

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERIA MECÁNICA



**IMPLEMENTACION DE UN PLAN PARA EL
ENSAMBLAJE DE UN CAMION MINERO CAT 797F**

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

LUIS ALBERTO GUIZADO HUAMÁN

PROMOCIÓN 2010 –II

LIMA-PERÚ

2014

A Rosendo y Luisa, Padres ejemplares y amorosos, que gracias a su apoyo y consejo logran que yo sea cada día mejor.

A mis Hermanos, Tíos, Primos y Amigos que siempre creyeron y confiaron en mí.

Gracias a todos por su apoyo incondicional.

ÍNDICE

PRÒLOGO

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN	4
1.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	8
1.2 DESCRIPCIÓN DEL CAMIÓN CAT 797F	10
CAPÍTULO II PLANIFICACIÓN DE RECURSOS NECESARIOS PARA EL ENSAMBLAJE DEL CAMIÓN CAT 797F	32
2.1 REQUERIMIENTOS Y NECESIDADES DEL PERSONAL	34
2.1.1 Funciones del personal	34
2.1.2 Tiempo y cantidad de personal necesario para el ensamblaje del camión CAT 797F	37
2.2 REGISTRO DE ACTIVOS NECESARIOS PARA EL ENSAMBLAJE	41
2.3 CAPACITACIÓN DEL PERSONAL	43
2.4 REQUERIMIENTOS Y PREPARACIÓN DE LA ZONA PARA EL ENSAMBLAJE	47
2.4.1 Tamaño y disposición de la zona para el ensamblaje	47
2.4.2 Compactación y nivelación del terreno	49
CAPÍTULO III PROCESO DE ENSAMBLAJE DEL CAMIÓN CAT 797F	51
3.1 RESUMEN DEL PROCESO DE ENSAMBLAJE ESTÁNDAR DEL CAMIÓN SEGÚN INSTRUCCIÓN ESPECIAL DEL FABRICANTE	52

3.2 CHECKLISTS PARA ENSAMBLAJE.	73
3.3 MEJORAS APLICADAS AL CAMIÓN CAT 797F	77
CAPÍTULO IV PROTOCOLO DE PRUEBAS PARA LA PUESTA EN SERVICIO DEL CAMIÓN CAT 797F	82
4.1 REALIZACIÓN DEL PROTOCOLO DE PRUEBAS PARA LA PUESTA EN SERVICIO DEL CAMIÓN CAT 797F	82
4.2 ELABORACIÓN DE CRONOGRAMA BASICO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE ENSAMBLAJE	88
CAPÍTULO V EVALUACION ECONOMICA	93
5.1 COSTOS ANTES DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE ENSAMBLAJE	93
5.2 COSTOS DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE ENSAMBLAJE	97
CONCLUSIONES	100
RECOMENDACIONES	102
BIBLIOGRAFÍA	103
APÉNDICE	

INDICE DE FIGURAS

Fig 1, 1 Vista del Motor CAT C175-20 para camión 797F.	11
Fig 1,2 Componentes del Tren de Fuerza Mecánico	13
Fig 1.3 Esquema del sistema de frenos del camión	16
Fig 1.4 Tolva del camión CAT 797F.	17
Fig 1,5 Chasis del camión CAT 797F	19
Fig1,6 Cabina del camión 797F	21
Fig 1,7 Sistema de monitor VIMS	24
Fig 1,8 Cabina del camión y caja de aislamiento	26
Fig 1,9 Dimensiones del camión CAT 797F.	30
Fig. 2,1 Mapa del proceso de compra y puesta en servicio para el camión CAT 797F	33

Fig.2,2 Organigrama del área para el ensamblaje del camión CAT 797F	37
Fig.2,3 Diagrama de causas probables para determinación del problema.	40
Fig. 2,4 Dimensiones del área de ensamblaje para el camión CAT 797F.	47
Fig.2,5 Chasis ubicado en la zona de ensamblaje del camión CAT 797F	48
Fig 2,6. Vista panorámica la zona de ensamblaje del camión CAT 797F	48
Fig 2,7. Esquema de la zona de ensamblaje con índices de compactación del terreno.	50
Fig.3,1 Vista típica del chasis del Camión de Obras 797F.	56
Fig 3,2 Vista típica del conjunto de eje trasero	56
Fig.3,3 Vista típica de un radiador	57
Fig 3,4 Vista típica de los cilindros de la suspensión delantera.	57
Fig.3,5 Plataformas y cabina del camión	58
Fig.3,6 Disposición de componentes del camión	59
Fig.3,7 Montaje del radiador del camión	60
Fig.3,8 Instalación del eje trasero del camión	61
Fig.,3,9 Instalación de la transmisión del camión.	62
Fig.3,10 Instalación del grupo de rueda y suspensión delantera	63

Fig.3,11	Instalación de un cilindro de dirección.	64
Fig.3,12,	Montaje de la cabina del camión	65
Fig.3,13,	Instalación del Tanque de combustible 3.785 L (1.000 gal EE.UU.)	66
Fig.3,14	Instalación del cilindro de levante de tolva	67
Fig.3,15	Instalación de la plataforma derecha y el grupo de filtros de aire.	68
Fig.3,16	Instalación de la llanta con el manipulador de llantas	69
Fig 3.17.	Izaje de la visera (canopy) de la tolva del camión	70
Fig.3,18	Izaje de los plates laterales de la tolva del camión	71
Fig 3,19	Tolva del camión en proceso de ensamblaje	71
Fig.3,20	Instalación de la visera(canopy) de la tolva del camión	72
Fig 3,21	Instalación de la tolva en el camión.	72
Fig 3,22.	Camión 797F ensamblado	73
Fig. 3,23	Checklist inicial de ensamblaje del camión	74
Fig.3,24	Checklist de sistemas de levante	75
Fig 3,25.	Checklist del sistema de dirección	76
Fig. 3,26	Checklist de llantas y chasis del camión	77
Fig 3,27.	Instalación de espiro protector en líneas hidráulicas	78

Fig. 3,28 Abrazadera instalada en línea hidráulica de mandos finales	78
Fig.3,29 Instalación de espiro protector en línea de refrigeración de frenos traseros	79
Fig. 3,30 Instalación de espaciador para líneas de grasa.	79
Fig. 3,31 Corrección del ruteo de la línea de grasa del pin de tolva	80
Fig.3,32 Decantadores de los filtros de aire.	80
Fig.3,33 Instalación de Goma protectora.	81
Fig 5,1. Diagrama Gantt implementado para el ensamblaje del segundo camión	98

INDICE DE TABLAS

Tabla 1,1. Tabla de comparación entre modelos de camiones mineros CAT.	6
Tabla. 2,1 Cargos y funciones principales del personal	34
Tabla.2,2 Cantidad y horarios del personal	38
Tabla.2,3 Herramientas adicionales a las mencionadas en el manual de ensamblaje	41
Tabla.2,4 Habilidades del nivel 3 del Service Pro CAT	44
Tabla. 3,1 Pesos aproximados de los componentes principales del camión	52
Tabla 4,1 Protocolo de pruebas de motor C175-20.	83
Tabla.4,2 Protocolo de pruebas del convertidor de Par	84
Tabla.4,3 Protocolo de pruebas de la Transmisión.	84
Tabla.4,4 Protocolo de pruebas del sistema de dirección.	85
Tabla.4,5 Protocolo de pruebas del sistema de levante.	85
Tabla.4,6 Protocolo de pruebas del sistema de frenos	86

Tabla. 4,7 Protocolo de pruebas del sistema de enfriamiento de frenos referidos a la toma de presión en la bomba de enfriamiento	86
Tabla.4,8 Diagrama Gantt propuesto para mejorar los tiempos de ensamblaje del camión CAT 797F.	87
Tabla.4,9 Listado de tareas para la generación de un cronograma base para el ensamblaje del camión.	88
Tabla.5,1 Costo de las Herramientas adicionales mencionadas en la tabla 2,3.	94
Tabla.5,2 Costo y Horas hombre totales del personal técnico para el ensamblaje	97
Tabla.5,3 Ahorro luego de implementación del plan de ensamblaje.	98

PRÓLOGO

La minería es hoy en día la principal fuente de ingreso de nuestro país, por tanto no es de extrañarse que cada vez vayan siendo más las empresas tanto de capital nacional como extranjero interesadas en extraer la gran cantidad de minerales existentes a lo largo de nuestro territorio nacional, el Perú posee una extensa tradición minera incluso antes de la época de los incas, nuestros ancestros practicaban la minería de una forma artesanal, es decir recogían los metales de la superficie del suelo donde eran visibles.

Hoy en día el concepto de minería ha variado del antiguo concepto que se tenía hasta la década de los años 80 e incluso gran parte de la década de los años 90 que consideraba la producción sobre la seguridad, actualmente una empresa minera es rentable y tiene mejores indicadores de seguridad y producción cuando más mineral se extrae minimizando costos y preponderando la seguridad, y es por ello que cuanto más mineral se pueda transportar desde la zona de recojo del mismo hasta la planta de procesamiento más rentable es la actividad en sí, este concepto es válido tanto para minería subterránea como para minería de tajo abierto, y es en esta última donde

son utilizadas máquinas de gran tonelaje que hacen el transporte de dichos materiales en su estado natural y que lleguen a la planta de procesamiento, dichas máquinas en minería son llamadas Camiones Mineros y su colosal tamaño y más aún la cantidad de material que pueden transportar hace que sean indispensables en toda mina donde se practique la extracción de tajo abierto.

El objetivo del presente informe es la realización y/o acondicionamiento de procedimientos para el ensamblaje de un camión minero marca CATERPILLAR 797F así como el protocolo de pruebas del mismo, el cual contempla todas las pruebas que se debe realizar a una de estas máquinas una vez que se termina su etapa de ensamblaje.

El CATERPILLAR 797F es hoy por hoy el más grande camión de entre todos y ya sea que acarree cobre, carbón, oro, mineral de hierro o escombros, el CAT 797F proporciona el costo óptimo en su clase por unidad de producción, con un motor diesel CAT C175-20 de 20 cilindros con post enfriador aire a aire y turbocompresor cuádruple que mejora la capacidad de administración de potencia para máximo rendimiento de acarreo en las aplicaciones de minería más exigentes, posee una transmisión planetaria de siete velocidades que se acopla con el motor C175-20 para suministrar potencia constante en una amplia gama de velocidades de operación, tiene un tren de fuerza de tracción mecánica que proporciona eficiencia y control de operación inigualables en pendientes pronunciadas, en condiciones deficientes del terreno y en caminos de acarreo con alta resistencia a la laminación, definitivamente es la solución a los problemas de cualquier cliente minero que quiera incrementar su capacidad de producción.

El presente informe se estructura de la siguiente manera:

Capítulo I, contiene los antecedentes, objetivos y alcance, también se considera la descripción de la empresa y la descripción del camión CAT 797F propiamente dicho.

Capítulo II, contiene las rutinas necesarias para realizar la planificación de recursos básicos para poder realizar el ensamblaje del camión, contempla funciones, necesidades y cantidad del personal indispensable, activos necesarios para el cumplimiento de la labor, así como las características de la zona de ensamblaje.

Capítulo III, describe sucintamente el proceso de ensamblaje del camión según Caterpillar y los checklists facilitados por fábrica para su seguimiento durante el proceso y las mejoras realizadas durante el ensamblaje del mismo.

Capítulo IV, contempla el protocolo de pruebas del camión las cuales se realizan en un camión recién ensamblado antes de su puesta en marcha y la elaboración de un listado de tareas del proceso para la realización del cronograma de ensamblaje base, que servirá de guía para futuros ensamblajes de este tipo.

Capítulo V, muestra de forma clara y sencilla la evaluación económica asociada y los costos antes y después de la implementación del plan de ensamblaje del camión.

Finalmente se exponen las conclusiones del informe, recomendaciones, bibliografía, y apéndices relacionados.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El presente informe tiene por finalidad determinar e implementar las causas que hacen que el ensamblaje de los camiones CAT 797F no sea realizado en el tiempo estimado cuando se ensambla en los diferentes lugares mineros de nuestro país. Desde que se usan este tipo de camiones en la minería de tajo abierto, es cada vez más común que se requiera de que estas grandes máquinas tengan mayor capacidad de traslado de material; pues por más toneladas trasladadas en un solo acarreo es mucho más rentable para la mina. Por tanto es necesario que desde que se realiza el ensamblaje de un camión salga con todo en orden para evitar problemas a posterior que pueden costar no solo rentabilidad, confiabilidad y/o disponibilidad del equipo; si no también la integridad física de las personas que laboran con este tipo de máquinas. El proceso de ensamblaje de una máquina de estas dimensiones es bastante crítico debido a los muchos factores a considerar desde los que tenemos:

El camión CAT 797F se fabrica a pedido por tanto cada camión es enviado por partes y estas son ensambladas recién en el sitio donde deberá ser usado, es decir se ensambla por única y primera vez en la mina donde el camión está destinado a trabajar. Otro de los factores viene a ser el peso del mismo camión el cual al bordear alrededor de las 260 toneladas hace difícil ensamblarlo de no ser en un área adecuada que pueda soportar tales condiciones. Estos y otros factores serán tratados durante el desarrollo de este informe buscando mejorar y estandarizar los tiempos de entrega del equipo desde que se reciben todas las partes, hasta que se termina el protocolo de pruebas del mismo, el cual es el paso final para su puesta en servicio en la mina.

ANTECEDENTES

En la actualidad las minas de nuestro país, deseosas de incrementar su producción para seguir con el ascendente auge minero de nuestra región, han optado por cada vez ir adquiriendo maquinaria con tecnología de punta. Es así que dentro de este contexto los ya conocidos modelos de camiones mineros CAT 793 con sus series C, D y F han sido mejorados y superados por el CAT 797F; el cual siendo actualmente el abanderado de la marca CATERPILLAR en lo que se refiere a camiones mineros viene también a ser algo nuevo en nuestro medio pues su gran capacidad de carga, tamaño y peso hace sea una tarea de extrema minuciosidad el proceso de ensamblaje del mismo.

Tabla 1,1. Tabla de comparación entre modelos de camiones mineros CAT.

ESPECIFICACIONES DE FABRICA		793D	793F	797F
MOTOR	Modelo	CAT 3516B (16 cilindros)	CAT C175-16 (16 cilindros)	CAT C175-20 (20 cilindros)
	Potencia Bruta	2415 hp	2650 hp	4000 hp
	Potencia Neta	2337 hp	2478 hp	3793 hp
	Cilindrada	78L	85L	106L
TRANSMISION	# de Marchas de Avance	6	7	7
	Velocidad máxima de desplazamiento	54,3 Km/h	60 Km/h	67,6 Km/h
PESO Y CAPACIDAD	Peso bruto (máquina vacía)	167 Ton	165 Ton	261 Ton
	Capacidad carga útil	218 Ton	227 Ton	363 Ton
	Peso bruto de máquina en operación	385 Ton	392 Ton	624 Ton

Por tanto como podemos observar en la Tabla 1.1 el nuevo 797F no solo acarrea mayor cantidad de material sino que también lo hace de forma más veloz, es por tanto una solución a los problemas de incremento de producción de la mina.

OBJETIVO GENERAL

- El objetivo del presente estudio es implementar un plan de ensamblaje para un camión minero CAT 797F referidos a:
 - Herramientas, Accesorios y Recursos necesarios para tal fin.
 - Procedimiento estándar de ensamblaje sabiendo que el camión siempre será ensamblado en campo es decir fuera de talleres.
 - Entrenamiento del personal.

OBJETIVO ESPECÍFICO

- Estandarizar un plan de ensamblaje para poder ser usado de guía y aplicable en las diferentes zonas del país donde existe minería de tajo abierto y donde se pueda hacer uso de este tipo de camión.
- Asegurar que el área de trabajo cuente con todas las facilidades para el desarrollo correcto del proceso de ensamblaje del camión.

JUSTIFICACIÓN

Porque se explica la manera de planear el proceso de ensamblaje del Camión CAT 797F de una forma racional, eficiente y eficaz.

Porque se logra acortar los tiempos de ensamblaje y protocolo de pruebas para el camión, los procesos se realizan correctamente evitando labores indebidas y rehacer trabajos.

ALCANCE

Se tiene por alcance del presente informe la implementación del plan de ensamblaje para un camión CAT 797F, el cual se desarrollará en el área de ensamblaje designado por la mina que está adquiriendo el camión, en este proceso de ensamblaje se ve involucrada la jefatura, supervisores y técnicos, tanto de fábrica, distribuidor y de la mina quien es la beneficiaría final.

1.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

Ferreyros es la empresa líder en la comercialización de bienes de capital en el país y en la provisión de servicios en este ámbito. Integrante de la corporación Ferreycorp, es distribuidora de Caterpillar desde 1942.

Historia

Fue Enrique Ferreyros Ayulo y un pequeño grupo de socios los que fundaron en 1922 la empresa Enrique Ferreyros y Cía. Sociedad en Comandita, la cual se dedicó en sus primeros años de operación a la comercialización de productos de consumo masivo. Veinte años más tarde, la empresa experimentó un giro trascendental, cuando tomó la decisión de asumir la representación de Caterpillar Tractor Co. en el Perú. A partir de entonces, la compañía incursionó en nuevos negocios y comenzó a redefinir su cartera de clientes, marcando así el futuro desarrollo de toda la organización. Dos décadas después, en la década de los 60, otras líneas de máquinas y equipos como Massey Ferguson le encomendaron su representación. Asimismo, fue en 1962 que la empresa concretó su inscripción en la Bolsa de Valores de Lima, convirtiéndose en una compañía de accionariado difundido. En 1981, la empresa se transformó en sociedad anónima, como parte de un proceso de modernización a fin de reflejar la nueva estructura accionaria. Ello la llevó finalmente a convertirse, en 1998, en una sociedad anónima abierta bajo la denominación de Ferreyros S.A.A. En el 2012, como consecuencia del crecimiento experimentado por Ferreyros y por las otras compañías subsidiarias del grupo, se procedió a realizar una reorganización corporativa. Antes del cambio, la empresa Ferreyros S.A.A. se dedicaba a las funciones operativas de una compañía distribuidora de bienes de capital y,

adicionalmente, a un rol corporativo, que definía los lineamientos de todas las empresas de la organización. Gracias a la reorganización, Ferreyros S.A.A. se transformó en Ferreycorp S.A.A., que asumió el rol corporativo en su calidad de holding del grupo, propietaria de todas las subsidiarias de la corporación, tanto las locales como las extranjeras. Por su parte, la compañía Ferreyros S.A. fue asignada a dedicarse exclusivamente a la comercialización de maquinaria, equipos y servicio postventa de la línea Caterpillar y sus marcas aliadas. Esta nueva estructura organizativa está diseñada para permitir que cada una de las subsidiarias de la corporación se enfoque mejor en la propuesta de valor a sus clientes, logrando una mejor cobertura para atender las propias oportunidades de negocio y mejorar así sus capacidades operativas.

Bajo esta consigna y dado el auge minero de los últimos 20 años en el Perú, es que Ferreyros S.A. consciente del gran rol que juega como principal socio estratégico de cada una de las minas de nuestro país en lo referido a maquinaria pesada decide crear la División de Gran Minería avocada únicamente a la atención, venta, soporte técnico postventa y de garantías en cada uno de las minas más importantes del país.

La División Gran Minería a través de su área de ensamblaje de equipos es la encargada de realizar todo tipo de ensamblaje de las máquinas que Ferreyros S.A. vende a las principales minas del país.

1.2 DESCRIPCIÓN DEL CAMIÓN CAT 797F

Como se explicó anteriormente la creciente demanda minera de nuestro país requiere del uso de máquinas de mayor capacidad tanto para labores en planta, exploración, perforación y acarreo, y es aquí donde se circunscribe el camión CAT 797F, del cual a continuación realizaremos la descripción tanto de la máquina y los sistemas y principales componentes del mismo.

Motor

El motor diesel CAT C175-20 con post enfriador aire a aire y turbocompresor cuádruple, ha mejorado la capacidad de administración de potencia para máximo rendimiento de acarreo en las aplicaciones de minería más exigentes.

El Motor C175-20 tiene un diseño de 20 cilindros, un solo bloque y cuatro tiempos que usa carreras de potencias largas y eficaces para lograr una óptima eficiencia.

El mayor desplazamiento, la clasificación de rpm bajas y las clasificaciones conservadoras de potencia equivalen a más tiempo en los caminos de acarreo y menos tiempo en el taller.

Sistema de Combustible de Riel Común CAT

El sistema con control electrónico detecta las condiciones de operación y regula la entrega de combustible para alcanzar una eficiencia óptima de combustible. Este sistema de combustible preciso y flexible otorga al motor la capacidad de cumplir con las normativas de emisiones sin sacrificar el rendimiento, la fiabilidad o la durabilidad.

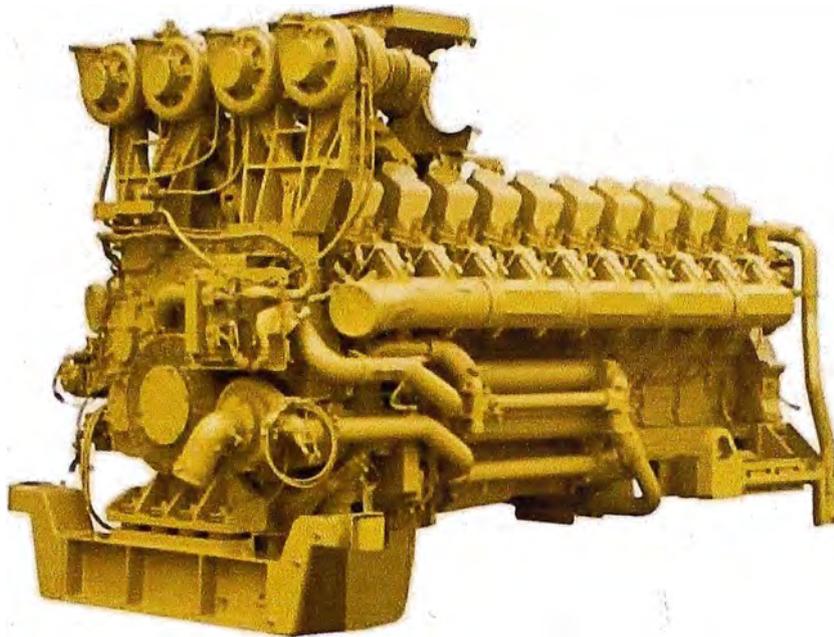


Fig 1, 1 Vista del Motor CAT C175-20 para camión 797F.

Tren de Fuerza Mecánico

El tren de fuerza de mando mecánico y la transmisión CAT proporcionan una eficiencia y control de operación inigualables en pendientes empinadas, en condiciones de terreno deficientes y en caminos de acarreo con alta resistencia a la rodadura.

