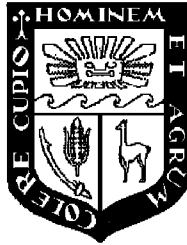


UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

Facultad de Ciencias Forestales



**Análisis de Productividad y Costos en
el Desembosque con Sulky en
Oxapampa**

Tesis para optar el Título de
INGENIERO FORESTAL

Guillermo Godiño Correa

Lima – Perú
2008

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos para calificar la sustentación del Trabajo de Tesis, presentado por el ex-alumno de la Facultad de Ciencias Forestales, Bach. GUILLERMO GODIÑO CORREA, intitulado “ANÁLISIS DE PRODUCTIVIDAD Y COSTOS EN EL DESEMBOSQUE CON SULKY EN OXAPAMPA”.

Oídas las respuestas a las observaciones formuladas, lo declaramos:

APROBADO

con el calificativo de **SOBRESALIENTE**

En consecuencia queda en condición de ser considerado APTO y recibir el título de INGENIERO FORESTAL.

La Molina, 16 de Diciembre 2008

.....
Ing. Leonidas Miguel Castro
Presidente

.....
Ing. Carlos Chuquicaja Segura
Miembro

.....
Mg. Sc. Graciela Egoavil Cueva
Miembro

.....
Ing. Milo Bozovich Granados
Patrocinador

.....
Ing. René Campos Romero
Copatrocinator

RESUMEN

Este estudio se dirige a promover el uso del Sulky como tecnología básica de uso intensivo de mano de obra usado en las actividades de desembosque ya que, las tecnologías de aprovechamiento y desembosque aplicadas actualmente en Sierra y Selva Alta del Perú son inapropiadas dando lugar a bajos rendimientos, maltrato de la madera, alto impacto al bosque y tareas extenuantes para los operarios.

Se busca brindar información completa de un Sulky y su técnica de operación en el desembosque y determinar su productividad y los costos que implica su uso. Para comprobar la efectividad del Sulky y su respectivo rendimiento, se analizaron 31 muestras (ciclo completo de desembosque) con distintas cargas, en una ruta habitual de desembosque y con el personal adecuado. Se describió completamente la lista de partes y piezas que conforman la estructura del Sulky y su costo de fabricación respectivo.

Finalmente se encontró que el Sulky es de fácil fabricación y de bajo costo, alcanza cargas de hasta 900Kg, la técnica de operación es sencilla siempre que se tengan en cuenta ciertas recomendaciones expuestas en el desarrollo del estudio, es de uso intensivo de mano de obra, presenta una productividad de 10,40 m³ en circunstancias normales de trabajo superando a otras tecnologías de desembosque aplicadas en la zona.

ÍNDICE

	Página
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTOS	IV
RESUMEN.....	V
ÍNDICE.....	VI
LISTA DE CUADROS.....	IX
LISTA DE FIGURAS.....	X
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1 DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	3
2.1.1 UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	3
2.1.2 CLIMA Y ZONA DE VIDA.....	3
2.1.3 SUELOS Y FISIOGRAFIA.....	3
2.1.4 PRINCIPALES ACTIVIDADES ECONÓMICAS DE LA POBLACION LOCAL.....	4
2.1.5 ANTECEDENTES DE REFORESTACION EN LA ZONA.....	5
2.2 CONCEPTOS BÁSICOS	5
2.3 TECNOLOGÍAS DE APROVECHAMIENTO FORESTAL	6
2.4 TECNOLOGÍAS Y MÉTODOS DE DESEMBOSQUE USADOS EN LA ZONA DE SELVA ALTA.	8
2.4.1 GENERALIDADES.....	8
2.4.2 DESEMBOSQUE POR GRAVEDAD, RODADURA Y ARRASTRE.....	9
2.4.3 DESEMBOSQUE CON TRACCIÓN ANIMAL (BUEYES).....	10
2.4.4 DESEMBOSQUE MEDIANTE EL USO DE winches	12
2.5 DESEMBOSQUE CON SULKY.....	12
2.6 PRODUCTIVIDAD	13
2.7 COSTOS.....	14
3. MATERIALES Y MÉTODOS	16
3.1 MATERIALES.....	16
3.1.1 LEVANTAMIENTO DEL PERFIL DE LA RUTA DE DESEMBOSQUE:.....	16
3.1.2 ESTUDIO DE TIEMPOS Y CARACTERIZACIÓN DEL SULKY:.....	16
3.1.3 FASE DE LABORATORIO:.....	16
3.1.4 FASE DE GABINETE:	17
3.2 METODOLOGÍA	17
3.2.1 ZONA DE ESTUDIO.....	17
3.2.2 DESCRIPCIÓN del SULKY.....	18
3.2.3 MANO DE OBRA.....	20
3.2.4 TRAZADO DE LA RUTA DE DESEMBOSQUE	20
3.2.5 PESO DE CARGA.....	22
3.2.6 TAMAÑO DE MUESTRA	23
3.2.7 ESTUDIO DE TIEMPOS.....	23
3.2.8 CÁLCULO DE VOLUMEN Y PESOS TRANSPORTADOS.....	23
3.2.9 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	24
3.2.10 CÁLCULO DE COSTOS DE FABRICACIÓN Y DESEMBOSQUE CON SULKY.....	25
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	26
4.1 INFORMACIÓN TÉCNICA DEL SULKY	26
4.2 CARACTERÍSTICAS DE LAS TROZAS EVALUADAS	28
4.3 CARGA MÁXIMA QUE SOPORTA LA ESTRUCTURA Y CARGA ÓPTIMA DE TRABAJO.....	29
4.4 TÉCNICA DE OPERACIÓN	31

