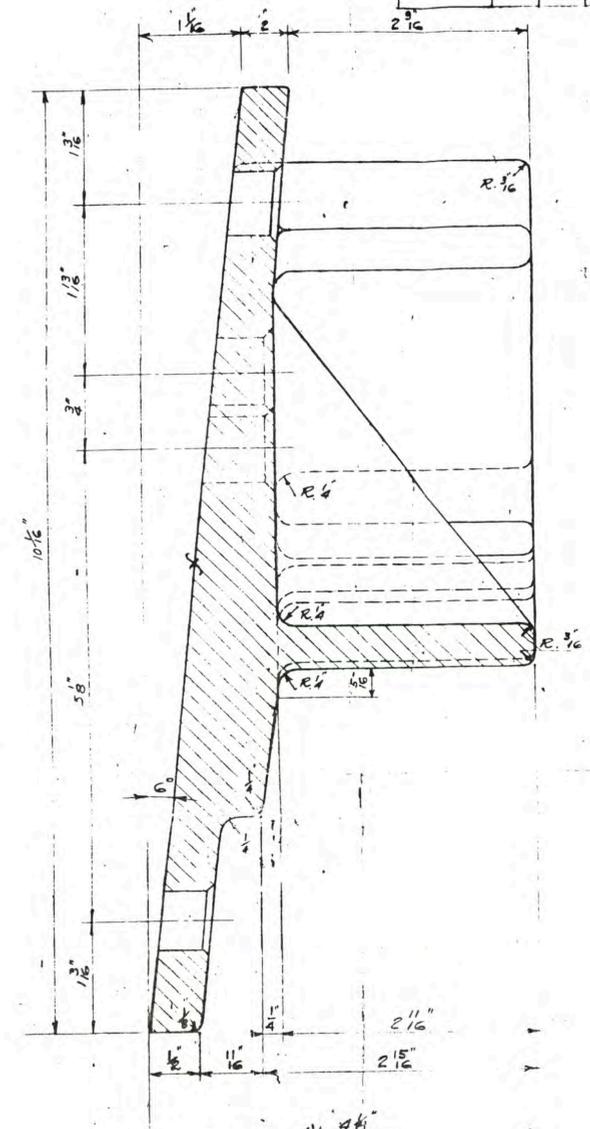
BILL OF MATERIAL

ASSEMBLY		PARTS REQUIRED FOR ONE ASSEMBLY						
MARK	REQ'D	MARK	REQ'D	DESCRIPTION	TOTAL LENGTH	MTL	REMARK	UNIT
9A	2			CASTING	14 1/2"	CAST STEEL		PCS
				TOTAL	65.			



ELEVATION

ASSEMBLY (9A)



SECTION A-A

PATTERN NUMBER D-849-9-A

No.	FECH.	DESCRIPCION	DIB. APRB.	TITULO	PLANO No.
		REVISIONES	REFERENCIAS		
CENTROMIN PERU S.A. DEPARTAMENTO DE INGENIERIA					
LA OROYA MINING DEPARTMENT MINE CARS TOP ROCKER					
DIB. L. SOLIS		DIB. J.D.A.		ESC. FULL SIZE	
APROB.		FECHA		PLANO N°	
DIB. <i>[Signature]</i>		13-XI-64		1-190-02-5009	
CONST. <i>[Signature]</i>		11-XI-64		REV.	