Transmisión

La transmisión planetaria CAT de siete velocidades se acopla con el Motor C175-20 para suministrar potencia constante en una amplia gama de velocidades de operación.

- Diseño resistente: la transmisión planetaria probada, diseñada para lograr una potencia más alta del Motor C175-20, se ha fabricado para resistir las grandes cargas y esfuerzos a los que está sometido el equipo durante su operación.

Control de presión del embrague electrónico (ECPC)

El ECPC proporciona un máximo rendimiento, cambios suaves, vida útil prolongada del embrague y un desplazamiento más cómodo.

2 – Convertidor de par con sistema de traba

Combina la fuerza de tracción máxima y la suavidad en los cambios de marcha del mando de convertidor de par, con la eficiencia y el rendimiento del mando directo. El convertidor de par con sistema de traba se conecta a aproximadamente a 8 km/h (5 mph) para proporcionar más potencia a las ruedas.

3 – Mandos finales

Los mandos finales CAT funcionan como un solo sistema con la transmisión planetaria para aplicar la máxima potencia al suelo. Fabricados para resistir las fuerzas de par elevado y las cargas de impacto, los mandos finales multiplican el par alto para reducir aún más los esfuerzos del tren de impulsión.

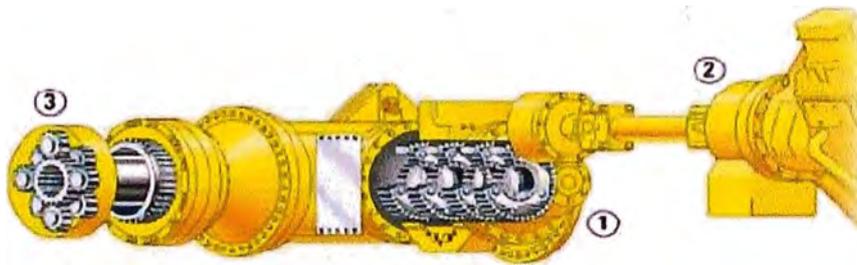


Fig 1,2 Componentes del Tren de Fuerza Mecánico (1 transmisión. 2 Convertidor de par. 3 Mandos Finales)

Sistema de frenado Caterpillar

El control de frenado superior permite que los operadores se concentren en la productividad.

Control Integral de Frenado (IBC)

El sistema de frenado CAT, enfriado con aceite, proporciona rendimiento y control fiables en las condiciones de los caminos de acarreo más exigentes. El sistema integrado combina las funciones de frenos de servicio, secundarios, de

estacionamiento y de retardación en el mismo sistema para proporcionar una eficiencia de frenado óptima que no consume combustible durante la retardación.

Frenos de discos múltiples enfriados por aceite

Los frenos CAT de discos múltiples, enfriados por aceite forzado y en las cuatro ruedas, son enfriados continuamente por los intercambiadores de calor de agua a aceite para proporcionar un frenado sin desgaste y un rendimiento de retardación excepcionales.

Freno de estacionamiento

El freno de estacionamiento enfriado por aceite, conectado por resorte y desconectado hidráulicamente, se aplica a las cuatro ruedas para proporcionar una capacidad superior de estacionamiento en pendientes de hasta 15%.

Control Automático del Retardador Hidráulico (HARC)

El sistema de control automático de retardador hidráulico controla electrónicamente la retardación en la pendiente para mantener las RPM del motor y el rendimiento del sistema de frenos óptimos.

El HARC ahora se puede ajustar en cada marcha, puesto que el módulo de control electrónico del motor (ECM) monitorea en todo momento las RPM del motor y va activando la opción de retardación de acuerdo a que RPM corresponde a cada marcha.

Retardación

La opción de retardación es la manera en como el camión a través del ECM de motor y el de freno regulan las RPM para evitar daños personales, materiales y también evitar desgastes prematuros de los frenos, un claro ejemplo sucede cuando el camión se encuentra recorriendo una pendiente negativa con carga, es allí donde el retardador entra en operación.

Funciona a través de discos y platos adicionales montados en cada uno de los frenos tanto frontales como posteriores. El retardador estándar en los frenos frontales es equipado con 10 discos y 15 discos en los traseros. El retardador adicional tiene 13 discos en los frontales y 15 discos en los traseros.

El 797F ofrece dos opciones para la retardación. La opción de acarreo plano/cuesta arriba es la configuración estándar y brinda un sistema simplificado para realizar menos procedimientos de mantenimiento. Para las aplicaciones que requieren una operación de carga cuesta abajo, una configuración opcional aumenta la capacidad de retardación.

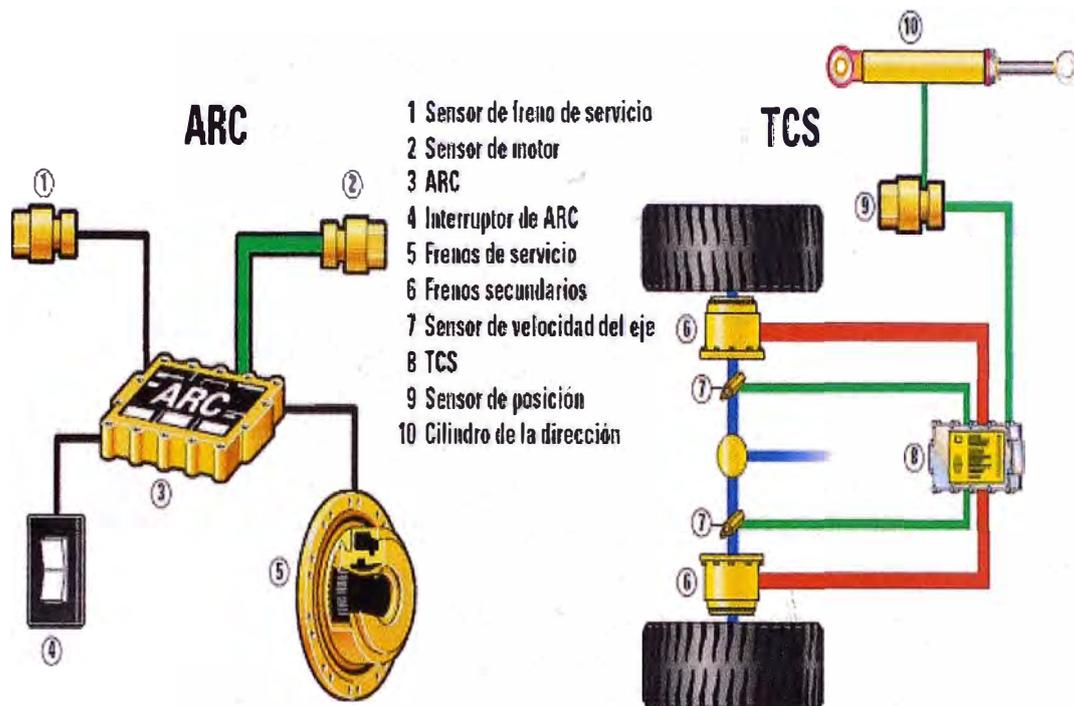


Fig 1.3 Esquema del sistema de frenos del camión.

Tolva para el camión 797F

El 797F cuenta con cuatro opciones de tolva de MSDII (Diseño Específico para Minas) junto con un sistema de revestimiento configurable para lograr las soluciones de acarreo más eficientes al costo por tonelada más bajo.

Tolva MSD II

Las tolvas MSD II son la opción número uno en la industria minera. Los cascos internos de la tolva están diseñados y fabricados para lograr una mayor protección contra el desgaste y los impactos. Al complementarse con el proceso de diseño específico para minas de Caterpillar, las tolvas MSD II optimizan el equilibrio de la carga útil y la durabilidad. Se encuentra disponible una variedad de opciones para ahorrar peso y prolongar la vida útil de la caja a través de la administración del

desgaste y los impactos. El sistema de diseño específico para minas se utiliza para brindarle el revestimiento adecuado y lograr una vida útil más prolongada en el lugar donde se encuentra la mina.

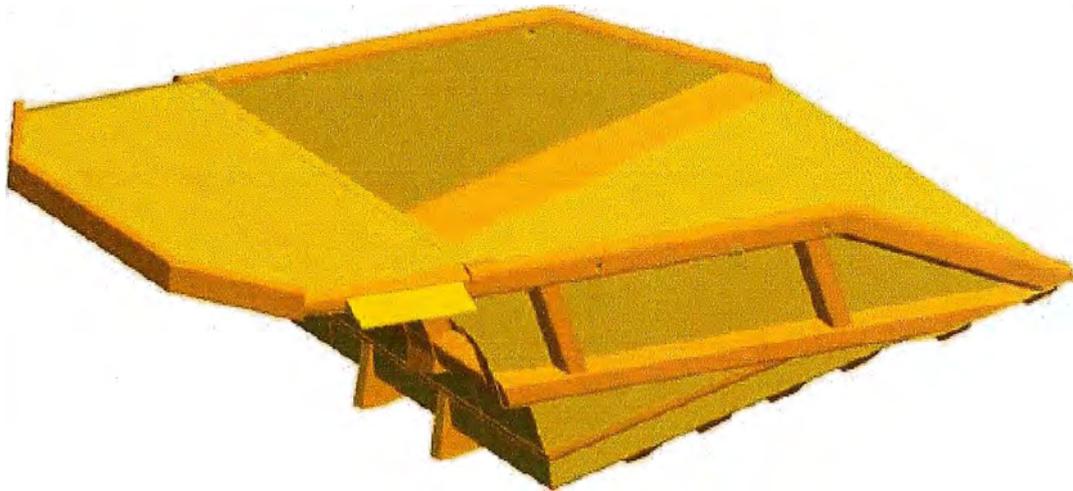


Fig 1.4 Tolva del camión CAT 797F.

Estructuras

• Estructuras de acero

El acero dulce utilizado en todo el bastidor proporciona mayor durabilidad, flexibilidad y resistencia a las cargas de impacto, incluso en climas muy fríos, y facilita las reparaciones en el campo.

• Piezas de fundición

Las piezas de fundición representan el 80% del peso del bastidor y son fundamentales para brindar durabilidad en algunas de las condiciones más exigentes del mundo. Las piezas de fundición más grandes son elásticas para proporcionar flexibilidad al bastidor y aseguran una vida útil prolongada.

Cabina integral de cuatro postes

Montada al bastidor con tacos elásticos para reducir el ruido y la vibración, la cabina integral está diseñada como una prolongación del bastidor del camión.

Sistema de suspensión

Diseñado para disipar los impactos de los caminos de acarreo y de la carga para una mayor vida útil del bastidor y un desplazamiento más cómodo.

• Diseño duradero

Cilindros resistentes que utilizan un diseño de diámetro interior grande y nitrógeno/aceite de baja presión para prolongar la vida útil con un mantenimiento mínimo.

• Cilindros Delanteros

Los cilindros delanteros con ajustes de convergencia e inclinación se montan en el bastidor y sirven como pivotes de dirección para lograr un radio de giro cerrado, lo que proporciona excelente maniobrabilidad y bajo mantenimiento.

• Cilindros Traseros

Los cilindros traseros permiten la oscilación y absorben los esfuerzos de doblamiento y torsión causados por los caminos de acarreos no uniformes e irregulares, en lugar de transmitirlos al bastidor principal.

Suspensión trasera de eslabón de cuatro barras

La suspensión de eslabón de cuatro barras transfiere y admite cargas en el bastidor de manera más eficiente que un diseño de bastidor en A y permite una mayor área de servicio alrededor de la transmisión.

Sistema de dirección

El sistema de control de la dirección hidráulica está diseñado para brindar una suavidad y precisión excepcionales. Un circuito independiente evita la contaminación recíproca entre los sistemas para prolongar la vida útil.

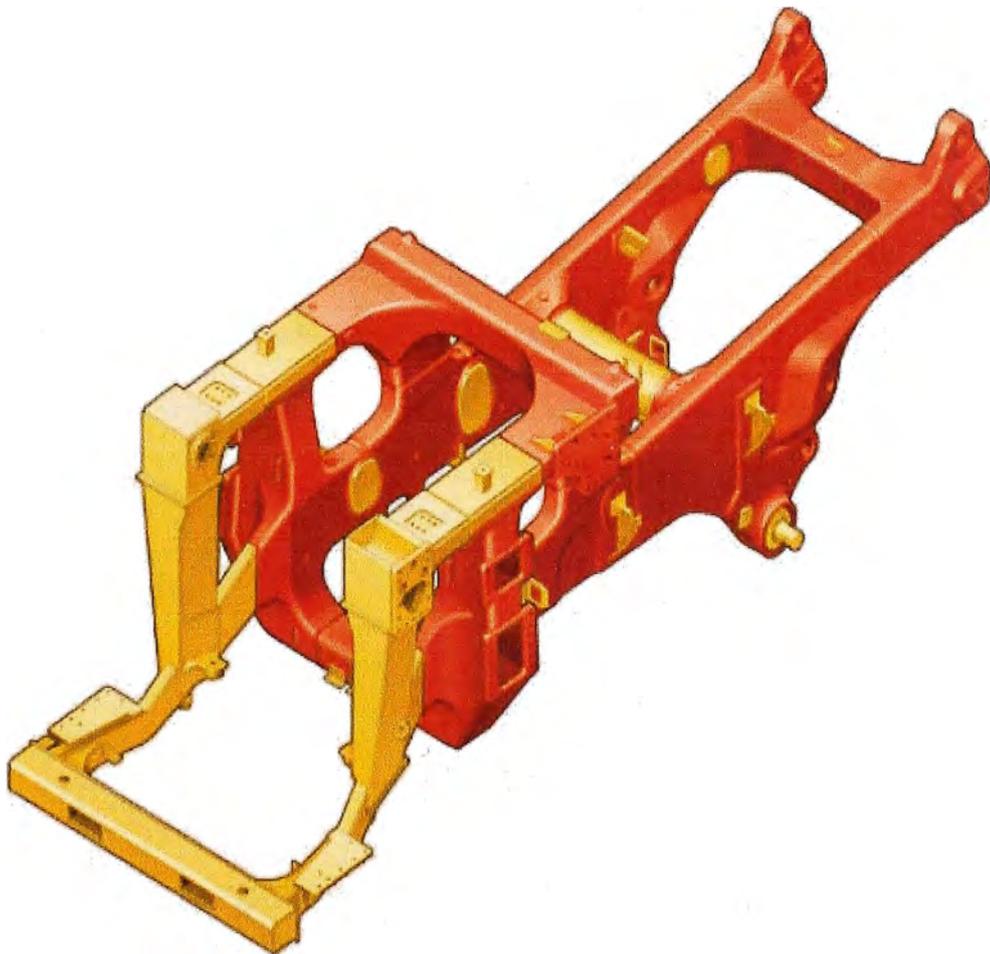


Fig 1,5 Chasis del camión CAT 797F (en amarillo las piezas realizadas mediante maquinado y en rojo las partes realizadas por fundición).

Cabina

Diseñada ergonómicamente para brindar comodidad, control y productividad durante todo el día.

Diseño ergonómico

La cabina serie F totalmente nueva está diseñada ergonómicamente para brindar un control total de la máquina en un ambiente cómodo, productivo y seguro. Todos los controles, palancas, interruptores y medidores están ubicados para aumentar la productividad al máximo y reducir el cansancio del operador al mínimo.

Área de visión

El área de visualización grande, diseñada para ofrecer una excelente visibilidad hacia todos lados y con líneas de visión claras para los caminos de acarreo, permite al operador maniobrar con confianza a fin de mantener una gran productividad. Los filtros de aire se han ubicado en la parte delantera del camión, lo que brinda una mayor visibilidad al operador, se describen las principales partes de la cabina:

- 1) Asiento de suspensión neumática con cinturón de seguridad de tres puntos para el operador
- 2) Palanca de levantamiento
- 3) Pedal del freno secundario
- 4) Sistema Monitor
- 5) Columna de dirección
- 6) Controles de transmisión
- 7) Medidores
- 8) Compartimento de almacenamiento

- 9) Asiento de suspensión neumática para el instructor
- 10) Ventana del operador
- 11) Controles del operador
- 12) Calefacción/aire acondicionado
- 13) Estructura antivuelco de cuatro postes
- 14) Monitor del sistema de cámara (opcional)
- 15) Monitor MineStar (opcional)
- 16) Posavasos
- 17) Luces de techo.



Fig 1,6 Cabina del camión 797F

Sistema monitor

Los datos sobre el estado vital de la máquina y la carga útil mantienen la producción en los máximos niveles.

Sistema monitor VIMS de tercera generación

El sistema monitor VIMS de tercera generación proporciona datos fundamentales del estado y la carga útil en tiempo real para mantener el Camión 797F en funcionamiento a niveles máximos de producción. Los sensores en toda la máquina permiten que VIMS intercambie y vigile rápidamente la información de todos los sistemas. Los usuarios pueden ver hasta 10 parámetros diferentes de la máquina al mismo tiempo. Los técnicos de servicio pueden descargar datos rápidamente y generar informes en la oficina, el taller o la cabina al conectarse directamente al sistema. En el panel, hay varios niveles de alerta que brindan al operador la notificación y gravedad de las condiciones anormales de la máquina. Los datos pueden usarse para aumentar la eficacia de los programas de mantenimiento planificados, prolongar al máximo la vida útil de los componentes, aumentar la disponibilidad de la máquina y disminuir los costos de operación.

Administración de la producción y carga útil

La información está disponible para vigilar y mejorar la eficiencia de las herramientas de carga/camión, mejorar la productividad de la flota y prolongar la vida útil de los bastidores, neumáticos, aros y componentes del tren de fuerza del camión al tiempo que se disminuyen los costos de operación y mantenimiento.

Indicadores exteriores de carga útil

Las luces exteriores indican a los operadores de herramientas de carga cuándo dejar de cargar para lograr cargas útiles óptimas sin sobrecargas. Están disponibles las pantallas opcionales de carga útil con monitor numérico digital.

Control del Análisis de Carretera

Sistema opcional que vigila las condiciones del camino de acarreo al medir la torsión y el ángulo de cabeceo del bastidor para mejorar los tiempos de los ciclos, la vida útil del bastidor y la eficiencia del combustible.

Supervisor de VIMS

Es un software optativo que permite al personal técnico administrar e interpretar fácilmente los datos del VIMS para proporcionar una administración y productividad óptimas de la flota.



Fig 1,7 Sistema de monitor VIMS

Seguridad

Seguridad del producto

Caterpillar ha llevado y sigue llevando la iniciativa en la industria en cuanto al desarrollo proactivo de máquinas de minería que cumplen o superan las normas de seguridad.

Entrada/Salida

Una pasarela y una escalera de 600 mm (23,6 pulg) de ancho brindan un fácil ingreso y salida desde el suelo a la cabina.

Sistemas de frenos

El sistema de frenado en las cuatro ruedas enfriado por aceite permite un control excelente en condiciones de deslizamiento. Este sistema asegura el frenado en caso de una falla hidráulica completa.

Política de sobrecarga

La seguridad es integral para mantener la productividad más alta en las operaciones de minería. La Póliza de sobrecarga 10/10/20 de Caterpillar garantiza que los sistemas de freno y dirección tengan la suficiente capacidad para funcionar, incluso con un 20% de sobrecarga.

Otras funciones de seguridad

- Superficies resistentes al deslizamiento
- Cinturón de seguridad de color anaranjado para el operador, de tres puntos y 76 mm (3 pulg) de ancho
- Espejos panorámicos
- Indicador de tolva subida
- Cables de sujeción de la tolva
- Neutralizador de retroceso durante la descarga
- Nivel bajo de ruido interior

Caja de aislamiento

La caja de bloqueo y etiquetado montada en el parachoques delantero incluye el interruptor de parada del motor, el bloqueo de la batería, el bloqueo del motor de arranque y el bloqueo de la transmisión.



Fig 1,8 Cabina del camión y caja de aislamiento.

RESUMEN DE ESPECIFICACIONES DE ACUERDO A CATALOGO CAT

Motor

Modelo de motor Cat C175-20

Potencia bruta– SAE J19952.983 kW ó 4.000 hp

Potencia neta– SAE J13492.828 kW ó 3.793 hp

Calibre 175 mm ó 6,9 pulg

Carrera 220 mm ó 8,7 pulg

Cilindrada 106 L ó 6.469 pulg³

- Las clasificaciones de potencia se aplican a 1.750 rpm cuando se someten a prueba en las condiciones indicadas para la norma especificada.
- Clasificaciones basadas en condiciones de aire estándar de la norma SAE J1995 a 25 °C (77 °F) y 99 kPa (29,32 Hg) de presión barométrica.

Potencia basada en el combustible con una densidad API de 35 a 16 °C (69 °F) y un LHV de 42.780 kJ/kg (18.390 BTU/lb) cuando se utiliza el motor a 30 °C (38 °F).

- No se requiere una reducción de potencia del motor según la configuración de altitud baja (LAA) hasta los 2.134 metros (7.000 pies) de altitud.
- No se requiere una reducción de potencia del motor según la configuración de gran altitud (HAA) hasta los 4.877 metros (16.000 pies) de altitud.
- Cumple con las normas de emisiones Tier 2 de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos.

Pesos – Aproximados

Peso bruto de la máquina en orden de trabajo (GMW) 623.690 kg (1.375.000 lb)

Rango de peso de la caja 41.368-61.235 kg (91.200-135.000 lb)

Rango de peso del chasis 210.630-219.146 kg (464.359-483.134 lb)

- El peso de la tolva varía según la configuración del revestimiento. Rango de peso para aplicaciones conocidas.
- El peso del chasis lleno de combustible, con el dispositivo de levantamiento, el grupo de montaje de la tolva, los aros y los neumáticos.