4.5	ANALISIS DE TIEMPOS POR CICLO OPERATIVO.....	32
4.6	PRODUCTIVIDAD EN DESEMBOSQUE CON SULKY	36
4.7	COSTOS DE DESEMBOSQUE	38
4.8	ANALISIS ESTADISTICO	40
5.	CONCLUSIONES	43
6.	RECOMENDACIONES.....	44
ANEXO 1.....	PROPIEDADES FISICOMECANICAS DEL PINUS OCCARPA.....	50
ANEXO 2.....	DATOS DE LA RUTA DE DESEMBOSQUE	52
ANEXO 3.....	DENSIDAD REFERENCIAL DE LA MADERA OBTENIDA EN CAMPO.....	53
ANEXO 4.....	TABLA DE PESOS ESTIMADOS POR VOLUMEN.....	54
ANEXO 5.....	TABLA DE DATOS COLECTADOS	55
ANEXO 6.....	DATOS DE DENSIDAD DE LA MADERA EN CONDICION HUMEDA OBTENIDOS EN LABORATORIO	56
	DATOS DE DENSIDAD DE LA CORTEZA EN CONDICION HUMEDA OBTENIDOS EN LABORATORIO	56
ANEXO 7.....	DATOS PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE CORTEZA REPRESENTATIVO EN LAS TROZAS.....	57
ANEXO 8.....	DATOS DE PESOS TOTALES DE LAS TROZAS TRANSPORTADAS	58
ANEXO 9.....	NORMAS DE SEGURIDAD	59
ANEXO 10.....	VISTA ISOMETRICA DEL SULKY	60
ANEXO 11.....	PLANO LATERAL , DE PLANTA, FRONTAL Y OBLICUO.....	61
ANEXO 12.....	PLANO DE PLANTA	62
ANEXO 13.....	PLANO FRONTAL	63
ANEXO 14.....	PLANO LATERAL.....	64

ANEXO 15	65
PLANO DE EJES.....	65
ANEXO 16	66
PLANO DE EJES (VISTA LATERAL, FRONTAL E ISOMETRICA).....	66

Lista de cuadros

	Página
CUADRO 1 DATOS DE LOS OPERARIOS DE LA BRIGADA DE TRABAJO	20
CUADRO 2 PARTES Y PIEZAS QUE CONFORMAN LA ESTRUCTURA DEL SULKY	26
CUADRO 3 DIMENSIONES, VOLUMEN Y PESO DE LAS TROZAS	28
CUADRO 4 TOTAL DE OBSERVACIONES, INCLUYENDO EL PESO DE LA TROZA Y SUS TIEMPOS RESPECTIVOS POR CICLO DE DESEMBOSQUE.....	30
CUADRO 5 VOLÚMENES, PESOS TRANSPORTADOS Y TIEMPOS DE CADA ETAPA DEL CICLO	33
CUADRO 6 ESTIMACIÓN DE TIEMPO POR M ³ EN FUNCIÓN A LA CARGA DESEMBOSCADA.....	34
CUADRO 7 CUADRO COMPARATIVO DE PRODUCTIVIDAD DE DESEMBOSQUE.....	38
CUADRO 8 CUADRO DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	42