Especificaciones de operación

Capacidad nominal de carga útil 363 toneladas ó 400 toneladas cortas

Capacidad colmado SAE (2:1) 240-267 m³ ó 314-350 yd³

Velocidad máxima con carga 67,6 km/h ó 42 millas/h

Mandos finales

Relación de diferencial 12.76:1

Relación de engranajes Planetarios 16.67:1

Relación de reducción total 21.26:1

Transmisión

Avance 1: 11,3 km/h ó 7 millas/h

Avance 2: 15,2 km/h ó 9,5 millas/h

Avance 3: 20,5 km/h ó 12,7 millas/h

Avance 4: 27,7 km/h ó 17,2 millas/h

Avance 5: 37,2 km/h ó 23,1 millas/h

Avance 6: 50,3 km/h ó 31,2 millas/h

Avance 7: 67,6 km/h ó 42 millas/h

Retroceso: 11,9 km/h ó 7,4 millas/h

Suspensión

Carrera de cilindro efectiva – Delantero 313,6 mm ó 12,3 pulg

Carrera de cilindro efectiva – Trasero 165,1 mm ó 6,5 pulg

Oscilación del eje Trasero $\pm 4,0$ grados

Levantamientos de la tolva

Caudal de la bomba – Velocidad alta en vacío 1.200 L/min ó 317 gal/min

Ajuste de la válvula de alivio – Levantamiento 24.200 kPa ó 3.510 lb/pulg²

Tiempo de subida de la caja – Velocidad alta en vacío 25 Segundos

Tiempo de bajada de la caja en velocidad alta en vacío – Posición libre 19 Segundos

Frenos

Número de discos por lado – Parte delantera 10

Número de discos por lado – Parte trasera 15

Diámetro externo 1.067 mm ó 42 pulg

Superficie de freno 330.517 cm² ó 51.243 pulg²

Normas J-ISO 3450 JAN88, ISO 3450-1996

Distribuciones de peso –Aproximadas

Eje delantero – Vacío 47,2%

Eje trasero – Vacío 52,8%

Eje delantero – Cargado 33,3%

Eje trasero – Cargado 66,7%

Capacidad – MSD II – Factor de llenado de 100%

A ras 188-213 m³ ó 246-290 yd³

Colmado (SAE 2:1) 240-267 m³ ó 314-350 yd³

Dimensiones aproximadas del Camión CAT 797F

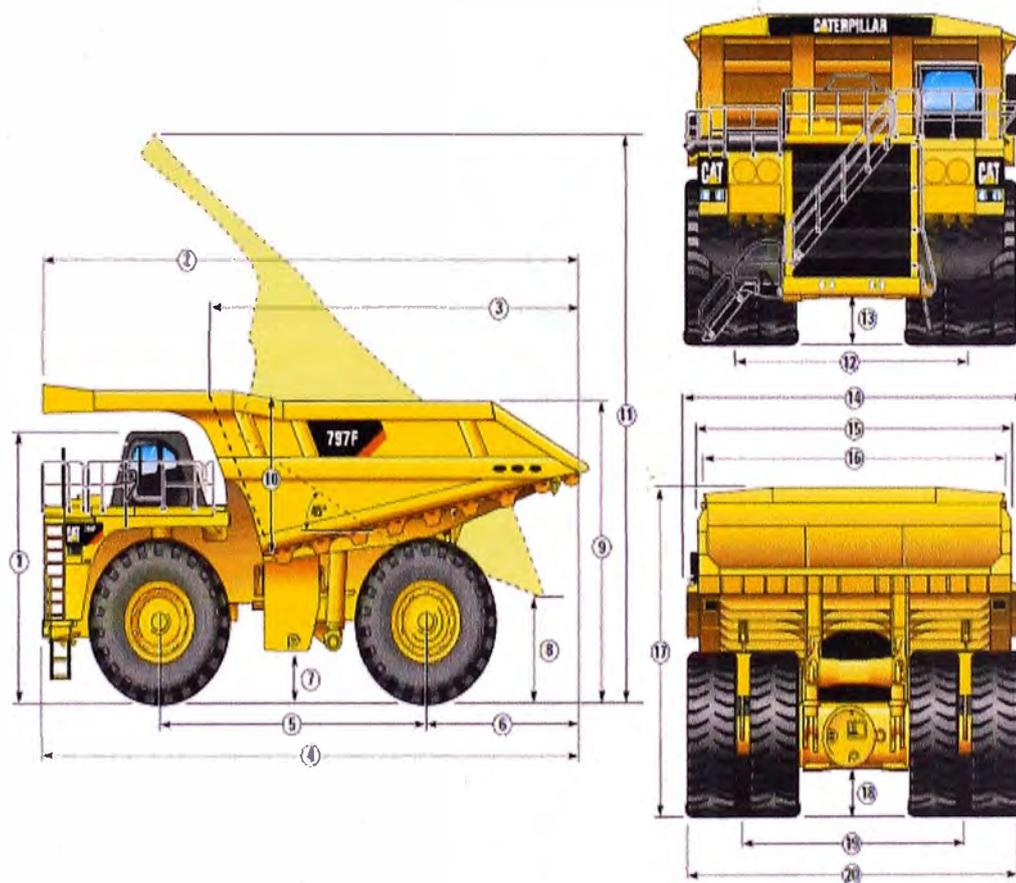


Fig 1,9 Dimensiones del camión CAT 797F.

- 1 Altura hasta la parte superior de la cabina: vacío 6.526 mm 21 pies 5 pulg
- 2 Longitud total de la caja 14.802 mm 48 pies ó 7 pulg
- 3 Longitud interior de la caja 9.976 mm 32 pies ó 9 pulg
- 4 Longitud total 15.080 mm 49 pies ó 6 pulg
- 5 Distancia entre ejes 7.195 mm 23 pies ó 7 pulg
- 6 Distancia desde el eje trasero hasta la cola de la máquina 3.944 mm ó 12 pies 11 pulg
- 7 Espacio libre sobre el suelo cargado 786 mm ó 2 pies 7 pulg
- 8 Espacio libre de descarga 2.017 mm ó 6 pies 7 pulg
- 9 Altura de carga: vacío 6.998 mm ó 23 pies 0 pulg
- 10 Profundidad interna de la caja: máxima 3.363 mm ó 11 pies 0 pulg
- 11 Altura total con la caja levantada 15.701 mm ó 51 pies 6 pulg
- 12 Ancho entre ejes de los neumáticos delanteros 6.534 mm ó 21 pies 5 pulg
- 13 Espacio libre del protector del motor: cargado 1.025 mm ó 3 pies 4 pulg
- 14 Ancho exterior de la caja 9.755 mm ó 32 pies 0 pulg
- 15 Ancho total del techo 9.116 mm ó 29 pies 11 pulg
- 16 Ancho interior de la caja 8.513 mm ó 27 pies 11 pulg
- 17 Altura del techo delantero: vacío 7.709 mm ó 25 pies 4 pulg
- 18 Espacio libre del eje trasero: cargado 947 mm ó 3 pies 1 pulg
- 19 Ancho entre ejes de los neumáticos dobles traseros 6.233 mm ó 20 pies 5 pulg
- 20 Ancho total entre los neumáticos traseros 9.529 mm ó 31 pies 3 pulg

CAPÍTULO II

PLANIFICACIÓN DE RECURSOS NECESARIOS PARA EL ENSAMBLAJE DEL CAMIÓN CAT 797F

Como en toda labor que involucra la aplicación de la ingeniería es necesario realizar planificación de lo que se quiere implementar, es así que para el ensamblaje del camión CAT 797F es fundamental organizar antes del proceso de ensamblaje todo aquello que se requiere para poder realizar dicho proceso sin contratiempos, a continuación se puede observar cómo llegamos al proceso de ensamblaje una vez que el cliente minero solicita a CAT mediante el área de ventas de Ferreyros S.A. la fabricación del camión CAT 797F, los campos resaltados en amarillos son los que se van a implementar en el desarrollo de este informe, es desde el inicio de este proceso que se desprende todo lo relacionado a los recursos que se van a necesitar implementar en la mina para el correcto proceso de ensamblaje del camión CAT 797F.

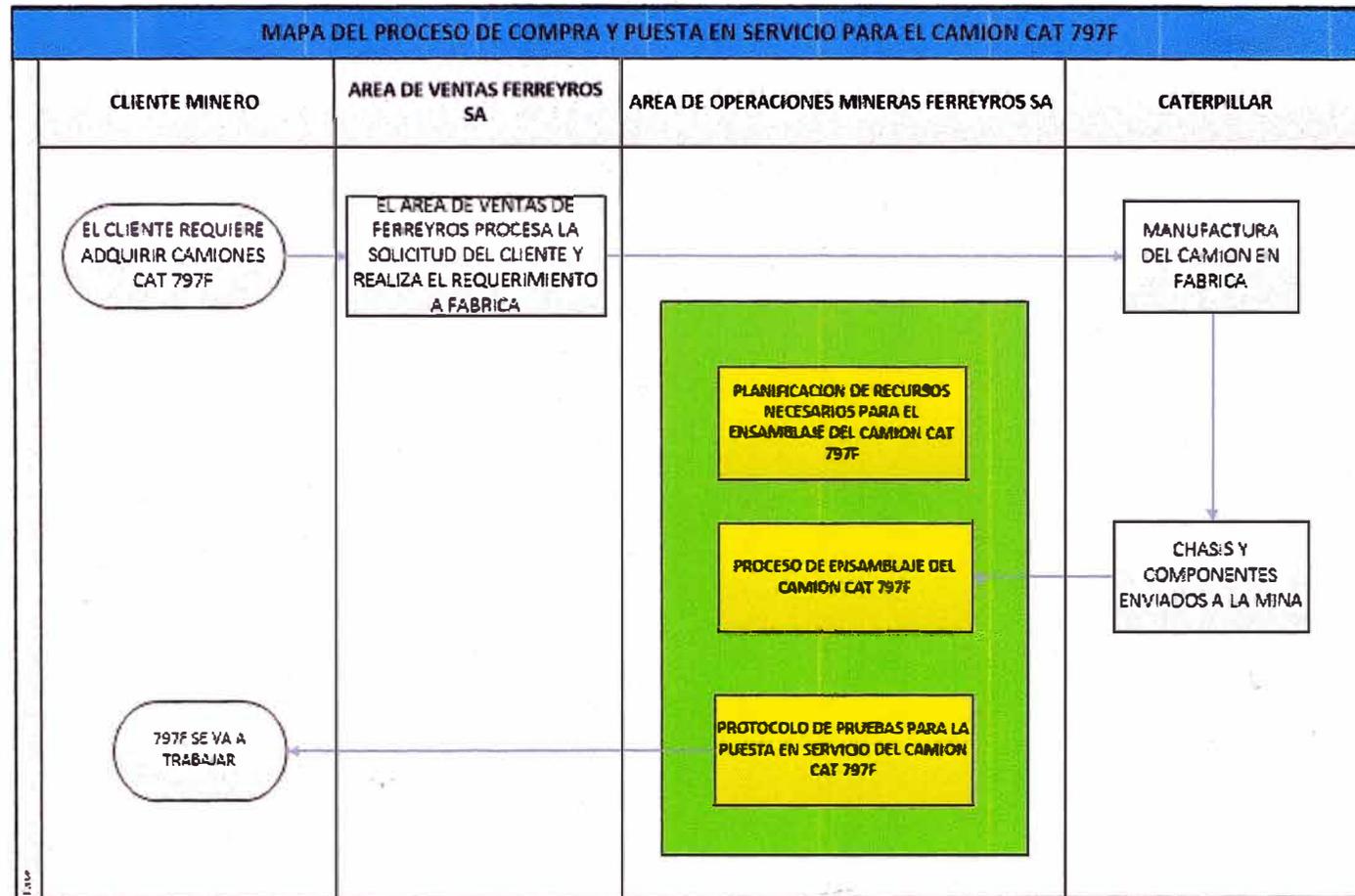


Fig. 2,1 Mapa del proceso de compra y puesta en servicio para el camión CAT 797F

2.1 REQUERIMIENTOS Y NECESIDADES DEL PERSONAL

2.1.1 Funciones del personal

De acuerdo al manual de funciones de Ferreyros a continuación se describe cuáles son las funciones principales del personal que es netamente indispensable en el proceso de ensamblaje del camión CAT 797F y los cuales deben permanecer siempre el sitio de ensamblaje del camión durante el tiempo que dure el proceso.

Se debe mencionar que no es excluyente que durante el proceso de ensamblaje exista personal que realice otro tipo de funciones, lo cual depende directamente de si el cliente requiere instalación de algún sistema, dispositivo ó software adicional al brindado por CAT y Ferreyros, obviamente dicho personal no se encuentra considerado dentro del siguiente cuadro por no ser indispensable para el ensamblaje y la realización del protocolo de pruebas del camión antes de la entrega del mismo.

Tabla. 2,1 Cargos y funciones principales del personal.

NOMBRE DEL CARGO	Funciones Principales
Jefe de Ensamblaje	<ul style="list-style-type: none"> * Asegurar la comunicación efectiva entre todas las partes involucradas, (Área de Operaciones, Área de Ventas, Cliente Minero, etc). * Planificar y programar los plazos de entrega y las condiciones del servicio. * Proporcionar adecuado liderazgo y dirección a sus demás colaboradores. * Asegurar de que todos los procedimientos y políticas tanto de CAT como de Ferreyros sean cumplidos a cabalidad. * Reporta a Subgerencia de la División Gran Minería. * Nivel de Instrucción Requerido: Ingeniero Mecánico y/o Mecánico Electricista Colegiado con no menos de 10 años de experiencia en Mantto, Planeamiento y Ensamblaje de Equipos CAT y con no menos de 2 certificaciones en Equipos CAT (realizados en fábrica)

Supervisor de Ensamblaje	<ul style="list-style-type: none"> * Proporcionar liderazgo y dirección en la tarea al personal técnico. * Recibe la programación diaria de trabajo (facilitada por el planner), realiza la asignación de labores de cada técnico, y es responsable de hacer cumplir la programación diaria. * Debe estar en cada tarea crítica (izajes, soldadura, etc) que se realice asumiendo el liderazgo del trabajo mismo dure el mismo. * Asegurar de que todos los procedimientos y políticas tanto de CAT como de Ferreyros sean cumplidos a cabalidad. * Lidera la realización del protocolo de pruebas para puesta de servicio del camión antes de su entrega al cliente. * Reporta al Jefe de Ensamblaje. * Nivel de Instrucción Requerido: Ingeniero Mecánico y/o Mecánico Electricista con no menos de 5 años de experiencia en Equipos CAT y con habilidades para el puesto de supervisión (manejo de personal, empatía, vocación de servicio, trato con el cliente, etc)
Planner de Ensamblaje	<ul style="list-style-type: none"> * Programar las tareas diarias del proceso y ordenar y hacer seguimiento de todas las partes y equipos requeridos para el ensamblaje del camión. * Asegurar de que todos los registros del proceso estén actualizados. * Asegurar de que todos los servicios y suministros necesarios estén en orden. * Asegurar de que todos los procedimientos y políticas tanto de CAT como de Ferreyros sean cumplidos a cabalidad. * Reporta al Jefe de Ensamblaje. * Nivel de Instrucción Requerido: Ingeniero Mecánico, Mecánico Electricista y/o Industrial con experiencia en tareas de programación y planeamiento en maquinaria pesada con no menor de 5 años de experiencia en Equipos CAT.
Mecánico Líder	<ul style="list-style-type: none"> * Lidera y dirige las tareas de ensamblaje según la programación que el planner entrega a diario al supervisor. * Asegurar de que todos los procedimientos y políticas tanto de CAT como de Ferreyros sean cumplidos a cabalidad. * Reporta al Supervisor de Ensamblaje. * Nivel de Instrucción Requerido: Técnico Mecánico y/o Electricista con experiencia no menor de 5 años en mantto. y ensamblaje de Equipos CAT.

Técnicos de Ensamblaje	<p>*Asegurar de que todos los procedimientos y políticas tanto de CAT como de Ferreyros sean cumplidos a cabalidad.</p> <p>* Reporta al Mecánico Líder.</p> <p>* Nivel de Instrucción Requerido:</p> <p>-Técnico de Ensamblaje: Técnico mecánico y/o electricista con no menos de 3 años de experiencia en Sistemas de Equipos CAT.</p> <p>-Soldador: Técnico Soldador con no menos de 5 años de experiencia.</p> <p>-Operario de Grúa: Operador de Grúa Móvil con no menos de 5 años de experiencia.</p> <p>-Rigger: Rigger con certificación vigente en maniobras para izajes de carga y con no menos de 3 años de experiencia.</p>
Soldadores	
Operario(s) de Grúa y Rigger(s) (siempre proporcionados por la mina)	Propias de las del puesto.

ORGANIGRAMA DEL AREA PARA ENSAMBLAJE DEL CAMION MINERO CAT 797F

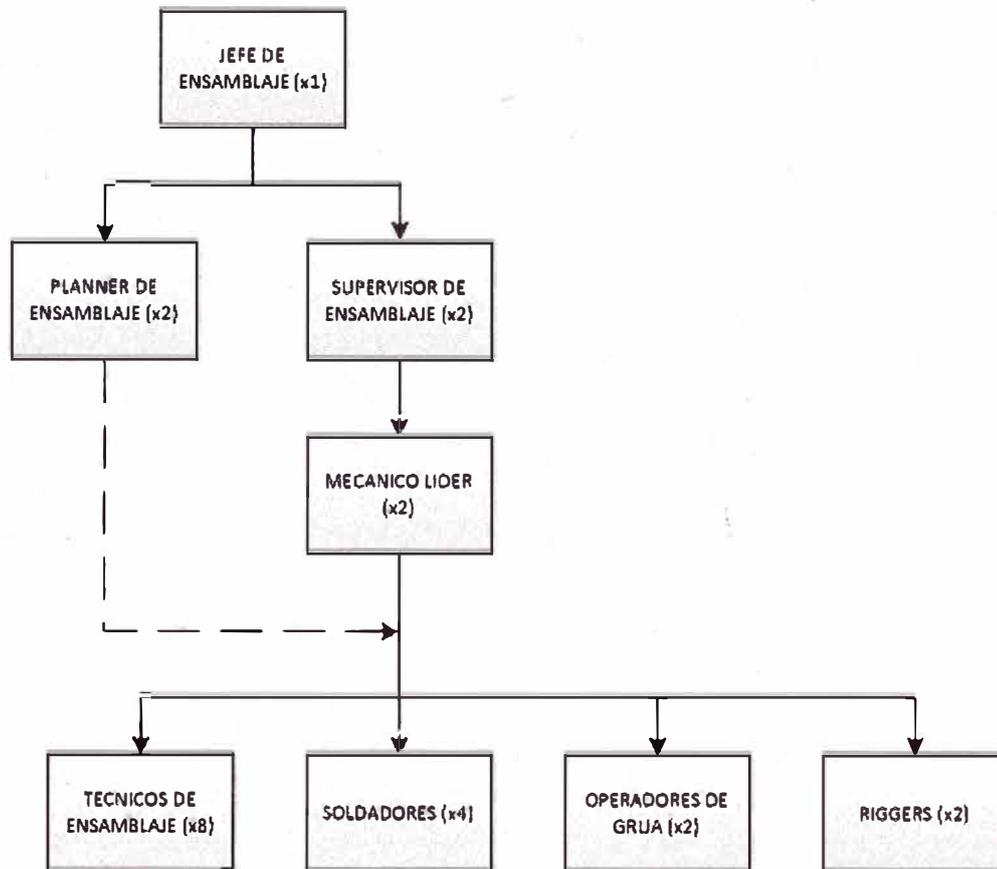


Fig.2,2 Organigrama del área para el ensamblaje del camión CAT 797F

2.1.2 Tiempo y cantidad de personal necesario para el ensamblaje del camión CAT 797F

Determinar el tiempo necesario óptimo para el ensamblaje es una tarea que requiere la intervención de todos los involucrados: Caterpillar, Ferreyros y la mina, esto debido a que cada uno juega un rol importante en cierto momento del proceso de fabricación, envío y transporte del camión desde fábrica hasta la mina y finalmente el proceso propiamente de ensamblaje del camión, ahora considérese de que el plan que estamos desarrollando en este informe se refiere al ensamblaje de un camión CAT 797F por vez, es decir no se va considerar ensamblaje de 2 camiones al mismo

tiempo ni trabajo de turno noche, dicho sea de paso es esa la razón por la cual el organigrama líneas arriba contempla la cantidad de personal para el ensamblaje de un solo camión por vez, dependerá exclusivamente del cliente minero solicitar ensamblajes en paralelo y/o trabajo en turno de noche para lo cual obviamente se tendrá que aumentar el personal dependiendo del número de camiones que se quiere ensamblar en paralelo y/o en cuanto tiempo el cliente requiere se haga del camión para su uso.

Por tanto y según ya lo explicado el número de personal esencial queda de la siguiente manera:

Tabla.2,2 Cantidad y horarios del personal.

NOMBRE DEL CARGO	# de personas para ensamblaje de un camión CAT 797F	Consideraciones acerca del puesto y horarios
Jefe de Ensamblaje	1	El jefe de ensamblaje trabajará en un régimen de 5x2.No es siempre necesario que el jefe de ensamblaje se encuentre en mina todo el tiempo, pero sigue siendo responsable de todo lo sucedido durante su ausencia.
Supervisor de Ensamblaje	2	El supervisor de ensamblaje deberá laborar en régimen preferentemente de 8x6 considerando una jornada laboral de 12 horas por día.
Planner de Ensamblaje	2	Al igual que el supervisor el planner deberá realizar trabajo de 12 horas diarias en régimen de 8x6.
Mecánico Líder	2	También labora 12 horas al día en régimen 8x6, coordina directamente con el supervisor.
Técnicos de Ensamblaje	8	Laboran siempre en las mismas condiciones que el mecánico líder, es decir 12 horas al día en régimen 8x6.

Soldadores	8	Régimen de 8x6 con 12 horas de labor diaria, se debe mencionar que los soldadores solo intervienen en el ensamblaje de la tolva del camión por lo que su permanencia está sujeta a la disponibilidad de partes para dicha labor, por tanto cuando se termine dicho trabajo son prescindibles para todo lo restante del proceso de ensamblaje.
Operario(s) de Grúa	2	Idealmente en régimen 8x6 con 12 horas de labor al día (depende muchas veces del cliente, ya que es quien facilita al personal) para asegurar que las maniobras de izaje sean realizadas sin ningún contratiempo.
Rigger(s)	2	Misma condición que el operario de grúa.

A continuación se desarrolla una tormenta de ideas para determinar a qué se debe el excesivo tiempo de ensamblaje para los camiones CAT 797F, considerando todos los factores como son: Máquina, Hombre, Clima, Método y Material, se ha resaltado en letras rojas las principales causas que afectan directamente al tiempo de ensamblaje y que pueden ser corregidas mediante la implementación de este plan, el cual pretende ser una guía práctica de referencia para futuros procesos de ensamblaje del camión CAT 797F.

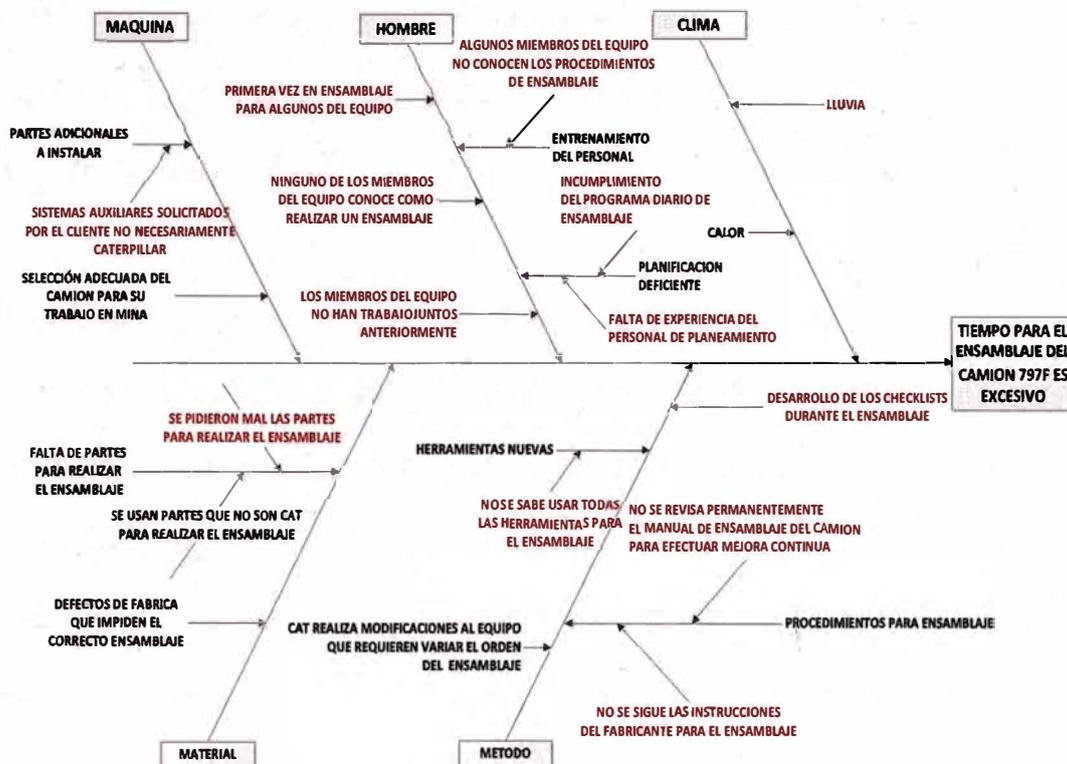


Fig.2,3 Diagrama de causas probables para determinación del problema.

Como se puede observar las causas que pueden originar mayor impacto se encuentran entre los factores que corresponden a Método y a Hombre, por tanto se plantean las siguientes soluciones:

- Lo ideal sería que, al menos dos miembros del equipo (posiblemente el jefe de ensamblaje y/o los supervisores) habrían visitado otra mina donde ya se haya llevado a cabo el ensamblaje de camiones CAT 797F para ser testigos de primera mano del proceso de ensamblaje.
- Toda la documentación, checklists y herramientas deben ser centralizados en el site minero en una única locación para poder ser totalmente disponible por todos los miembros del equipo antes de empezar a ensamblar el camión.

Es en lo segundo es donde más podemos incidir ya que no es muy común ver ensamblaje de estos equipos en cualquier país del mundo, este punto se explicará con mayor detalle más adelante.

2.2 REGISTRO DE ACTIVOS NECESARIOS PARA EL ENSAMBLAJE

En esta sección se considera aquellos activos importantes que participan del proceso de ensamblaje más no son herramientas de mano, es decir podrían considerarse como herramientas especiales para el ensamblaje del camión CAT 797F, vale recalcar que no se está considerando el tema de oficinas, dormitorios, comedores, etc para el personal debido a que como se indicó anteriormente este tipo de camión solo es usado por minas bien constituidas como tales donde no hay la necesidad de preocuparse por este tipo de activos tanto para el personal como para los equipos a utilizar.

Tabla.2,3 Herramientas adicionales a las mencionadas en el manual de ensamblaje, que son necesarias adquirir para el proceso, entiéndase que aquellas que no cuentan con número de parte CAT (N/P CAT) no son fabricadas por CAT, por tanto deberán ser adquiridas de un proveedor externo.

ITEM	N/P CAT	DESCRIP.	CANT.	FUNCION
1	FT-2712	Guide Stud	2	GUIA PARA INSTALACION DE MANDOS FINALES
2	160-1831	Lifting AdapterGp	1	HERRAMIENTA PARA INSTALAR MANDOS FINALES, DIFERENCIALY FRENOS.
3	9U-6545	Socket	1	DADO PARA INSTALACION DE MANDOS FINALES.
4	173-6624	Wheel CarrierGp	1	HERRAMIENTA PARA INSTALAR MANDOS FINALES, DIFERENCIALY FRENOS.
5	159-2833	Socket 55 mm	1	HERRAMIENTA PARA INSTALAR MANDOS FINALES, DIFERENCIALY FRENOS.
6	132-8119	Torque Wrench	1	HERRAMIENTA PARA INSTALAR MANDOS FINALES, DIFERENCIALY FRENOS.

7	277-7200	BOMBA ELECTRO HIDRAULICA 220V	1	HERRAMIENTA PARA INSTALACION DE RUEDAS, LLANTAS Y CLINDROS DE SUSPENSION.
8	S/N	LLAVE DE TORQUE HYTORC MODELO 8-STEALTH	1	HERRAMIENTA PARA TORQUEAR Y SOLTAR TUERCAS DE BALL STUD TERMINALES DE DIRECCIÓN.
9	334-8336	BRAZO DE REACCIÓN	1	HERRAMIENTA DE SUJECIÓN DE TURCAS DE MONTAJE DE SUSPENSIONES DELANTERAS
10	334-8335	BRAZO DE REACCIÓN	1	HERRAMIENTA DE SUJECIÓN DE TURCAS DE MONTAJE DE SUSPENSIONES DELANTERAS
11	S/N	ESCALERAS PARA TALLER	8	ESCALERAS PARA MONTAJE DE LINEAS HIDRAULICAS.
12	231-4905	HERRAMIENTA PARA DESMONTAR TERMINALES DE DIRECCIÓN.	1	CUÑA QUE SE UTILIZA PARA DESMONTAJE DE BALL STUD O TERMINALES DE DIRECCIÓN.
13	S/N	GRUA MOVIL (200 TN)	2	PARA IZAJE DE COMPONENTES VARIOS.
14	S/N	MONTACARGAS (20 TN)	2	PARA TRASLADO DE HERRAMIENTAS Y PARTES NECESARIAS PARA EL ENSAMBLAJE.
15	8T-9013	SELLADOR	50	SELLADOR DE UNIONES DE SISTEMA DE ADMISIÓN.
16	197-5589	INSTALADOR DE STUD	1	HERRAMIENTA PARA DESMONTAR E INSTALAR STUD DE RUEDAS.
17	4C-9614	INSTALADOR DE BELLOWS DE ESCAPE	1	HERRAMIENTA PARA COMPRIMIR BELLOWS DE ESCAPE DE SALIDA DE TURBO
18	4C-9485	PIN DRIVER CAP	1	PASADOR PARA MONTAJE DE PASADORES DE LINK EJE TRASERO Y PASADORES DE SUSPENSIONES TRASERAS.
19	169-3687	LIFTING BRACKET GP	1	SOPORTE PARA MONTAJE Y DESMONTAJE DE TRANSMISIÓN
20	S/N	HEDWEDL, 797 TRANSMISSION HOIST	1	HERRAMIENTA PARA MONTAJE Y DESMONTAJE DE LA TRANSMISION
21	S/N	MAQUINAS PARA SOLDADURA	4	PARA ENSAMBLAJE DE LA TOLVA
22	S/N	MANIPULADOR DE LLANTAS	1	MAQUINA PARA REALIZAR INSTALACION DE RUEDAS
23	S/N	SOPORTE AUXILIAR PARA EJE TRASERO FLOTA DE CAMIONES CAT 797.	1	SOPORTES PARA LEVANTAMIENTO DE EJE TRASERO.
24	S/N	BASE CAMBIO CILINDROS DE LEVANTE 797.	1	BASE PARA EL TRASLADO Y REEMPLAZO DE CILINDROS HIDRAULICOS DE LEVANTE
25	S/N	HERRAMIENTA MONTAJE Y DESMONTAJE SUSPENSION TRASERA.	1	SOPORTE PARA TRASLADO Y REEMPLAZO DE SUSPENSIONES TRASERAS.
26	S/N	ESPIRALES PROTECCIÓN DE MANGUERAS	100	PRODUCTO PARA ELIMINACIÓN DE ROCES Y DESGASTE DE FLEXIBLES HIDRAULICOS.

27	S/N	HERRAMIENTA MONTAJE Y DESMONTAJE DE CONJUNTO DE TRANSMISIÓN.	1	REEMPLAZO DE CONJUNTO DE TRANSMISIÓN
28	309-2793 / 323-1146	INCLINADOR DE CARGA	1	HERRAMIENTA PARA MONTAJE Y DESMONTAJE DE MOTOR C175 CON CONVERTIDOR DE TORQUE.

2.3 CAPACITACIÓN DEL PERSONAL

Caterpillar cuenta con un programa de aprendizaje y especialización para los técnicos de ensamblaje que laboran para sus distribuidores como es el caso de Ferreyros S.A. llamado Service Pro CAT, donde cada técnico es evaluado permanentemente en diferentes habilidades que van desde el nivel 5 (que es del técnico principiante) hasta el nivel 1 (que refiere a un técnico con bastante experiencia), obviamente está estructurado considerando los años de experiencia y habilidades individuales con que cuenta cada técnico.

Sabiendo que el proceso de ensamblaje involucra tener conocimiento moderado de los equipos CAT así como algunos años en el rubro, CATERPILLAR recomienda que los técnicos deberán tener nivel 3 a superior para poder desempeñar sus funciones sin problemas, obviamente esto no es limitante para no contar con personal con poca o nada de experiencia, pero es necesario que si se da el caso de contar con técnicos de nivel Service Pro de menor categoría (nivel 4 y/o 5) es el mecánico líder el responsable inmediato de dirigir y orientar a dicho técnicos durante el ejercicio de las labores que el supervisor crea conveniente asignarle mientras adquiera la experiencia necesaria para poder trabajar sin problemas.

A continuación se muestra la lista de habilidades mínimas que debe dominar el técnico de ensamblaje.

Tabla.2,4 Habilidades del nivel 3 del Service Pro CAT, (en amarillo aquellas habilidades fundamentales para el proceso de ensamblaje del camión CAT 797F).

	
SISTEMA DESARROLLO DE PERSONAL (SERVICE PRO CAT) REPORTE DE MAESTRO DE HABILIDADES POR ESPECIALIDAD	
FECHA:	25/04/2014
HORA:	10:25
CODIGO	MST3B-TECNICO DE SERVICIO Y ENSAMBLAJE 3

ESPECIALIDAD:MST3B -TECNICO DE SERVICIO Y ENSAMBLAJE 3

CÓDIGO	TÍTULO	ALCANCE
SP4089	SINCRONIZACION APROPIADA DEL TREN DE ENGRANAJES DEL MOTOR	UBICACIÓN DE LOS COMPONENTES Y EXPLICAR SUS FUNCIONES EN EL EQUIPO Y EXPLICAR ADEMÁS LAS POSIBLES FALLAS QUE GENERARIA UNA MALA SINCRONIZACIÓN.
SP4090	MANTENIMIENTO Y MONTAJE DE ARRANCADOR ELECTRICO DE MOTOR	DESARMAR EL ARRANCADOR, IDENTIFICAR SUS COMPONENTES, FUNCIÓN DE CADA UNO Y POSIBLES FALLAS. EXPLICAR EL FUNCIONAMIENTO DEL ARRANCADOR Y SU FUNCIÓN EN LA MAQUINA. REALIZAR LA CORRECTA INSTALACIÓN DE LOS CONTACTOS Y EXPLICARLO EN EL PLANO ELÉCTRICO.
SP4091	EVALUACION DE LA COMPRESION DE LOS CILINDROS DE MOTOR, USO DEL MEDIDOR 5P6583	INDICAR LOS COMPONENTES QUE AFECTAN LA COMPRESIÓN DEL MOTOR Y EXPLICAR SU FUNCIONAMIENTO. MEDIR LA COMPRESIÓN DE LOS CILINDROS DE UN MOTOR DIESEL. EMITIR REPORTE EN STW.
SP4093	INSTALACION Y RREGULACION DE TERMINALES DE DIRECCIÓN	EXPLICAR CUAL ES EL OBJETIVO DE REALIZAR REGULACIONES EN LOS TERMINALES DE DIRECCIÓN DEL EQUIPO (DIVERGENCIA). INSTALAR Y REGULAR LOS TERMINALES DE DIRECCIÓN.
SP4094	PRUEBA Y AJUSTE DE LA INYECCION (CALIBRACION DE COMBUSTIBLE) EN MOTORES DE LA SERIE 3500	EXPLICAR EL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE INYECCIÓN DEL MOTOR SELECCIONADO. EJECUTAR LAS REGULACIONES EN LOS INYECTORES DE LOS MOTORES DE LA SERIE 3500. EMITIR REPORTE EN STW.
SP4095	USO DEL ET /OBTENCIÓN DE PARAMETROS DE CONFIGURACIÓN Y CÓDIGOS DE FALLA	UBICAR CODIGOS EN TROUBLESHOOTING
SP4096	PRUEBAS Y AJUSTES DE PRESIONES DE TRANSMISION DE CAMION DE OBRAS	IDENTIFICAR LAS PARTES DE LA TRANSMISIÓN Y EXPLICAR EL FUNCIONAMIENTO DE SUS COMPONENTES. COMPROBAR LAS PRESIONES DE LA TRANSMISIÓN Y REALIZAR SUS RESPECTIVOS AJUSTES.
SP4097	PRUEBA Y AJUSTE DE LAS PRESIONES DEL SISTEMA HIDRAULICO	EXPLICAR EL SISTEMA DE IMPLEMENTOS Y DIRECCIÓN, IDENTIFICACIÓN DE COMPONENTES, PRUEBAS Y AJUSTES DE LAS PRESIONES DE FRENOS Y CORRECTO FUNCIONAMIENTO DE LOS IMPLEMENTOS Y DIRECCIÓN LUEGO DE LOS AJUSTES.

SP4099	ANALISIS DE REPORTE SOS DE ACEITE Y REFRIGERANTE	EXPLICAR CADA COLUMNA, COLORES E INTERVALOS DEL FORMATO
SP4100	SINCRONIZACION DEL ARBOL DE LEVAS	EXPLICAR LA IMPORTANCIA Y EL IMPACTO DE LA TAREA EN UN MOTOR, REALIZAR EL MONTAJE Y LA SINCRONIZACIÓN DEL ÁRBOL DE LEVAS CON EL TREN DE ENGRANAJES.
SP4101	PRUEBAS Y AJUSTES DE LAS PRESIONES DE LA TRANSMISION	EXPLICAR EL SISTEMA ELECTROHIDRÁULICO DE LA TRANSMISIÓN, LA IMPORTANCIA Y EL IMPACTO DE LA TAREA Y DADO UN EQUIPO CATERPILLAR REALIZAR LAS PRUEBAS Y AJUSTES NECESARIOS EN LA TRANSMISIÓN.
SP4102	CALIBRACIÓN DEL SENSOR SPEED/TIMING	EXPLICAR LAS CONDICIONES PREVIAS Y LOS MOTIVOS PARA REALIZAR LA CALIBRACIÓN. EXPLICAR EL PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DEL COMPONENTE. REALIZAR LA CALIBRACIÓN.
SP4103	CARGA DE CILINDROS DE SUSPENSION	REALIZAR EL PURGADO, LLENADO Y EXPLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE "CARGA DE CILINDROS DE SUSPENSIÓN". EXPLICAR BREVEMENTE EL FUNCIONAMIENTO DE LOS CILINDROS DE SUSPENSIÓN DELANTEROS Y TRASEROS.
SP4106	EVALUACION DE EJE DE LEVAS	EXPLICAR LAS PARTES Y EL FUNCIONAMIENTO DEL EJE DE LEVAS. REALIZAR LA EVALUACIÓN DEL EJE DE LEVAS APLICANDO LA GUÍA DE REUSABILIDAD.
SP4108	EVALUACIÓN DEL MANEJO DEL ET (ELECTRONIC TECHNICIAN)	REALIZAR PRUEBAS DE CONEXIÓN ENTRE LA MÁQUINA Y EL SOFTWARE. OBTENER INFORMACIÓN, REALIZAR PRUEBAS Y CONFIGURACION CON LOS ECM'S. IDENTIFICAR E INTERPRETAR CÓDIGOS DE DIAGNÓSTICOS. REALIZAR E INTERPRETAR UN REGISTRO DE DATOS (DATA LOGGER). REALIZAR UNA COPIA DE REEMPLAZO DE ECM.
SP4109	PRUEBA Y AJUSTES DE LAS PRESIONES DEL SISTEMA DE FRENOS	EXPLICAR EL SISTEMA, IDENTIFICAR COMPONENTES, Y REALIZAR LAS PRUEBAS Y AJUSTES DE LAS PRESIONES DE FRENOS. ADEMÁS VERIFICAR CORRECTO FUNCIONAMIENTO DE LOS FRENOS LUEGO DE LOS AJUSTES.
SP4111	PRUEBAS Y AJUSTES A UN CONTROL DE VÁLVULAS DE TRANSMISIÓN TIPO HIDROSTÁTICO	INCLUIDA EN SP0238
SP4112	PRUEBA Y AJUSTE DE BOMBA DE INYECCION MECANICA	INCLUIDA EN SP1303
SP4113	EJECUTAR PRE-ENTREGA DE UN EQUIPO Y ELABORAR EL INFORME	EJECUTAR LA PRE-ENTREGA DE UN EQUIPO Y ELABORAR UN INFORME EXPLICANDO SU CONTENIDO E IMPORTANCIA.
SP4114	TESTING AND ADJUSTMENT DE UN SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	EXPLICAR EL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DEL MOTOR A EVALUAR Y REALIZAR LAS PRUEBAS Y AJUSTES DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE ACUERDO A LOS PROCEDIMIENTOS CATERPILLAR.
SP4115	EVAUACIÓN DE CICLOS Y CORRIMIENTOS (TIEMPOS) DEL SISTEMA HIDRAULICO	REALIZAR LA EVALUACIÓN DE CICLOS Y CORRIMIENTOS DE UN CILINDRO EN EL EQUIPO ESCOGIDO.
SP4116	REGULACION DE PRESIONES DE UN SISTEMA HIDROSTÁTICO	EXPLICAR EL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA HIDROSTÁTICO. EFECTUAR TODAS LAS EVALUACIONES Y REGULACIONES DEL SISTEMA.
SP4118	AJUSTE DE LA LUZ DE VALVULAS Y LA ALTURA DE INYECTORES EN UN MOTOR EUI	EL TÉCNICO REALIZARÁ LA CALIBRACION DE 04 CILINDROS ELEGIDOS POR EL CERTIFICADOR.

SP4119	EXPLICAR PROCEDIMIENTO PARA CONFIGURAR FLS, FTS Y FRC CON ET (ELECTRONIC TECHNICIAN)	EXPLICAR LAS CURVAS DE POTENCIA Y TORQUE DEL MOTOR, DEMOSTRAR CÓMO SE REALIZA LA CONFIGURACIÓN DE FLS, FTS Y FRC CON ET, Y CÓMO SE REALIZA EL PROCEDIMIENTO PARA REGULAR ESOS VALORES.
SP4120	PRUEBA DE LAS PRESIONES DE ALIVIO DE LINEA	MINIMO 3 VÁLVULAS
SP4122	CONOCIMIENTO Y APLICACIÓN DE SISTEMAS DE MONITOREO	CONOCIMIENTO DE CALIBRACION Y LECTURAS EN LSO SISTEMAS DE MONITOREO (ADVISOR, MONITOR, VIMS)
SP4124	DIRIGIR Y EJECUTAR UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO	EJECUTAR Y DIRIGIR TAREAS DE UN MANTENIMIENTO PROGRAMADO EN UN EQUIPO, CUMPLIENDO EL TIEMPO ESTABLECIDO Y SE TRABAJARÁ CON UNO O DOS TÉCNICOS DE NIVEL INFERIOR. EJECUTAR UN PM SUPERIOR A UN PM1.
SP4125	MUESTRA EL USO DEL ANALIZADOR DE PARTICULAS S40 170-8500 COMO HERRAMIENTA DE DIAGNÓSTICO	
SP5089	COMPROBAR DESGASTE DE LOS DISCOS DE FRENO (INCLUIR EN PRUEBAS Y AJUSTES DEL SISTEMA DE FRENO)	EXPLICAR LAS CONDICIONES QUE CONDUCEN AL DESGASTE PREMATURO DE LOS DISCOS.
SP5111	REALIZAR UNA MEJORA DE EQUIPO (SERVICE LETTER - SERVICE MAGAZINE)	REALIZAR Y EXPLICAR LA RAZÓN DE LA APLICACIÓN DE UN SERVICE LETTER Y UN SERVICE MAGAZINE A UN EQUIPO MINERO. LOS CUALES SERÁN EN FUNCIÓN DE SU COMPLEJIDAD Y SERÁN SELECCIONADOS POR EL CERTIFICADOR.
SP5112	EJECUTAR Y ELABORAR INFORME DE ENTREGA (COMMISSIONING)	EJECUTAR Y ELABORAR EL INFORME DE ENTREGA (COMMISSIONING) DE UN EQUIPO MINERO (CONTIENE PROTOCOLO DE PRUEBAS).
SP5115	PRUEBAS Y AJUSTES DEL SISTEMA DE LEVANTE DE TOLVA DE UN CAMIÓN MINERO	REALIZAR LOS AJUSTES Y CALIBRACIÓN DEL SISTEMA DE LEVANTE DE UN CAMIÓN MINERO. AJUSTE DEL SENSOR DE POSICIÓN, CALIBRACIÓN DE PADS Y CALIBRACIÓN DE BALANZA.
SP5117	CALIBRACIÓN DEL VENTILADOR HIDRÁULICO	REALIZAR EL AJUSTE DE PRESIÓN MÁXIMA Y RPMS.