Lista de figuras

	Página
FIGURA 1	VISTA FRONTAL DEL SULKY USADO EN EL ESTUDIO19
FIGURA 2	VISTA LATERAL DEL SULKY USADO EN EL ESTUDIO19
FIGURA 3	BRIGADA EN PLENA JORNADA DE TRABAJO20
FIGURA 4	VISTA DE PLANTA DE LA RUTA USADA PARA EL DESEMBOSQUE21
FIGURA 5	PERFIL LONGITUDINAL DE LA RUTA USADA PARA EL DESEMBOSQUE22
FIGURA 6	ESQUEMA DEL SULKY USADO EN EL ESTUDIO27
FIGURA 7	DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DEL “TIEMPO TOTAL DE CICLO”35
FIGURA 8	DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL POR JORNADA DE TRABAJO36
FIGURA 9	ÁBACO DE PREDICCIÓN DE RENDIMIENTOS37
FIGURA 10	DISTRIBUCIÓN DE LOS COSTOS DE DESEMBOSQUE40
FIGURA 11	CURVA “PESO DE CARGA POR VIAJE V/S TIEMPO POR CICLO40

1. INTRODUCCIÓN

La reforestación de las tierras con aptitud forestal, localizadas en la Sierra y Selva Alta del Perú se viene realizando en forma lenta e impulsada principalmente por acciones de promoción ejecutadas ya sea por instituciones nacionales, proyectos de cooperación internacional, empresas mineras y en menor escala por particulares. Estas reforestaciones no son consecuencia de planes cuidadosamente elaborados con metas y objetivos concretos, están disgregadas, son de pequeña escala y generalmente una vez establecidas las plantaciones se dejan en manos de los propietarios de la tierra quienes no disponen de conocimientos técnicos ni de inversión suficiente para conducir la plantación mediante tratamientos silviculturales, podas y raleos, hacia objetivos y metas que permitan al silvicultor una retribución a los esfuerzos desplegados y al tiempo transcurrido hasta su cosecha.

En la provincia de Oxapampa Pasco Perú, se ha generado una corriente de reforestación basada principalmente en iniciativas privadas que han tenido su punto de partida en el Proyecto Peruano Alemán Desarrollo Forestal y Agroforestal en Selva Central – GTZ y también en experiencias del Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria – INIEA . A la fecha algunas de esas plantaciones tienen alrededor de 20 años y debido a la carencia de manejo adecuado los resultados no son óptimos, no obstante que las condiciones del medio y la adaptación de especies introducidas han sido positivas. Actualmente la instalación de plantaciones se ha incrementado, muchos bosques están necesitando urgentemente intervenciones silviculturales las cuales no se realizan por la carencia de tecnología apropiada de desembosque.

Dentro de las operaciones del aprovechamiento de bosques, el desembosque de las trozas es la más compleja (especialmente cuando los bosques están ubicados en terrenos de pendientes) y la que tiene a su vez gran incidencia en los costos de la madera puesta en el mercado.

La metodología de desembosque tradicional aplicada en la zona de Oxapampa es por rodadura o por gravedad las cuales no son adecuadas para las características de las plantaciones forestales, además de generar bajos rendimientos y representar tareas extenuantes para los trabajadores.

El presente estudio pretende evaluar y difundir en Selva Central y otras zonas del país una tecnología básica de uso intensivo de mano de obra para el desembosque de trozas procedentes de plantaciones forestales. Dicha tecnología se basa en el uso de el Sulky como equipo que mejora las condiciones de desembosque manual, que puede ser construido localmente, que representa baja inversión y puede ser usado por personal con bajo nivel de capacitación.

El Sulky representa un claro ejemplo de las diferentes opciones que hay para el desembosque de madera rolliza. Es un equipo que no está muy difundido a nivel nacional por desconocimiento de la técnica de operación y sus ventajas comparativas. Sin embargo, en zonas donde se ha probado, ha demostrado gran utilidad, bajo impacto al bosque y buenos rendimientos.

En ese sentido, es necesario evaluar este equipo antes de difundirlo, dado que la aplicación una tecnología no se puede dar de manera arbitraria. Se debe tomar en cuenta factores determinantes para su aplicación, tales como: la fisiografía, el clima, suelo, diámetros y formas de las trozas, disponibilidad de mano de obra, rentabilidad entre otros.

Concretamente, los objetivos de la presente investigación son los siguientes:

- Brindar información sobre un Sulky y su técnica de operación en el desembosque.
- Determinar su productividad en el desembosque de trozas.
- Determinar los costos de desembosque con Sulky en una plantación forestal.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

2.1.1 UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

La provincia de Oxapampa se ubica en el departamento de Pasco, entre las coordenadas 74°41'11" y 76°00'15" de longitud oeste y 9°34'13" y 10°54'32" de latitud sur, comprendiendo una área de 17 149,14 Km² con altitudes que varían entre los 200 y 2000 msnm. La zona de estudio pertenece a la cuenca del río San Alberto el cual es tributario del río Chontabamba en la provincia de Oxapampa (Gonzales 2003).