2.4 REQUERIMIENTOS Y PREPARACIÓN DE LA ZONA PARA EL ENSAMBLAJE

2.4.1 Tamaño y disposición de la zona para el ensamblaje

Para el ensamblaje de un camión CAT 797F se requerirá implementar la zona de ensamblaje de la siguiente manera:

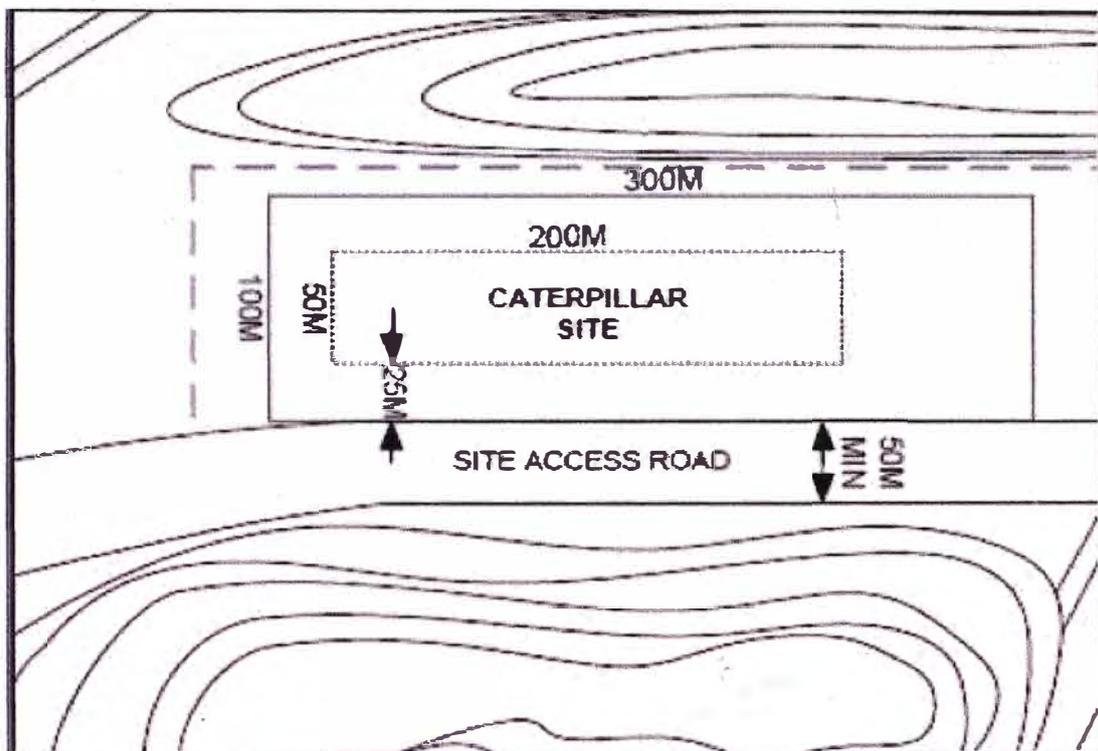


Fig. 2,4 Dimensiones del área de ensamblaje para el camión CAT 797F.



Fig.2,5 Chasis ubicado en la zona de ensamblaje del camión CAT 797F



Fig 2,6. Vista panorámica la zona de ensamblaje del camión CAT 797F.

2.4.2 Compactación y nivelación del terreno

Debido al tamaño y peso de los componentes, equipos de manipulación (grúas, montacargas, etc.), y el mismo camión cuando se encuentre ensamblado, la superficie de la zona de ensamblaje tiene que ser compacta, estable y capaz de soportar razonablemente las condiciones climáticas adversas, por tanto se debe solicitar a la mina donde se realizará el ensamblaje del camión, que el área de la zona de ensamblaje tenga como 482 kPa de capacidad máxima de carga permisible, rodeada por una zona compactada aproximadamente a 360 kPa de capacidad de carga permisible, estos son valores ya probados por fábrica durante ensamblaje de estos equipos en otras minas del mundo, y dado que en nuestro país la gran mayoría de minas a tajo abierto se encuentran en la zona de sierra hace que el terreno sea bastante propicio para el ensamblaje del camión, en algunos casos no va a ser necesario incluso realizar la compactación del terreno, pues ya ofrece las condiciones propicias para dicho fin.

Con referencia al nivel se debe considerar una superficie lo más plana posible a fin de evitar accidentes por mal asentamiento de los componentes y/o errores en la instalación por condición de nivel.

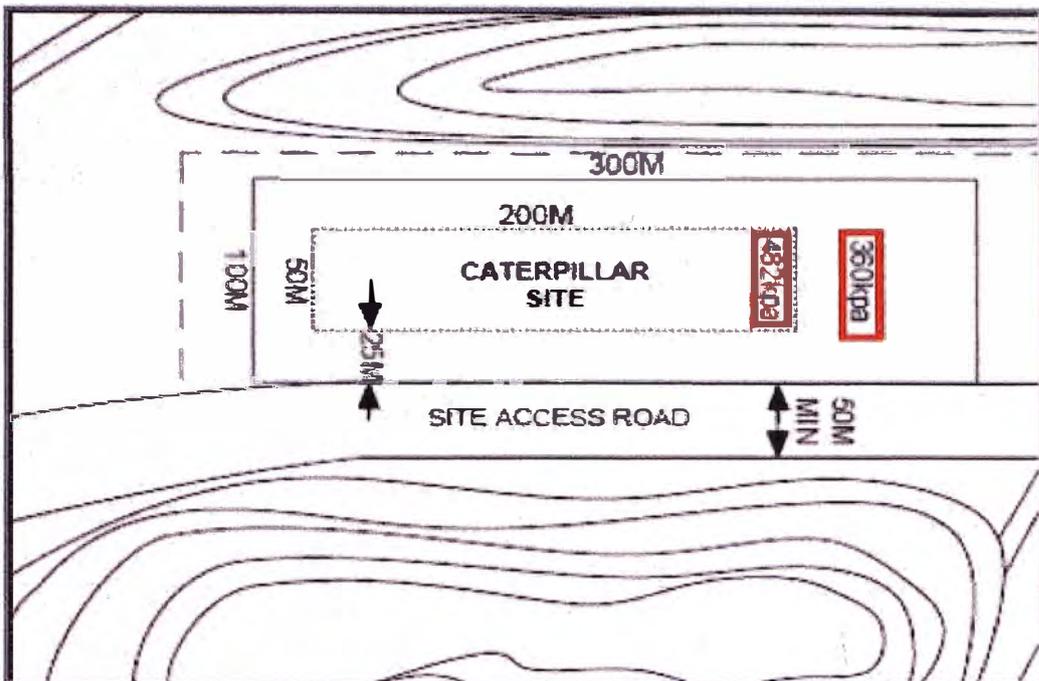


Fig 2,7. Esquema de la zona de ensamblaje con índices de compactación del terreno.

CAPÍTULO III

PROCESO DE ENSAMBLAJE DEL CAMIÓN CAT 797F

En este capítulo se describe a nivel macro el proceso de ensamblaje del camión CAT 797F, se realiza un resumen de lo que se encuentra en el manual de instrucción especial para el ensamblaje del camión CAT 797F, el cual se puede ver en su totalidad para mayores detalles en la SIS WEB CAT (Sistema de Información de servicio Caterpillar), entiéndase que el propósito de este capítulo es indicar los puntos clave para la realización del ensamblaje del camión, más no detallar todo el proceso, por tanto solo se mencionará la instalación de componentes mayores y se sobreentiende que cada instalación de componente tiene además labores como es la instalaciones de líneas hidráulicas asociadas al componente instalado.

3.1 RESUMEN DEL PROCESO DE ENSAMBLAJE ESTÁNDAR DEL CAMIÓN SEGÚN INSTRUCCIÓN ESPECIAL DEL FABRICANTE

Empezaremos indicando los pesos aproximados de cada componente que conforma el camión.

Para todas las maniobras con elementos suspendidos, se necesitan tener los pesos de los componentes para poder seleccionar adecuadamente los elementos de izaje a usar, por tanto el fabricante facilita lo siguiente:

Tabla. 3,1 Pesos aproximados de los componentes principales del camión.

Componente	Peso
Peso del chasis del camión	68.050 kg (150.000 lb)
Conjunto de eje trasero	42.200 kg (93.000 lb)
Módulo del radiador	4.720 kg (10.400 lb)
Conjunto de cilindro de la suspensión delantera, rueda y freno	9.153 kg (20.180 lb)
Transmisión	6.677 kg (14.720 lb)
Conjunto de plataforma derecha	2.800 kg (6.140 lb)
Eslabón de eje trasero superior	460 kg (1.020 lb)
Eslabón de eje trasero inferior	454 kg (1.000 lb)
Pasadores de eslabón	52 kg (115 lb)
Cilindro de la suspensión trasera	

	862 kg (1.900 lb)
Pasadores de la suspensión trasera	62 kg (137 lb)
Enfriador de aceite del eje trasero	59 kg (130 lb)
Cilindro del dispositivo de levantamiento	1.425 kg (3.150 lb)
Soporte de la cabina (delantero)	750 kg (1.650 lb)
Soporte de la cabina (trasero)	900 kg (1.980 lb)
Conjunto de cabina	3.100 kg (6.840 lb)
Tanque de combustible 3.785 L (1.000 gal EE.UU.)	1.800 kg (3.975 lb)
Eje motriz principal	290 kg (635 lb)
Conjunto de neumático y aro	7.484 kg (16.500 lb)
Tolva del camión armada con revestimientos	51.256 kg (113.000 lb)
Pasador de articulación de la caja del camión	66 kg (146 lb)
Cilindro del dispositivo de levantamiento al pasador de la caja	47 kg (104 lb)
Soporte de montaje para el expulsor de rocas	71 kg (157 lb)
Expulsor de rocas	75 kg (165 lb)

Recomendaciones según el manual de instrucción especial de ensamblaje del camión CAT 797F.

1. Se necesitan cuatro mecánicos durante un total de 750 horas aproximadas para armar el Camión de Obras 797F. Se necesitan dos operadores de grúa hasta que se hayan instalado los componentes principales.
2. Después de completar el ensamblado, prepare inmediatamente la máquina para el protocolo de pruebas pre entrega del camión CAT 797F.
3. Se recomienda también consultar siempre el manual de operación y mantenimiento del equipo. (contenido en el SIS WEB CAT Service Information System)

Se requieren los siguientes fluidos y accesorios una vez terminado el proceso de ensamblaje del Camión CAT 797F:

- Nueve barriles de 208 L (55 gal EE.UU.) de aceite de los sistemas de dispositivo de levantamiento, enfriamiento de frenos, dirección y frenos. Se recomienda una viscosidad SAE de grado 10.
- Seis barriles de aceite de la transmisión, del convertidor de par y del mando del ventilador. Cada barril tiene una capacidad de 208 L (55 gal EE.UU). Se recomienda una viscosidad SAE de grado 30.
- Se necesitan seis barriles de Refrigerante de Larga Duración. Cada barril tiene una capacidad de 208 L (55 gal EE.UU).
- Un barril de 38 L (10 gal EE.UU.) de aceite de viscosidad SAE grado 90. Este aceite se utiliza para los pasadores y los eslabones de la suspensión.

- Cables, correas y cadenas que posean la capacidad adecuada
- Dos grilletes con un límite de carga de 122.460 g (270.000 lb)
- Dos grilletes con un límite de carga de trabajo de 72.580 kg (160.000 lb)
- Un compresor de aire con una capacidad mínima de 3 cm (100 pies cúbicos por minuto) y capaz de operar dos herramientas neumáticas
- Varios bloques de madera dura cuadrados de 203 mm (8,0 pulg) cada lado y 122 cm (48 pulg) de largo
- Escaleras de 1,8 m (6 pies) de alto
- Escaleras de 3,6 m (12 pies) de alto
- Una cuerda de al menos 7,6 m (300 pulg) que tenga 19 mm (0,75 pulg) de diámetro
- Un camión de levantamiento con una capacidad mínima de 9.072 kg (20.000 lb)
- Un manipulador de neumáticos que pueda levantar un mínimo de 9.072 kg (20.000 lb)
- Pistola aspersora de pintura
- Cuatro soportes de metal para la tolva del camión
- Quitapinturas
- Sellante para roscas
- Lubricante para roscas
- Compuesto Antiagarrotante
- Pintura

Descarga de los Componentes para el Ensamblaje

La descarga de los componentes se debe realizar con el más estricto cuidado para evitar daños personales y a los componentes propiamente dichos del camión.



Fig.3,1 Vista típica del chasis del Camión de Obras 797F.



Fig 3.2 Vista típica del conjunto de eje trasero.



Fig.3,3 Vista típica de un radiador.



Fig 3,4 Vista típica de los cilindros de la suspensión delantera.

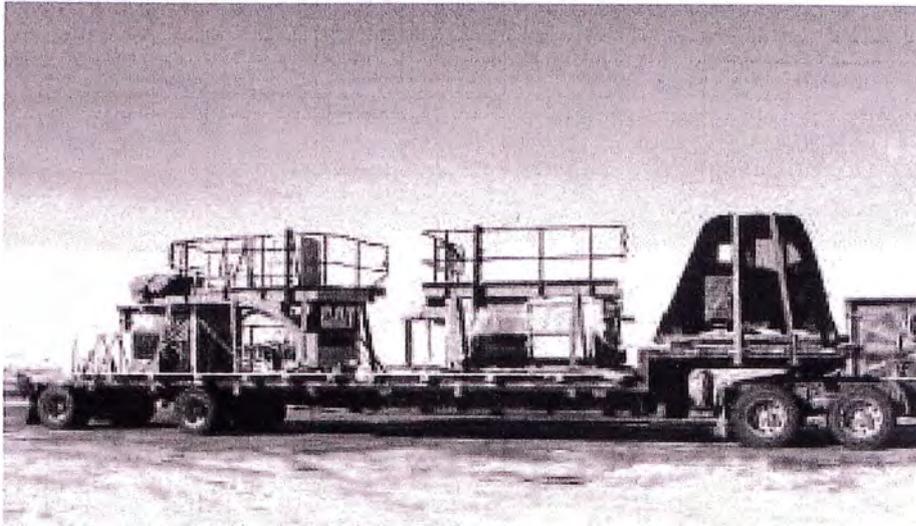


Fig.3,5 Plataformas y cabina del camión.

Luego de tener los componentes en la mina, haciendo uso de las grúas móviles de 200TN se descargan todas las partes del camión y se realiza el acomodo de los mismos en la zona de ensamblaje asignada.

Ubicación de los componentes en la zona de ensamblaje

Se indica la ubicación de los componentes mayores del camión, listos para empezar el proceso de ensamblaje, a continuación se indica cada componente y el orden en el que irá colocado en la zona de ensamblaje:

(AA) Chasis

(AB) Cabina

(AC) Módulo de radiador

(AD) Plataforma derecha

(AE) Cilindro de la suspensión delantera

(AF) Eslabones del eje trasero

(AG) Cilindros de la suspensión trasera

(AH) Caja de piezas

(AJ) Caja de piezas

(AK) Caja de piezas

(AL) Conjunto de eje trasero

(AM) Tanque de combustible

(AN) Cilindro de la suspensión delantera

(AP) Pasarela izquierda

(AR) Filtros de aire

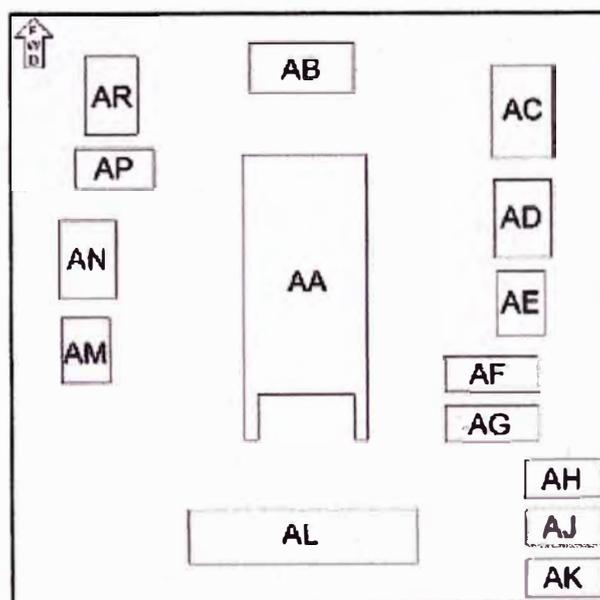


Fig.3,6 Disposición de componentes del camión.

Instalación del Módulo de Radiador

Con la ayuda del montacargas de 20 TN se realiza la instalación del radiador en el chasis.



Fig.3,7 Montaje del radiador del camión.

Instalación del Eje Trasero

El diferencial y los dos mandos finales vienen ya acoplados listos para ser montados al chasis posterior del camión, se debe realizar el montaje de las suspensiones traseras luego de instalado el eje posterior, se deben usar ambas grúas móviles y un montacarga para el izaje.



Fig.3,8 Instalación del eje trasero del camión.

Instalación de la Transmisión

A diferencia del motor y el convertidor de par que se envían acoplados al chasis desde fábrica, la transmisión es enviada separadamente y por tanto se necesita instalar con el mayor cuidado posible.



Fig.3,9 Instalación de la transmisión del camión.

Instalación de la Ruedas y Suspensiones Delanteras

Estos son otros componentes que son enviados ya acoplados desde fábrica facilitando la instalación del conjunto.



Fig.3,10 Instalación del grupo de rueda y suspensión delantera.

Instalación de los cilindros de dirección

Son relativamente sencillos de instalar, aun así se debe tener cuidado al momento de realizar las maniobras de izaje.



Fig.3,11 Instalación de un cilindro de dirección.

Instalación de la Cabina

Se debe tener especial cuidado para instalar la cabina, ya que al ser el lugar donde irá sentado el operador del equipo debe ser bien ensamblado.

Instalación del tanque de combustible



Fig.3,13, Instalación del Tanque de combustible 3.785 L (1.000 gal EE.UU.)

Instalación de los cilindros de levante de Tolva



Fig.3,14 Instalación del cilindro de levante de tolva.

Instalación del grupo de plataforma y filtros de aire

Estas partes se instalan juntas debido a que es más simple acoplarlas antes del montaje al chasis, para ambos lados tanto izquierdo como derecho se debe realizar el mismo acople antes del montaje.



Fig.3,15 Instalación de la plataforma derecha y el grupo de filtros de aire.

Instalación de los Aros y las Llantas

Esta tarea se realiza con el manipulador de llantas, se iza con ambas grúas la parte del camión donde se va instalar los aros y neumáticos y se coloca para su ajuste posterior.



Fig.3,16 Instalación de la llanta con el manipulador de llantas.

Ensamblaje de la Tolva

La tolva se ensambla aparte, esta labor es realizada por el grupo de soldadores, la tolva es enviada en partes.

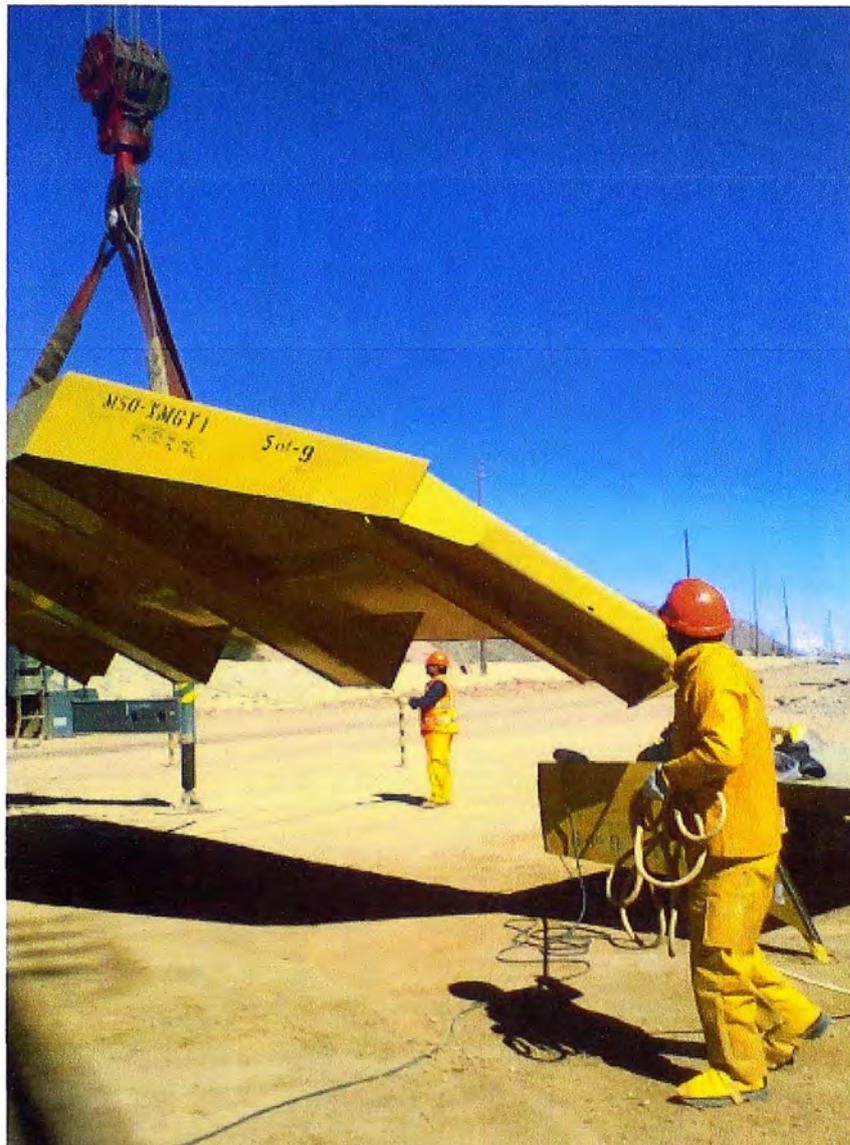


Fig 3.17. Izaje de la visera (canopy) de la tolva del camión.



Fig.3,18 Izaje de los plates laterales de la tolva del camión.



Fig 3,19 Tolva del camión en proceso de ensamblaje.



Fig.3,20 Instalación de la visera (canopy) de la tolva del camión.



Fig 3,21 Instalación de la tolva en el camión.



Fig 3,22. Camión 797F ensamblado.

3.2 CHECKLISTS PARA ENSAMBLAJE

Los checklists para ensamblaje son realizados y facilitados por fábrica y son enviados periódicamente según van siendo llenados, básicamente sirven para que fábrica esté al tanto del avance del ensamblaje del camión y para dar cuenta de si el cliente ha instalado accesorios adicionales a lo brindado por fábrica ya sea en software o en hardware.

797 ASSEMBLY CHECKLIST

This check-list was developed by the dealer. As there is always a possibility that specifications may be updated or changed and this document has no formal process for updating, all spec values have been removed and would need to be added by the dealer before using this form.

SERIAL NUMBER _____
 START DATE _____
 COMPLETION DATE _____

_____ Position Chassis on Two Assembly Stands
 _____ Position Rax on Assembly Stand behind Chassis

_____ Install Radiator handrails

_____ Clean All Mounting Surfaces for RAX Links
 _____ Install RAX Links to Chassis (BOTTOM LINKS FIRST)
 _____ Assemble RAX to Chassis (TOP LINKS FIRST)
 _____ Install Rear Struts
 _____ Torque 24 Collet Bolts (fill with oil now)
 _____ Follow Procedure (add spec here ft. lbs.) USE ANTISEIZE
 _____ Install Transmission

Install Main Drive Shaft
 _____ Torque Main Drive Shaft Bolts
 _____ (add spec here ft. lbs.)) DRY (check if uncertain of procedure)
 _____ Connect Hoses to Transmission & IC

Caterpillar: Confidential Yellow
 May 2007, Revision 1. The controlled copy of this document can be found at:
<https://catminer.cat.com/cda/layout?m=58121&x=7>

Fig. 3,23 Checklist inicial de ensamblaje del camión.

_____	Install Pump Drive Shaft
_____	Torque Pump Drive Shaft Bolts (add spec here ft. lbs.) DRY
_____	Install Drive Shaft Guards
_____	Connect Rear Brake Lines, Brake Cooler Hoses & Electrical to RAX
_____	Clean Hoist Cylinder Mounting Brackets
_____	Install Hoist Cylinders & Secure to Frame
_____	Torque Hoist Cylinders Bolts (add spec here ft. lbs.) DRY
_____	Install Hoist Cylinder Hoses
_____	Clean Fuel Tank Mounting Surfaces
_____	Install Fuel Tank
_____	Torque Fuel Tank Frame to Bracket Bolts (add spec here ft. lbs.) DRY
_____	Torque Fuel Tank Cap Bolts (add spec here ft. lbs.) DRY
_____	Clean Mounting Surfaces for Front Struts
_____	Install Front Struts
_____	Torque Front Strut Mounting Bolts
_____	Top Bolts (add spec here ft. lbs.) Turn and additional 120 degrees +/- 5 degrees USE ANTISEIZE
_____	Bottom Bolts (add spec here ft. lbs.) Turn and additional 120 degrees +/- 5 degrees USE ANTISEIZE
_____	Install Cab Supports (outriggers)
_____	Torque Cab Support Mounting Bolts (add spec here ft. lbs.) DRY
_____	Position & Weld RH Platform to Chassis
_____	Measure location for air box mounting brackets
_____	Install Exhaust Tubes
_____	Install Air Box
_____	Install Air Intake Tubes
Caterpillar: Confidential Yellow	
May 2007, Revision 1. The controlled copy of this document can be found at: https://catminer.cat.com/cda/layout?m=58121&x=7	
All printed copies are uncontrolled.	

Fig.3,24 Checklist de sistemas de levante, tanque de combustible, sistema de admisión y escape de aire.

<input type="checkbox"/>	Clean Steering Mounting Surfaces
<input type="checkbox"/>	Assemble Steering Cylinders & Tie Rods
<input type="checkbox"/>	Torque Steering Cylinder Nuts at <u>Steering BOX</u>
<input type="checkbox"/>	(add spec here ft. lbs.) USE ANTISEIZE
<input type="checkbox"/>	Torque Tie Rod Nuts & Steering Cylinder Nuts at <u>Steering ARM</u>
<input type="checkbox"/>	(add spec here ft. lbs.) USE ANTISEIZE
<input type="checkbox"/>	Install Steering Hoses
<input type="checkbox"/>	Adjust Toe Out (17mm) Align Clamps Horizontal & Tension
<input type="checkbox"/>	Connect Front Brake Lines & Brake Cooler Hoses
<input type="checkbox"/>	Assemble Components to Hydraulic Tank
<input type="checkbox"/>	Clean Mounting Surfaces for Cab Supports
<input type="checkbox"/>	Install Cab Supports
<input type="checkbox"/>	Torque Cab Support Mounting Bolts
<input type="checkbox"/>	(add spec here ft. lbs.) DRY
<input type="checkbox"/>	Prepare Cab (Assemble Components)
<input type="checkbox"/>	Position Cab to Chassis
<input type="checkbox"/>	Torque Cab Mounting Bolts
<input type="checkbox"/>	(add spec here ft. lbs.) DRY
<input type="checkbox"/>	Connect Brake Hoses to Cab
<input type="checkbox"/>	Connect Steering Hoses to Cab
<input type="checkbox"/>	Connect All Electrical to Cab
<input type="checkbox"/>	Install Ladders, Handrails & Mirrors
<input type="checkbox"/>	Assemble Components to Hydraulic Tank
<input type="checkbox"/>	Conduct Pressure Test on Intake System
<input type="checkbox"/>	Install Hoods
<input type="checkbox"/>	Install Batteries
<input type="checkbox"/>	Install Grease Lines
<input type="checkbox"/>	Fill Rear Strut Collet Bearings & RAX Link Collet Bearings with Oil
<input type="checkbox"/>	Fill Truck With Fluids
<input type="checkbox"/>	Top Off Fluids
<input type="checkbox"/>	Check Truck for Hose Rubs & Leaks
DEALER ADDED ATTACHMENTS	
<input type="checkbox"/>	Fire Suppression
<input type="checkbox"/>	Radio
<input type="checkbox"/>	GPS
Caterpillar: Confidential Yellow	
May 2007, Revision 1. The controlled copy of this document can be found at:	
https://catminer.cat.com/cda/layout?m=58121&x=7	
All printed copies are uncontrolled.	

Fig 3,25 Checklist del sistema de dirección, frenos, cabina y accesorios adicionales a solicitud del cliente.

TIRES	
_____	Clean Rim Mounting Surfaces & Studs on Wheels
_____	Remove Split Rings from Rear Wheels (Mark Position)
_____	Clean Rims
_____	Install Front Tires & Rims
_____	Install Rear Inside Tires & Rims
_____	Torque (4) Rims to Wheels (Stanley Torque Tool) (add spec here ft. lbs.) DRY
_____	Re-install Four Split Rings to Rear Wheels (In Proper Position)
_____	Torque Split Rings to Wheel Stations (add spec here ft. lbs.) DRY
_____	Install Outside Dual Tires & Rims
_____	Torque Outside Dual Rims to Wheels (add spec here ft. lbs.) DRY
BODY	
_____	_____ <i>Assemble Mud Flaps to Body</i>
_____	Assemble Safety Cables to Body
_____	Install Body Decals
_____	Clean Body Pivot Pins & Pivot Bores
_____	Position & Pin Body
_____	Pin Hoist Cylinders
_____	Weld Body Rocker Shoe Brackets to Chassis CrossBeam
_____	Weld Body Guides to Crossbeam
_____	Install Rocker Shoes
_____	Shim Body
_____	Weld Rock Klocker Brackets to Body
_____	Assemble Rock Knockers to Body
_____	Charge Struts with Nitrogen
COMMISSION TRUCK	
-----END --	
Caterpillar. Confidential Yellow	
May 2007, Revision 1. The controlled copy of this document can be found at:	
https://catminer.cat.com/cda/ls_avoutfm=58121&x=7	
All printed copies are uncontrolled.	

Fig. 3,26 Checklist de llantas y chasis del camión.

3.3 MEJORAS APLICADAS AL CAMIÓN CAT 797F

Durante el ensamblaje del camión muchas veces el cliente solicita ciertas mejoras o modificaciones de acuerdo al trabajo que el camión va a realizar o las condiciones de la mina como son el clima y/o el terreno, a continuación se muestran las modificaciones más comunes efectuadas a este tipo de camión CAT 797F.

- Instalar espiro protector en líneas ambos cilindros de levante en ambas líneas y en línea de lubricación de puntos inferiores de cilindros de levante.

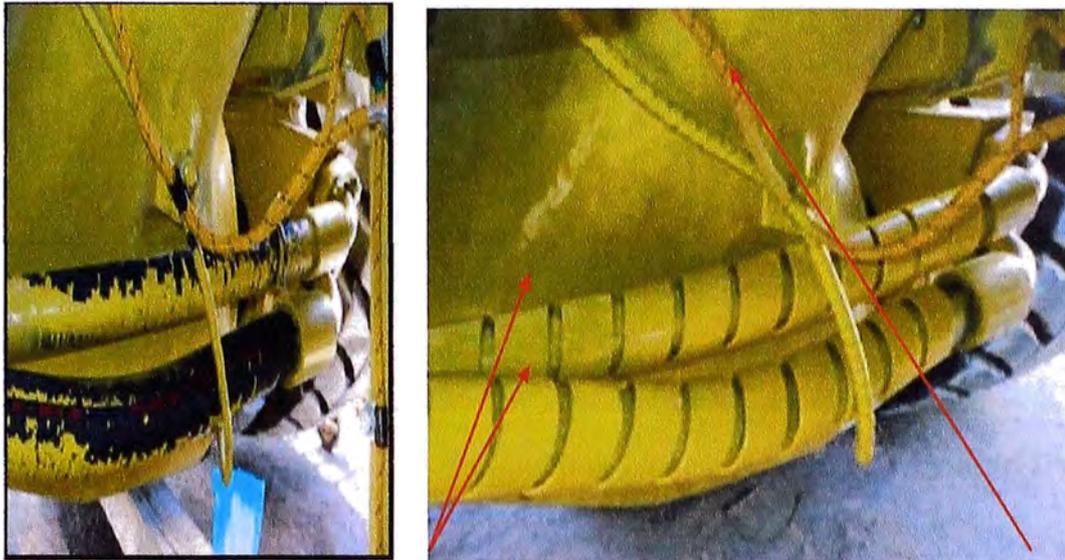


Fig 3,27. Instalación de espiro protector en líneas hidráulicas.

- Instalar abrazadera en línea de filtro mandos finales para evitar roce excesivo con respiradero de diferencial.

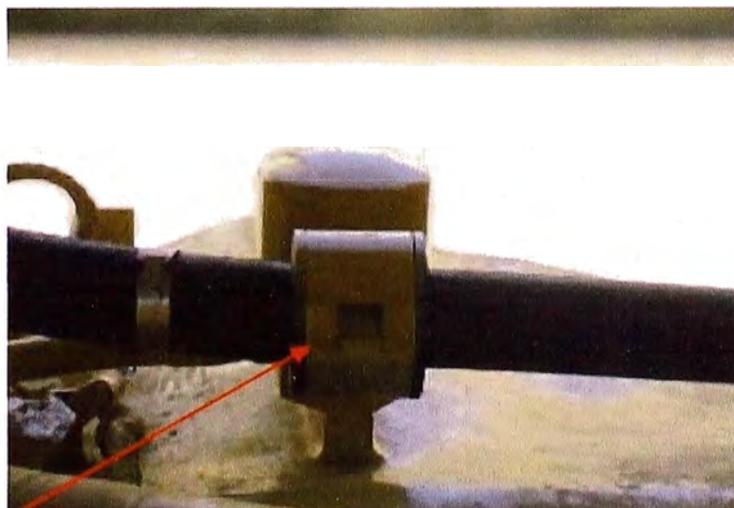


Fig. 3,28 Abrazadera instalada en línea hidráulica de mandos finales.

- Instalar espiro protector en línea de refrigeración de frenos trasero para evitar roce con soporte que se encuentra bajo esta.

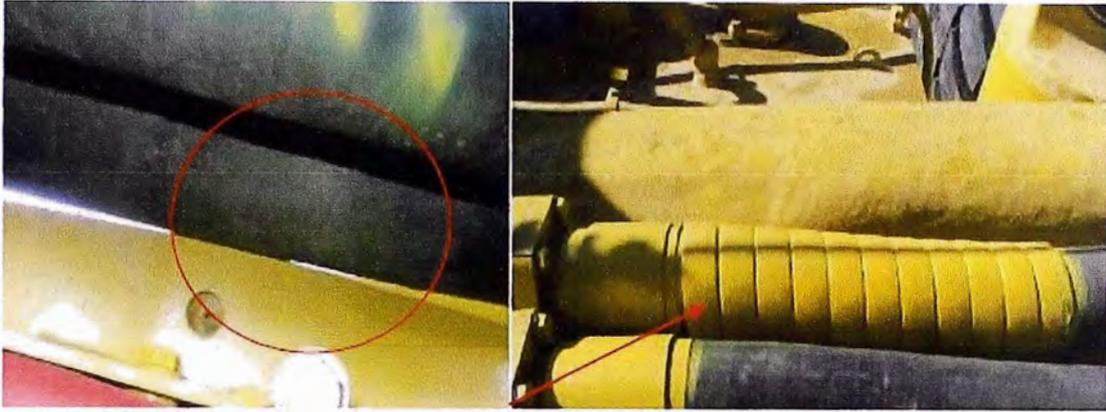


Fig. 3,29 Instalación de espiro protector en línea de refrigeración de frenos traseros.

- Instalar espaciador de $\frac{1}{2}$ "aproximadamente para evitar roce de platina con líneas de grasa.

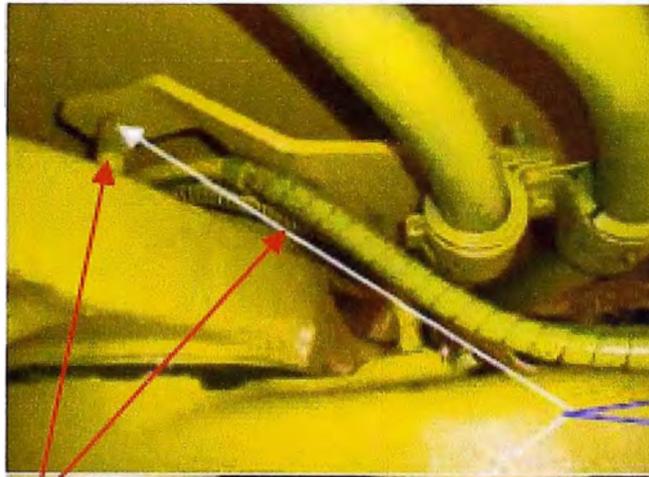


Fig. 3,30 Instalación de espaciador para líneas de grasa.

- Modificar posición de línea de grasa del pin de tolva para evitar el roce que se produce al momento de levantar tolva.



Fig. 3,31 Corrección del ruteo de la línea de grasa del pin de tolva.

- Verificar correcta instalación de decantadores de polvo, ambos lados de filtros y en lo posible mejorar condición.

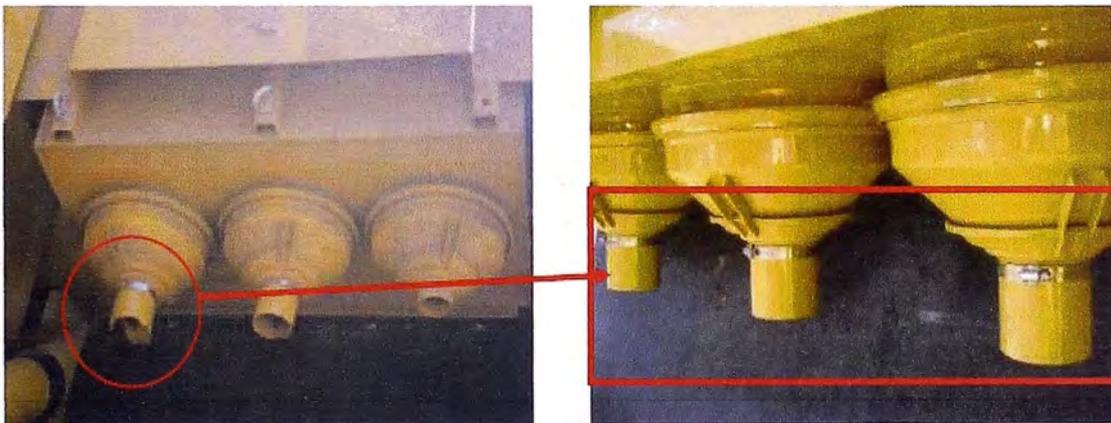


Fig.3,32 Decantadores de los filtros de aire.

- Instalar protección de goma en conector de cables pasa corriente, esto elimina todo borde filoso.

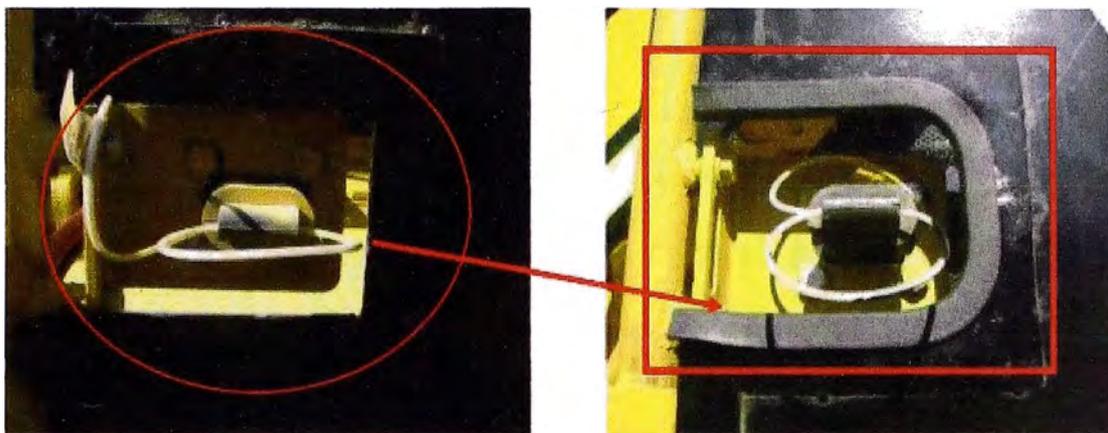


Fig. 3,33 Instalación de Goma protectora.

CAPÍTULO IV

PROTOCOLO DE PRUEBAS PARA LA PUESTA EN SERVICIO DEL CAMIÓN CAT 797F

4.1 REALIZACIÓN DEL PROTOCOLO DE PRUEBAS PARA LA PUESTA EN SERVICIO DEL CAMIÓN CAT 797F

Dado que el camión CAT 797F se manufactura a pedido, las pruebas, evaluaciones y/o inspecciones que se realizan en el protocolo de pruebas antes de entrega para puesta en servicio se hacen para corroborar el buen funcionamiento de los componentes principales del camión, debemos entender que todos los componentes han pasado su respectiva prueba de banco en fábrica antes de su envío a la mina donde se realizó el ensamblaje, por tanto tomando el manual de servicio del equipo contenido en la herramienta informática SIS WEB CAT (Service Information System, Sistema de información de Servicio) se desarrolla un formato de evaluación para pruebas de los principales sistemas del camión, obviamente como se indicó en la sección anterior.

Siempre empezar mostrando los datos básicos del camión como son:

- Nombre Cliente
- Horómetro
- Número Interno Equipo

- Número serie Motor
- Número serie Convertidor de Par
- Número serie Transmisión

A continuación se realiza los cuadros correspondientes a las especificaciones de motor, transmisión y convertidor de par y principales sistemas, las cuales son extraídas del SIS WEB.

PRUEBAS MOTOR C175-20

Tabla 4,1 Protocolo de pruebas de motor C175-20.

Pruebas motor	Especificaciones	Actual
RPM baja en vacío	700 ± 10 rpm	Rpm
RPM alta en vacío	1960 ± 20 rpm	Rpm
RPM a plena carga	1600 ± 10 rpm	Rpm
Presión de aceite de lubricación	Baja en vacío 43 a 73 psi	Baja en vacío psi
	Alta en vacío 73 a 102 psi	Alta en vacío psi
Presión de Combustible	Baja en vacío 93 ± 30 psi	Baja en vacío psi
	Alta en vacío	Alta en vacío psi
	A plena carga	A plena carga psi
Presión de Refuerzo	35 ± 5 psi	Psi
Presión de Carter		Baja en vacío "H2O
		Alta en vacío "H2O
		A plena carga "H2O

PRUEBAS CONVERTIDOR DE PAR

Tabla.4,2 Protocolo de pruebas del convertidor de Par.

Pruebas Convertidor	Especificaciones	Actual
Temperatura aceite convertidor	158 °F a 194°F	°F
Presión de alivio entrada convertidor	Baja en vacío 20 ± 10 psi	Baja en vacío psi
	Alta en vacío 100 ± 10 psi	Alta en vacío psi
Presión de alivio salida convertidor	Baja en vacío 15 ± 5 psi	Baja en vacío psi
	Alta en vacío 65 ± 10 psi	Alta en vacío psi

PRUEBAS TRANSMISION

Tabla.4,3 Protocolo de pruebas de la Transmisión.

Pruebas Transmisión	Especificaciones	Actual
Temperatura aceite transmisión	176 °F a 250 °F	°F
Presión de carga de la transmisión (alivio principal)	Baja en vacío 335 ± 20 psi	Baja en vacío psi
	Alta en vacío 385 ± 20 psi	Alta en vacío psi
Presión de aceite lubricación de la transmisión – embrague 6 y 7	Baja en vacío 9 ± 2 psi	Baja en vacío psi
	Alta en vacío 50 ± 10 psi	Alta en vacío psi
Presión de aceite lubricación del módulo delantero de la transmisión	Baja en vacío 15 ± 5 psi	Baja en vacío psi
	Alta en vacío 70 ± 15 psi	Alta en vacío psi
Embrague N° 1		Psi
Embrague N° 2		Psi
Embrague N° 3		Psi
Embrague N° 4		Psi
Embrague N° 5		Psi
Embrague N° 6		Psi
Embrague N° 7 (marcha atrás)		Psi
Embrague Traba		Psi

PRUEBAS SISTEMAS DE DIRECCION

Tabla.4,4 Protocolo de pruebas del sistema de dirección.

Pruebas sistema dirección	Especificaciones	Actual
Temperatura aceite dirección	100 °F a 250 °F	°F
Presión de desactivación baja en vacío	3500 ± 50 psi	Psi
Presión activación baja en vacío	3200 ± 50 psi	Psi
Tiempo de ciclo de la presión desactivación a la presión de activación en baja en vacío.	Más de 30 segundos	Prueba1 seg
		Prueba2 seg
		Prueba3 seg
Tiempo de giro de dirección de izquierda a derecha – derecha izquierda.	11 a 13 segundos	Prueba1 seg
		Prueba2 seg
		Prueba3 seg
Número de vueltas del volante de tope a tope.	3.5 a 4.5 giros	Prueba1 giros
		Prueba2 giros
		Prueba3 giros
Presión auxiliar baja de la bomba	0 a 250 psi	Psi

PRUEBAS SISTEMAS DE LEVANTE

Tabla.4,5 Protocolo de pruebas del sistema de levante.

Pruebas sistema de levante	Especificaciones	Actual
Temperatura aceite del sistema de levante	100 °F a 250 °F	°F
Tiempo de levante de la caja.	25 a 28 segundos	Prueba 1 seg
		Prueba 2 seg
		Prueba 3 seg
Tiempo de bajada de la caja	18 a 20 segundos	Prueba 1 seg
		Prueba 2 seg
		Prueba 3 seg
Tiempo caída libre de la caja.	18 a 20 segundos	Prueba 1 seg
		Prueba 2 seg
		Prueba 3 seg
Toma presión delantera de la bomba de levantamiento y enfriamiento de los frenos traseros.	Levantar 3450 ± 100 psi	Levantar psi
	Bajar 1000 psi	Bajar psi
Toma presión trasera de la bomba de levantamiento y enfriamiento de los	Levantar 3450 ± 100 psi	Levantar psi

frenos delanteros.	Bajar 1000 psi	Bajar psi
Presión de alivio levantar.	3450 ± 100 psi	Psi
Presión de alivio bajar.	1000 psi	Psi

PRUEBAS SISTEMAS DE FRENOS

Tabla. 4,6 Protocolo de pruebas del sistema de frenos

Pruebas sistema de frenos	Especificaciones	Actual
Temperatura aceite de frenos	140°F a 176°F	°F
Presión desactivación freno servicio	3000 ± 50 psi	psi
Presión activación freno de servicio	2100 ± 100 psi	psi
Presión auxiliar de la bomba	100 ± 50 psi	psi
Presión piloto freno de servicio	950 ± 100 psi	psi
Presión activación del tensor delantero (pedal)	900 ± 50 psi	psi
Presión activación del tensor trasero (pedal)	900 ± 50 psi	psi
Presión activación del tensor delantero (retardador)	750 ± 150 psi	psi
Presión activación del tensor trasero (retardador)	750 ± 150 psi	psi
Presión de desconexión freno de estacionamiento	630 ± 70 psi	psi

PRUEBAS SISTEMA DE CONTROL DE TRACCION (TCS)

Tabla 4,7. Protocolo de pruebas del sistema de tracción (TCS).

Pruebas accionamiento de frenos	Especificaciones	Actual
Temperatura aceite de frenos	>150°F	°F
Presión de freno izquierdo desconectado	500 a 700 psi	psi
Presión de freno izquierdo conectado	< 44 psi	psi
Presión de freno derecho desconectado	500 a 700 psi	psi
Presión de freno derecho conectado	< 44 psi	psi
% del solenoide proporcional del ET	68%	%

PRUEBAS SISTEMA ENFRIAMIENTO DE FRENOS

Tabla. 4,8 Protocolo de pruebas del sistema de enfriamiento de frenos referidos a la toma de presión en la bomba de enfriamiento.

Prueba de enfriamiento de frenos baja en vacío (toma presión en bomba de enfriamiento)						
Anulación de corriente del mando de la bomba	T° del freno delantero	T° del freno trasero	Rejilla del freno delantero	Rejilla del freno trasero	Presión de mano de la bomba	velocidad del motor del freno
1.000 amp	°F	°F	psi	psi	psi	rpm
0.750 amp	°F	°F	psi	psi	psi	rpm
0.500 amp	°F	°F	psi	psi	psi	rpm
0.250 amp	°F	°F	psi	psi	psi	rpm
0.000 amp	°F	°F	psi	psi	psi	rpm
Prueba de enfriamiento de frenos alta en vacío (toma presión en bomba de enfriamiento)						
1.000 amp	°F	°F	psi	psi	psi	rpm
0.750 amp	°F	°F	psi	psi	psi	rpm
0.500 amp	°F	°F	psi	psi	psi	rpm
0.250 amp	°F	°F	psi	psi	psi	rpm
0.000 amp	°F	°F	psi	psi	psi	rpm

Prueba de enfriamiento de frenos baja en vacío (toma presión en tubos de enfriamiento ruedas)								
Solenoides Desconectado de la bomba de enfriamiento de frenos	T° del freno delantero	T° del freno trasero	Freno trasero		Freno delantero		Presión de mando de la bomba	velocidad del motor del freno
			Izq.	Der.	Izq.	Der.		
Desconectado	°F	°F			psi	psi	psi	rpm
Prueba de enfriamiento de frenos alta en vacío (toma presión en tubos de enfriamiento ruedas)								
Desconectado	°F	°F			psi	psi	psi	rpm

Por tanto luego de sintetizar todos los cuadros de evaluación se consolidan y se realiza el formato de Informe de Pruebas y Ajustes del Camión CAT 797F (el cual figura en la sección de apéndice bajo el mismo nombre).

4.2 ELABORACIÓN DE CRONOGRAMA BASICO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE ENSAMBLAJE

Es necesario contar con un cronograma básico para poder ser usado como guía en los futuros ensamblajes del camión, por tanto y luego de haber leído y entendido en su totalidad el manual de instrucción especial para ensamblaje del camión CAT 797F se realiza una lista con las principales tareas del proceso de ensamblaje, el cual será posteriormente plasmado en un diagrama Gantt (se puede consultar en la sección de apéndice bajo el nombre de Gantt Modelo para ensamblaje).

Tabla. 4,9 Listado de tareas para la generación de un cronograma base para el ensamblaje del camión.

Proyecto 797F
Camión 797F SER:LAJ
Inspección de componentes
Descarga y distribución de componentes
Descarga de chasis
Inventario e inspección de repuestos y componentes
Fin de inspección de componentes
Limpieza de superficies de contacto(chasis) 797F LAJ
Limpieza de alojamientos de chasis(eje posterior y suspensiones posteriores)
Retiro de baquelita y limpieza alojamientos (soporte de cabina)
Limpieza de área de contacto(suspensiones delanteras)
Limpieza de área de contacto(radiador)
Limpieza de área de contacto(tanque de combustible y cilindro de levante)
Fin limpieza de superficies de contacto
Izaje y montaje de componentes
Montaje suspensiones posteriores
Instalación de sellos en las suspensiones posteriores
Montaje de suspensiones posteriores
Fin de montaje de suspensiones posteriores
Montaje de eje posterior
Colocación de sellos de links inferiores
Colocación de sellos de links superiores
Izaje de links inferiores(Lado chasis)
Montaje de link inferior izquierdo

Colocación de pines y collet(izquierdo)
Torque de perno del collet de link inferior derecho
Izaje y montaje de links inferior derecho
Colocación de pines y collet(derecho)
Torque de perno del collet de link inferior izquierdo
Izaje de links superiores(Lado chasis)
Montaje de links superior izquierdo
Colocación de pines y collet(izquierdo)
Torque de pernos del collet de links superior izquierdo(lado chasis)
Montaje de links superior derecho
Colocación de pines y collet(derecho)
Torque de pernos del collet de links superior derecho(lado chasis)
Izaje y montaje de eje posterior
Fin Montaje de eje posterior
Montaje de suspensiones delanteras
Izaje y montaje de suspensiones delanteras
Fin montaje de suspensiones delanteras
Montaje de cilindros de dirección
Limpieza de stud ball y alojamientos
Izaje y montaje de cilindro de dirección
Limpieza de alojamientos de barra de dirección
Izaje y montaje de barra de dirección y torque de cilindro de dirección
Fin montaje de cilindros de dirección
Montaje de cilindros de levante
Izaje y montaje de cilindros de levante
Instalación de cable de acero
Torque de cilindros de levante
Fin Montaje de cilindros de levante
Montaje de soportes de cabina
Izaje y montaje de soportes de cabina
Torque de soportes de cabina
Fin Izaje de soportes de cabina
Montaje de cabina
Izaje y montaje de cabina
Fin montaje de cabina
Montaje de tanque de combustible
Izaje y montaje de tanque de combustible
Torque en el tanque de combustible
Fin montaje de tanque de combustible
Montaje de Radiador
Izaje y montaje de radiador
Fin Izaje y montaje de radiador

Montaje de plataforma derecha e izquierda
Izaje y montaje de plataforma izquierda
Izaje y instalación de porta filtro izquierdo
Instalación de porta filtro derecho
Instalación de plataforma derecha
Fin montaje de plataforma derecha e izquierda
Montaje de transmisión
Retiro de tapa y limpieza de cara de contacto
Instalación de herramienta de izaje
Limpieza de área de contacto(eje posterior)
Instalación de sello en la transmisión
Izaje de la transmisión
Fin montaje de transmisión
Montaje de cardan
Limpieza de área de contacto(lado cardan) y Transmisión y convertidor
Izaje y montaje de cardan
Fin Montaje de cardan
Torque de componentes
Torque y giro suspensiones delanteras
Torque radiador
Torque de transmisión
Torque cabina
Fin torques de componentes
Instalación de líneas en los sistemas
Instalación líneas de radiador
Instalación líneas hidráulicas del fan
Instalación de tanque de expansión
Instalación de líneas de enfriamiento
Fin instalación líneas de radiador
Instalación líneas de tanque de combustible
Instalación de líneas de combustible
Instalación del respiradero
Instalación del sensor del combustible
Fin líneas de tanque de combustible
Instalación de líneas de frenos
Instalación de líneas de frenos de servicio
Instalación de líneas de enfriamiento de frenos de servicio
Fin de instalación de líneas de frenos
Instalación de líneas de transmisión
Instalación de mangueras o líneas de aceite en la transmisión
Instalación de líneas hidráulicas de enfriamiento del eje posterior
Instalación de líneas de freno de servicio en el eje posterior

Fin instalación de líneas de transmisión
Instalación de tuberías de admisión
Instalación de tuberías de admisión
Instalación de codos de admisión
Instalación de tuberías de escape
Instalación de guardafangos
Fin instalación de tuberías
Instalación del sistema de lubricación(Fast fill)
Instalación del tanque de grasa
Instalación de líneas de llenado rápido
Fin instalación del sistema de lubricación
Instalación de líneas eléctrica
Instalación eléctrico de camión 797F
Fin instalaciones eléctricas
Instalación de accesorios
Instalación de barandas delanteras
Instalación de espejos
Instalación de escalera RH y LF
Fin instalación de accesorios
Instalación de Neumáticos
Quitar protectores de espárragos
Limpieza de espárragos llantas x 6
Montaje de llantas delanteras
Torque de pernos de llantas delanteras c/u x 54
Desmontaje de Segmentos c/u x 3
Montaje de llantas posteriores internas
Torque de tuercas de llantas posteriores int. c/u x 54
Instalación de Segmentos c/u x 3
Torque de pernos de Segmentos c/u x 48
Montaje de llantas posteriores externas
Torque de pernos de llantas posteriores ext. c/u x 54
Fin instalación de neumáticos
Llenado de fluido del sistema
Llenado de aceite de motor 15W-40
Llenado de aceite de transmisión ,direcciónSAE30
Llenado de sistema de levante y frenos SAE10
Llenado de aceite de diferencial/SAE60
Llenado de aceite de mandos finales SAE60
Llenado de refrigerante
Llenado de combustible
Arranque de equipo
Fin llenado de fluidos del sistema

Service letter
Instalación de tolva
Instalación de guardafangos
Instalación de base de bota piedra
Instalación de los pads en los rieles de tolva
Izaje y montaje de tolva
Instalación y torque de pernos de los pines de volteo y cilindro de levante
Soldadura de balancines de tolva
Regulación de Pads
Instalación de líneas de grasa
Instalación de sensor en la tolva
Fin instalación de tolva
Pruebas y Ajustes 797F
Inspección general/corrección de líneas
Pruebas

CAPÍTULO V

EVALUACION ECONOMICA

En este capítulo se muestra de forma sencilla y sucinta los costos asociados al proceso de ensamblaje del camión, antes y después de realizado el plan de ensamblaje que ya se trató en los capítulos anteriores.

5.1 COSTOS ANTES DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE ENSAMBLAJE

Para empezar definiremos los costos de activos necesarios adicionales a los que proporciona la mina, entiéndase que son aquellos activos que se describieron en la tabla 2.3 del Capítulo II, se debe aclarar que estas son herramientas que solo serán adquiridas por única vez y/o cuando se deterioren por el uso. Las herramientas que no cuentan con número de parte CAT (N/P CAT) no son fabricadas por CAT, por tanto el precio de las mismas son los de proveedores externos.

No se considerarán costos de transporte del camión hasta la mina, ni tampoco los costos de uso de equipos tales como grúas y montacargas o el de los fluidos tales como los aceites, refrigerante y combustible, por ser estos asumidos siempre por la mina.

Tabla.5,1 Costo de las Herramientas adicionales mencionadas en la tabla 2,3.

ITEM	N/P CAT	DESCRIP.	CANT.	COSTO X UND (\$)	TOTAL
1	FT-2712	Guide Stud	2	2,486.53	4,973.06
2	160-1831	Lifting Adapter Gp	1	5,845.87	5,845.87
3	9U-6545	Socket	1	438.50	438.50
4	173-6624	Wheel Carrier Gp	1	11,507.35	11,507.35
5	159-2833	Socket 55 mm	1	304.21	304.21
6	132-8119	Torque Wrench	1	6,711.18	6,711.18
7	277-7200	BOMBA ELECTRO HIDRAULICA 220V	1	6,078.21	6,078.21
8	S/N	LLAVE DE TORQUE HYTORC MODELO 8-STEALTH	1	1,236.92	1,236.92
9	334-8336	BRAZO DE REACCIÓN	1	1,286.08	1,286.08
10	334-8335	BRAZO DE REACCIÓN	1	1,026.57	1,026.57
11	S/N	ESCALERAS PARA TALLER	8	350.00	2,800.00
12	231-4905	HERRAMIENTA PARA DESMONTAR TERMINALES DE DIRECCIÓN.	1	1,234.92	1,234.92
13	S/N	GRUA MOVIL (200 TN)	2	DADO POR LA MINA	

14	S/N	MONTACARGAS (20 TN)	2	DADO POR LA MINA	
15	8T-9013	SELLADOR	50	9.75	487.50
16	197-5589	INSTALADOR DE STUD	1	25,501.46	25,501.46
17	4C-9614	INSTALADOR DE BELLOWS DE ESCAPE	2	3,245.17	6,490.34
18	4C-9485	PIN DRIVER CAP	1	127.08	127.08
19	169-3687	LIFTING BRACKET GP	1	169.26	169.26
20	S/N	HEDWEDL, TRANSMISSION HOIST 797	1	6,320.62	6,320.62
21	S/N	MAQUINAS SOLDADURA PARA	4	3,348.26	13,393.04
22	S/N	MANIPULADOR DE LLANTAS	1	DADO POR LA MINA	
23	S/N	SOPORTE AUXILIAR PARA EJE TRASERO FLOTA DE CAMIONES CAT 797.	1	8,500.00	8,500.00
24	S/N	BASE CAMBIO CILINDROS DE LEVANTE 797.	1	4,600.00	4,600.00
25	S/N	HERRAMIENTA MONTAJE Y DESMONTAJE SUSPENSIÓN TRASERA.	1	12,000.00	12,000.00
26	S/N	ESPIRALES PROTECCIÓN DE MANGUERAS	100	25.00	2,500.00

27	S/N	HERRAMIENTA MONTAJE Y DESMONTAJE DE CONJUNTO DE TRANSMISIÓN.	1	16,000.00	16,000.00
28	309-2793 / 323-1146	INCLINADOR DE CARGA	1	67,165.51	67,165.51
Costo de activos adquiridos para el ensamblaje				TOTAL=	206,697.68

Cálculo de horas hombre por día del personal técnico

A continuación se calculan las horas/hombre totales por día del personal técnico que interviene en el ensamblaje considerando que:

El jefe de ensamblaje, supervisores y planners no son considerados para el cálculo por no intervenir directamente en el proceso.

Los trabajos de ensamblaje son realizados en relevos de régimen 8x6 (8 días de trabajo por 6 días de descanso) durante 12 horas diarias para el mecánico líder y los técnicos de ensamblaje. Los soldadores, operarios de grúa y riggers solo trabajarán 8 horas diarias debido a que no pueden realizar labores pasadas las 5 pm por condiciones de seguridad (solo pueden trabajar durante el día, pues los trabajos críticos no se pueden realizar con iluminación artificial).

El costo de la hora/hombre del personal técnico es de \$ 30 dólares.

Tabla.5,2 Costo y Horas hombre totales del personal técnico para el ensamblaje.

Personal Técnico	# técnicos	Horas que labora al día	Horas/Hombre totales x día	Costo Hora/Hombre (Dólares)	Costo Total por día trabajado (dólares)
Mecánico Líder	1	12	12	30	360
Técnicos de Ensamblaje	4	12	48	30	1440
Soldadores	4	8	32	30	960
Operario(s) de Grúa	2	8	16	30	480
Rigger(s)	2	8	16	30	480
TOTAL=			124 horas/hombre		3720 dólares

El ensamblaje del primer camión duró 26 días (ver en la sección apéndice bajo el nombre Gantt ensamblaje de camiones), lo cual traducido en costo de mano de obra viene a ser:

$$\text{Costo Total primer camión} = 26 \times 3720 \text{ dólares} = 96720 \text{ dólares}$$

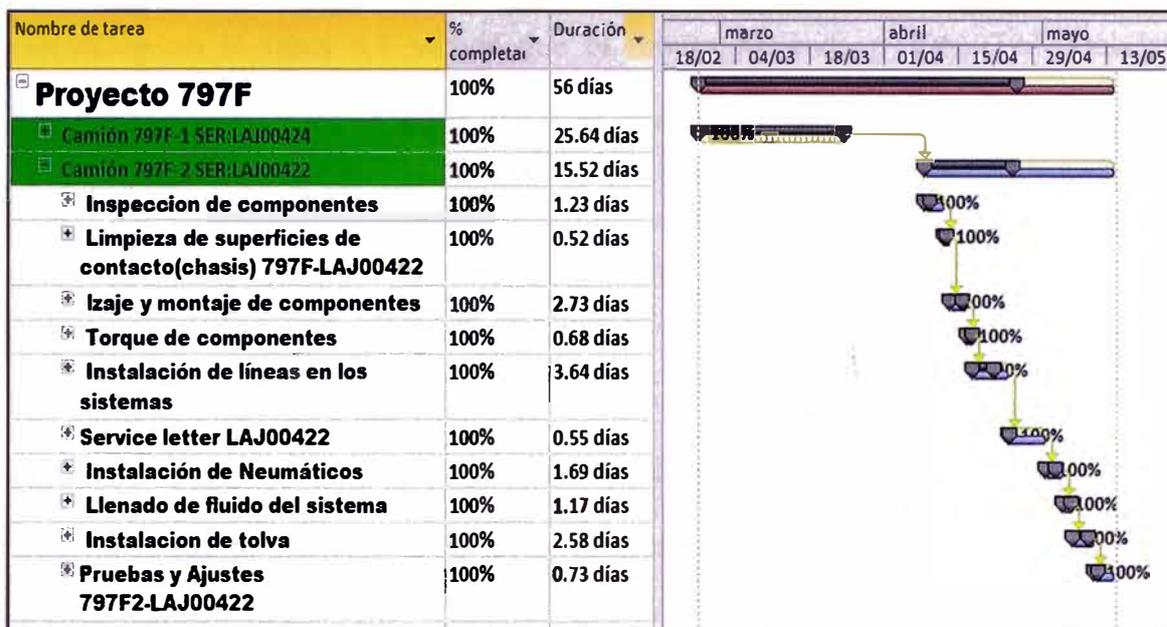
5.2 COSTOS DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE ENSAMBLAJE

Para esta sección consideraremos las mismas horas de trabajo y costo de mano de obra que figuran en la tabla 5,2 Costo y horas hombre totales del personal técnico para el ensamblaje.

La diferencia radica en que ya se ha implementado el “**PLAN DE ENSAMBLAJE PARA EL CAMIÓN CAT 797F**” con el cronograma Gantt planteado en el capítulo 4.2 con lo cual se obtiene un tiempo de ensamblaje de 15,52 días (ver en la sección

apéndice bajo el nombre Gantt ensamblaje de camiones) para el segundo camión ensamblado.

Fig 5,1. Diagrama Gantt implementado para el ensamblaje del segundo camión.



Luego tenemos:

$$\text{Costo Total segundo camión} = 15.52 \times 3720 \text{ dólares} = 57734,4 \text{ dólares}$$

Entonces tenemos:

Tabla.5,3 Ahorro luego de implementación del plan de ensamblaje.

Costo Total 1er Camión (Dólares)	Costo Total 2do Camión (Dólares)	Ahorro al implementar el plan de ensamblaje (Dólares)
96720	57734,4	38985,60

Por tanto como se muestra en la tabla 5,3 el ahorro luego de implementar el plan de ensamblaje para el camión es de 38985,6 Dólares Americanos.

Además haciendo un rápido análisis acerca del costo de los activos adquiridos que se calcularon en la tabla 5,1 vemos que el monto asciende a 206697,68 Dólares, entonces si en los futuros ensamblajes de camiones logramos mantener el mismo ahorro en mano de obra tendríamos que:

$$\frac{206697.68 \text{ Dólares}}{38985,6 \text{ Dólares}} = 5,3\sim 6$$

Por tanto cuando se llegué a ensamblar el 6to camión se logra pagar los activos adquiridos que se muestran en la tabla 5,1 y todo lo demás a partir de ese momento es ganancia para la empresa.

CONCLUSIONES

- 1.- De la evaluación económica podemos concluir que implementar un plan para el ensamblaje es muy útil, pues permite un beneficio considerable por tan solo llevar un adecuado control y orden de las tareas a ejecutar. Además permite el retorno de la inversión de capital que se realizó en activos fijos en un período relativamente de corto a mediano plazo.
- 2.- De acuerdo a lo analizado mediante la tormenta de ideas en la sección 2.1.2 Tiempo y cantidad de personal necesario para el ensamblaje del camión CAT 797F se evidencia que son los factores de Método y Hombre los que afectan directamente al proceso de ensamblaje del camión, por tanto al no tener Caterpillar una metodología implementada al respecto, el plan desarrollado en el presente informe es una alternativa adecuada y viable para futuros ensamblajes de este tipo de camiones en el país y porque no en el extranjero.
- 3.- Es absolutamente necesario aplicar la metodología de mejora continua a este plan de implementación, buscando poder convertirlo en una guía práctica de cómo manejar eficientemente el proceso de ensamblaje y poder retroalimentar a

Caterpillar acerca de las condiciones que nuestro país exige para dicho tipo de trabajo.

- 4.- El tiempo de mejora obtenido aplicando el plan de ensamblaje para el camión es un referente para replicar el mismo proceso al ensamblaje de los demás modelos de equipos Caterpillar que estarán arribando a las diferentes minas de nuestro país en los siguientes años en que la minería continúe su auge.
- 5.- La implementación del plan de ensamblaje nos muestra una vez más que el planeamiento es la pieza fundamental en cualquier proceso de ingeniería, y que algo tan sencillo como aplicarlo puede generarnos buenos beneficios tanto a corto, mediano y largo plazo.

RECOMENDACIONES

- 1.- Se recomienda que el supervisor y/o al menos uno de los técnicos (preferiblemente el mecánico líder) tenga buenos conocimientos del idioma inglés debido a que al ser el camión una máquina Caterpillar relativamente nueva no cuenta con el manual de instrucción especial para ensamblaje del camión CAT 797F en idioma español.
- 2.- Se debe capacitar permanentemente a los técnicos de ensamblaje en procesos de mejora continua para poder obtener resultados, de ser necesario podrían realizar visitas a diferentes minas de otros países donde se realice el ensamblaje del camión para mejorar su desempeño.
- 3.- Dada la alta rotación de personal técnico es necesario contar con un instructor que exclusivamente se dedique a la enseñanza de técnicos noveles que recién ingresan a trabajar a la compañía y que deben aprender en corto tiempo la metodología de trabajo de la empresa.

BIBLIOGRAFÍA

1. **CATERPILLAR**. SERVICE INFORMATION SYSTEM (SIS WEB CAT), 2013.
2. **CATERPILLAR**, 797F OFF-HIGHWAY TRUCK OPERATION AND MAINTENANCE MANUAL, 2012.
3. **CATERPILLAR**, ASSEMBLY PROCEDURE FOR THE 797F OFF-HIGHWAYTRUCK, 2012.
4. **CATERPILLAR**, PERFORMANCE HANDBOOK, 2012.
5. CURSO ACTUALIZACIÓN UNI-FIM, 2013.

APENDICE

PROTOCOLO DE PRUEBAS FERREYROS SA

Flota CAT 797F

Protocolos de Armado

Ferreyros 

Informe de Pruebas y Ajustes Camión 797F

797F-12

Rev. 00

Página 1 de 6

FECHA

Nombre Cliente	
Horómetro	
Número Interno Equipo	
Número serie Motor	
Número serie Conv.	
Número serie Trans.	

- Descargar resumen de ECM y sus configuraciones (Imprimir Pantalla)
- Tomar muestra de aceite de motor
- Nota. Verificar que números de serie de componentes corresponda al indicado en configuración de ECM, de no ser así modificar.

Pruebas Motor C175

Pruebas motor	Especificaciones	Actual
RPM baja en vacío	700 ± 10 rpm	rpm
RPM alta en vacío	1960 ± 20 rpm	rpm
RPM a plena carga	1600 ± 10 rpm	rpm
Presión de aceite de lubricación	Baja en vacío 40 a 73 psi	Baja en vacío psi
	Alta en vacío 73 a 102 psi	Alta en vacío psi
Presión de Combustible	Baja en vacío 93 ± 30 psi	Baja en vacío psi
	Alta en vacío	Alta en vacío psi
	A plena carga	A plena carga psi
Presión de Refuerzo	35 ± 5 psi	psi
Presión de Carter		Baja en vacío "H2O
		Alta en vacío "H2O
		A plena carga "H2O

Observación:

NÚMERO SERIE EQUIPO			
NOMBRE TÉCNICO		FIRMA	
NOMBRE INSPECTOR		FIRMA	

Flota CAT 797F

Protocolos de Armado

Ferreyros



Informe de Pruebas y Ajustes Camión 797F

797F-12

Rev. 00

Página 2 de 6

Pruebas Convertidor de Par

Pruebas convertidor	Especificaciones	Actual
Temperatura aceite convertidor	158 °F a 194°F	°F
Presión de alivio entrada convertidor	Baja en vacío 20 ± 10 psi	Baja en vacío psi
	Alta en vacío 100 ± 10 psi	Alta en vacío psi
Presión de alivio salida convertidor	Baja en vacío 15 ± 5 psi	Baja en vacío psi
	Alta en vacío 65 ± 10 psi	Alta en vacío psi

Observación:

Pruebas Transmisión

Pruebas convertidor	Especificaciones	Actual
Temperatura aceite transmisión	176 °F a 250 °F	°F
Presión de carga de la transmisión (alivio principal)	Baja en vacío 335 ± 20 psi	Baja en vacío psi
	Alta en vacío 385 ± 20 psi	Alta en vacío psi
Presión de aceite lubricación de la transmisión – embrague 6 y 7	Baja en vacío 9 ± 2 psi	Baja en vacío psi
	Alta en vacío 50 ± 10 psi	Alta en vacío psi
Presión de aceite lubricación del modulo delantero de la transmisión	Baja en vacío 15 ± 5 psi	Baja en vacío psi
	Alta en vacío 70 ± 15 psi	Alta en vacío psi
Embrague N° 1		psi
Embrague N° 2		psi
Embrague N° 3		psi
Embrague N° 4		psi
Embrague N° 5		psi
Embrague N° 6		psi
Embrague N° 7 (marcha atrás)		psi
Embrague Traba		psi

Observación: Especificaciones de calibraciones según Herramienta ET.

- Imprimir pantalla calibración de presión de embrague transmisión y calibración de llenado.
- Nota. Tomar muestra aceite convertidor y transmisión.

Flota CAT 797F

Protocolos de Armado

Ferreyros



Informe de Pruebas y Ajustes Camión 797F

797F-12

Rev. 00

Página 3 de 6

Pruebas Sistema de Dirección

Pruebas sistema dirección	Especificaciones	Actual
Temperatura aceite dirección	100 °F a 250 °F	°F
Presión de desactivación baja en vacío	3500 ± 50 psi	psi
Presión activación baja en vacío	3200 ± 50 psi	psi
Tiempo de ciclo de la presión desactivación a la presión de activación en baja en vacío.	Más de 30 segundos	Prueba 1 seg
		Prueba 2 seg
		Prueba 3 seg
Tiempo de giro de dirección de izquierda a derecha – derecha izquierda.	11 a 13 segundos	Prueba 1 seg
		Prueba 2 seg
		Prueba 3 seg
Número de vueltas del volante de tope a tope.	3.5 a 4.5 giros	Prueba 1 giros
		Prueba 2 giros
		Prueba 3 giros
Presión auxiliar baja de la bomba	0 a 250 psi	psi

Observación:

- Nota. Tomar muestra aceite sistema de dirección.

Flota CAT 797F

Protocolos de Armado



Informe de Pruebas y Ajustes Camión 797F

797F-12

Rev. 00

Página 4 de 6

Pruebas Sistema de Levante

Pruebas sistema de levante	Especificaciones	Actual
Temperatura aceite sistema levante	150 °F a 250 °F	°F
Tiempo de levante de la caja.	25 a 28 segundos	Prueba 1 seg
		Prueba 2 seg
		Prueba 3 seg
Tiempo de bajada de la caja.	18 a 20 segundos	Prueba 1 seg
		Prueba 2 seg
		Prueba 3 seg
Tiempo caída libre de la caja.	18 a 20 segundos	Prueba 1 seg
		Prueba 2 seg
		Prueba 3 seg
Toma presión delantera de la bomba de levantamiento y enfriamiento de los frenos traseros.	Levantar 3450 ± 100 psi	Levantar psi
	Bajar 1000 psi	Bajar psi
Toma presión trasera de la bomba de levantamiento y enfriamiento de los frenos delanteros.	Levantar 3450 ± 100 psi	Levantar psi
	Bajar 1000 psi	Bajar psi
Presión de alivio levantar	3450 ± 100 psi	psi
Presión de alivio bajar	1000 psi	psi

Observación:

- Nota. Tomar muestra aceite sistema de levante. (hidráulico)

Flota CAT 797F

Protocolos de Armado

Ferreyros 

Informe de Pruebas y Ajustes Camión 797F

797F-12

Rev. 00

Página 5 de 6

Pruebas Sistema de Frenos

Pruebas sistema de frenos	Especificaciones	Actual
Temperatura aceite de frenos	140°F a 176°F	°F
Presión desactivación freno servicio	3000 ± 50 psi	psi
Presión activación freno de servicio	2100 ± 100 psi	psi
Presión auxiliar de la bomba	100 ± 50 psi	psi
Presión piloto freno de servicio	950 ± 100 psi	psi
Presión activación del tensor delantero (pedal)	900 ± 50 psi	psi
Presión activación del tensor trasero (pedal)	900 ± 50 psi	psi
Presión activación del tensor delantero (retardador)	750 ± 150 psi	psi
Presión activación del tensor trasero (retardador)	750 ± 150 psi	psi
Presión de desconexión freno de estacionamiento	630 ± 70 psi	psi

Observación:

Prueba sistema de control de tracción TCS

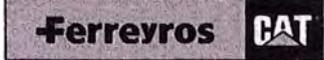
Pruebas de accionamiento de frenos	Especificaciones	Actual
Temperatura aceite de frenos	> 150 °F	°F
Presión de freno izquierdo desconectado	500 a 700 psi	psi
Presión de freno izquierdo conectado	< 44 psi	psi
Presión de freno derecho desconectado	500 a 700 psi	psi
Presión de freno derecho conectado	< 44 psi	psi
% del solenoide proporcional del ET	68 %	%

Observación:

- Nota. Tomar muestra aceite sistema de frenos. (hidráulico)

Flota CAT 797F

Protocolos de Armado



Informe de Pruebas y Ajustes Camión 797F

797F-12

Rev. 00

Página 6 de 6

Pruebas enfriamiento de frenos

Prueba de enfriamiento de frenos baja en vacío (toma presión en bomba de enfriamiento)

Anulación de corriente del mando de la bomba	T° del freno delantero	T° del freno trasero	Rejilla del freno delantero	Rejilla del freno trasero	Presión de mando de la bomba	velocidad del motor del freno
1.000 amp	°F	°F	psi	psi	psi	rpm
0.750 amp	°F	°F	psi	psi	psi	rpm
0.500 amp	°F	°F	psi	psi	psi	rpm
0.250 amp	°F	°F	psi	psi	psi	rpm
0.000 amp	°F	°F	psi	psi	psi	rpm

Prueba de enfriamiento de frenos alta en vacío (toma presión en bomba de enfriamiento)

1.000 amp	°F	°F	psi	psi	psi	rpm
0.750 amp	°F	°F	psi	psi	psi	rpm
0.500 amp	°F	°F	psi	psi	psi	rpm
0.250 amp	°F	°F	psi	psi	psi	rpm
0.000 amp	°F	°F	psi	psi	psi	rpm

Prueba de enfriamiento de frenos baja en vacío (toma presión en tubos de enfriamiento ruedas)

Solenoide desconectado de la bomba de enfriamiento de frenos	T° del freno delantero	T° del freno trasero	Freno delantero		Freno trasero		Presión de mando de la bomba	Velocidad del motor del freno
			Izq.	Der.	Izq.	Der.		
Desconectado	°F	°F			psi	psi	psi	rpm

Prueba de enfriamiento de frenos alta en vacío (toma presión en tubos de enfriamiento ruedas)

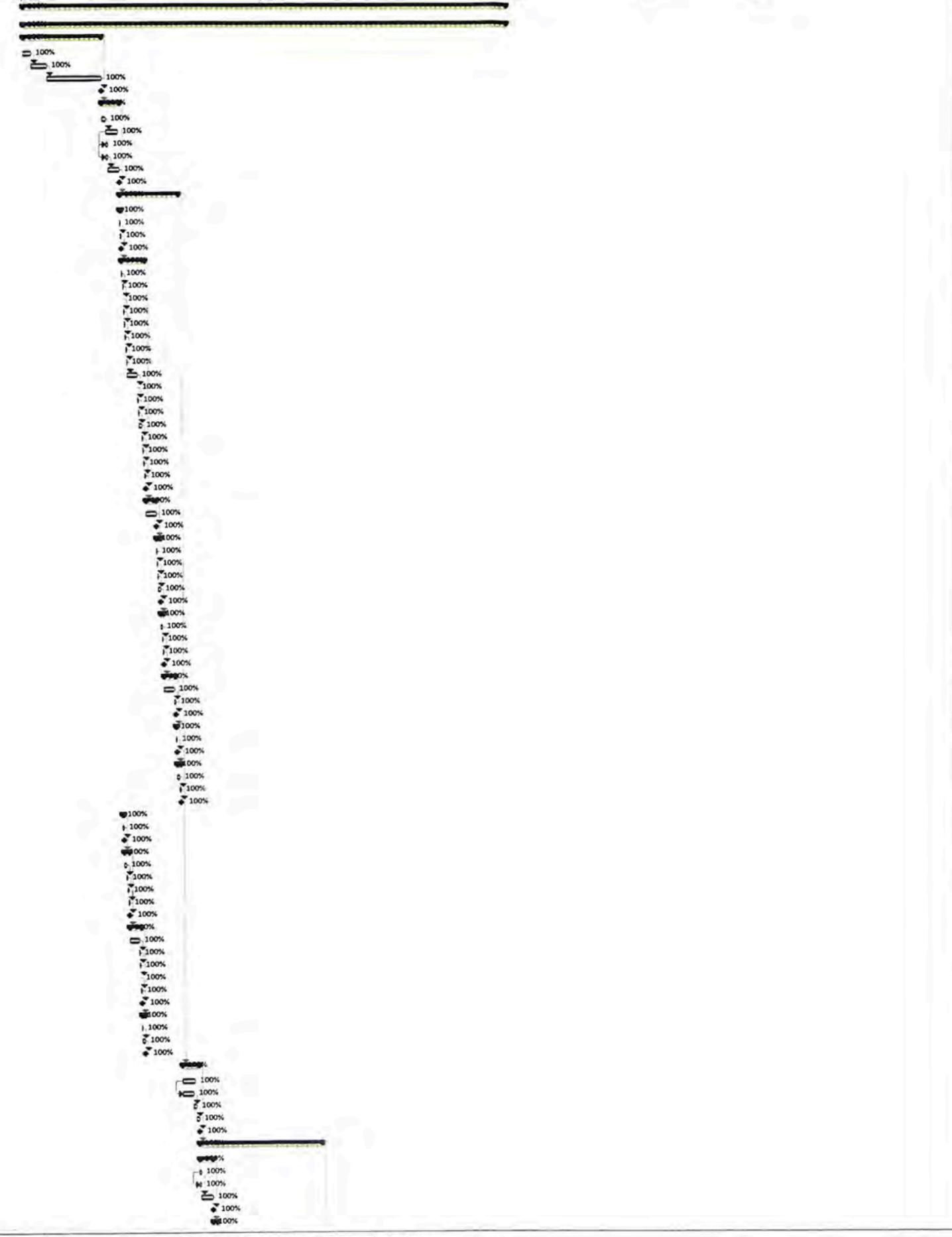
Desconectado	°F	°F			psi	psi	psi	rpm
--------------	----	----	--	--	-----	-----	-----	-----

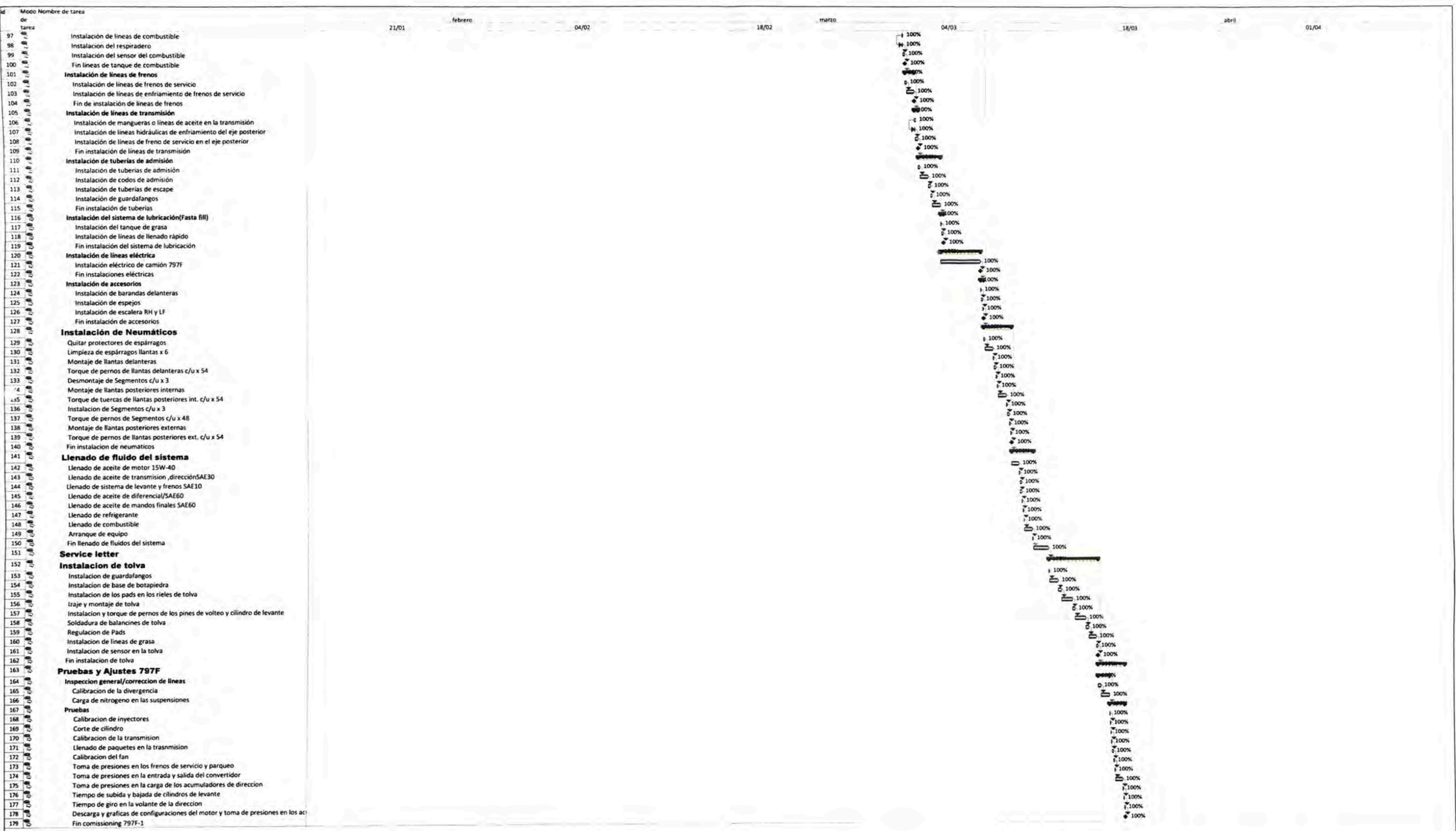
Prueba de enfriamiento de frenos	Especificaciones	Actual	
Temperatura del aceite de enfriamiento de frenos	140 a 176 °F		°F
Toma de presión aceite de la bomba de levantamiento delantera (freno trasero)	10 psi	Baja en vacío	psi
	100 psi	Alta en vacío	psi
Toma de presión aceite de la bomba de levantamiento trasera (freno delantero)	8 psi	Baja en vacío	psi
	100 psi	Alta en vacío	psi

Observación:

GANTT MODELO PARA ENSAMBLAJE

- Proyecto 797F SOUTHERN CUAJONE**
- Inspeccion de componentes**
 - Descarga y distribución de componentes
 - Descarga de chasis
 - Inventario y inspeccion de repuestos y componentes
 - Fin de inspeccion de componentes
 - Limpeza de superficies de contacto(chasis) 797F LAJ**
 - Limpeza de alojamientos de chasis(eje posterior y suspensiones posteriores)
 - Retiro de baquelita y limpeza alojamientos (soporte de cabina)
 - Limpeza de área de contacto(suspensiones delanteras)
 - Limpeza de área de contacto(radiador)
 - Limpeza de área de contacto(tanque de combustible y cilindro de levante)
 - Fin limpeza de superficies de contacto
 - Izaje y montaje de componentes**
 - Montaje suspensiones posteriores**
 - Instalación de sellos en las suspensiones posteriores
 - Montaje de suspensiones posteriores
 - Fin de montaje de suspensiones posteriores
 - Montaje de eje posterior**
 - Colocación de sellos de links inferiores
 - Colocación de sellos de links superiores
 - Izaje de links inferiores(Lado chasis)
 - Montaje de link inferior izquierdo
 - Colocación de pines y collet(izquierdo)
 - Torque de perno del collet de link inferior derecho
 - Izaje y montaje de links inferior derecho
 - Colocación de pines y collet(derecho)
 - Torque de perno del collet de link inferior izquierdo
 - Izaje de links superiores(Lado chasis)
 - Montaje de links superior izquierdo
 - Colocación de pines y collet(izquierdo)
 - Torque de pernos del collet de links superior izquierdo(lado chasis)
 - Montaje de links superior derecho
 - Colocación de pines y collet(derecho)
 - Torque de pernos del collet de links superior derecho(lado chasis)
 - Izaje y montaje de eje posterior
 - Fin Montaje de eje posterior
 - Montaje de suspensiones delanteras**
 - Izaje y montaje de suspensiones delanteras
 - Fin montaje de suspensiones delanteras
 - Montaje de cilindros de dirección**
 - Limpeza de stud ball y alojamientos
 - Izaje y montaje de cilindro de dirección
 - Limpeza de alojamientos de barra de dirección
 - Izaje y montaje de barra de dirección y torque de cilindro de dirección
 - Fin montaje de cilindros de dirección
 - Montaje de cilindros de levante**
 - Izaje y montaje de cilindros de levante
 - Instalación de cable de acero
 - Torque de cilindros de levante
 - Fin Montaje de cilindros de levante
 - Montaje de soportes de cabina**
 - Izaje y montaje de soportes de cabina
 - Torque de soportes de cabina
 - Fin Izaje de soportes de cabina
 - Montaje de cabina**
 - Izaje y montaje de cabina
 - Fin montaje de cabina
 - Montaje de tanque de combustible**
 - Izaje y montaje de tanque de combustible
 - Torque en el tanque de combustible
 - Fin montaje de tanque de combustible
 - Montaje de Radiador**
 - Izaje y montaje de radiador
 - Fin Izaje y montaje de radiador
 - Montaje de plataforma derecha e izquierda**
 - Izaje y montaje de plataforma izquierda
 - Izaje y instalación de porta filtro izquierdo
 - Instalación de porta filtro derecho
 - Instalación de plataforma derecha
 - Fin montaje de plataforma derecha e izquierda
 - Montaje de transmisión**
 - Retiro de tapa y limpeza de cara de contacto
 - Instalación de herramienta de izaje
 - Limpeza de área de contacto(eje posterior)
 - Instalación de sello en la transmisión
 - Izaje de la transmisión
 - Fin montaje de transmisión
 - Montaje de cardan**
 - Limpeza de área de contacto(lado cardan) y Transmisión y convertidor
 - Izaje y montaje de cardan
 - Fin Montaje de cardan
 - Torque de componentes**
 - Torque y giro suspensiones delanteras
 - Torque radiador
 - Torque de transmission
 - Torque cabina
 - Fin torques de componentes
 - Instalación de líneas en los sistemas**
 - Instalación líneas de radiador
 - Instalación líneas hidráulicas del fan
 - Instalación de tanque de expansión
 - Instalación de líneas de enfriamiento
 - Fin instalación líneas de radiador
 - Instalación líneas de tanque de combustible**





Proyecto: Proyecto Chinalco I Fecha: lun 26/05/14	líneas base Tarea División	<ul style="list-style-type: none"> Hito Resumen Resumen del proyecto 	<ul style="list-style-type: none"> Agrupar por síntesis Tarea resumida Hito resumido 	<ul style="list-style-type: none"> Progreso resumido Tareas externas Hito externo 	<ul style="list-style-type: none"> Tarea inactiva Hito inactivo Resumen inactivo 	<ul style="list-style-type: none"> Tarea manual Sólo duración Informe de resumen manual 	<ul style="list-style-type: none"> Resumen manual Sólo el comienzo Sólo fin 	<ul style="list-style-type: none"> Fecha límite Progreso
--	----------------------------------	---	---	--	---	--	--	--

Página 2

GANTT ENSAMBLAJE DE CAMIONES