2.1.2 CLIMA Y ZONA DE VIDA

El clima en la Selva Central se caracteriza por una época perhumeda en los meses de mayor precipitación (mas de 100 mm/mes), de fines de Octubre a inicios de Mayo, en la que cae el 80% de la precipitación anual, y una época húmeda con precipitaciones menores a 100 mm/mes entre fines de Mayo a principios de Octubre. En algunas zonas como Pichanaki y Oxapampa, se presentan meses secos entre los meses de Junio, Julio y Agosto (Palomino et al. 1991).

El mismo autor señala que la humedad relativa del medio ambiente en relación a la temperatura define climas de tipo calido húmedo y templado húmedo y que en resumen la provincia de Oxapampa presenta una Temperatura Media Anual (TMA) de 15.4°C, una humedad relativa de 97.5% y una Precipitación Media Anual de 1589 mm.

La zona de vida denominada para esta área es: Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical, bh-MBT (INRENA 1994).

2.1.3 SUELOS Y FISIOGRAFIA

En Oxapampa se encuentran suelos ácidos y neutros. Los suelos ácidos, cuyo material original en su mayoría son areniscas y cuarzo en diferentes grados de alteración, presentan texturas de media a fina, bien drenados, con pendientes que van de 5 a 100%, erosión de nula a moderada, sin piedras, con profundidades efectivas entre 30 y 150 cm. Según el grado de evolución del

perfil de suelo, estos se clasifican en Entisoles (A/C), Inceptisoles (A(B)C) y Ultisoles (B+C), su pH varia entre 3.8 y 5.8. Por otro lado los suelos neutros se clasifican como Mollisones háplicos típicos, tienen como material original el basalto y calizas con poco granito y cuarcita, pH entre 6.5 y 7.0, textura fina, bien drenados y ricos de materia orgánica. (Bullon, citado por Palomino et al. 1991).

La Selva Central es una región de grandes contrastes fisiográficos. Se alternan llanuras aluviales angostas a lo largo de los ríos, con montañas de laderas con terrazas intermedias y zonas empinadas y escarpadas. A diferencia de las llanuras aluviales de poca extensión, solo los valles de Oxapampa, Satipo, San Ramón de Pangoa, Pichis-Palcazú y Codo de Pozuzo tienen extensiones planas mayores de 3 000 ha. Estos valles están rodeados completamente de cadenas de cerros de hasta 3 500 metros de altura, con profundas gargantas y con flancos de hasta 100% de pendiente. Los valles de Oxapampa, Satipo, San Ramón de Pangoa, Pichis-Palcazú y el Codo de Pozuzo, presentan anchos que van desde los 5 a 35 km. Pero también presentan accidentes naturales como quebradas, riachuelos, etc (Brack et al. s.f).

2.1.4 PRINCIPALES ACTIVIDADES ECONOMICAS DE LA POBLACION LOCAL

Las actividades económicas más importantes dentro de la provincia son: agricultura, ganadería, forestería, industria y la producción artesanal (González 2003).

En la agricultura el rocoto es el cultivo mas producido, seguido de otros productos que van ganando importancia como la granadilla, café, verduras, hortalizas y legumbres y en las partes mas bajas el achiote. En la ganadería las razas predominantes son Nellore, Holstein y Brown Swiss. Esta ganadería se destina casi exclusivamente a la producción de carne para Lima y centros urbanos de la región. Además la producción lechera es de cierta importancia local, mientras que la crianza de porcinos, aves y cuyes esta extendida básicamente para consumo familiar (Brack, et al. s.f).

El mismo autor señala que la extracción forestal en la zona fue importante entre los años 50 y 60 en las provincias de Satipo, Oxapampa y Pachitea pero la actividad decayó por el agotamiento del recurso. Ahora la actividad forestal, que por el momento desempeña mayor importancia, es la reforestación. En el aspecto minero en Oxapampa se han encontrado yacimientos de plomo, zinc, plata y uranio.

2.1.5 ANTECEDENTES DE REFORESTACION EN LA ZONA

La actividad forestal en Oxapampa tuvo su apogeo en la década de los 50 a 60, llegando a ser el centro de producción maderero más importante del país. Esta actividad llegó a abarcar casi el 90% de la economía de la provincia. Pero debido a la tala exhaustiva de los bosques y a la falta de programas de reforestación, el recurso forestal disminuyó a extremos realmente críticos. Sin embargo, la superficie actual de tierras aptas para la producción forestal llega a 96 745 ha, es decir el 21% de la superficie total del distrito de Oxapampa (González 2003).

En Oxapampa las primeras actividades de reforestación se realizaron por los años 80 gracias al Proyecto Peruano-Alemania de cooperación técnica en la Selva Central. Si bien las actividades de reforestación no se consolidaron hasta recién algunos años, la zona muestra un gran potencial y las actividades cada vez se van incrementando. Las especies más usadas con este fin son: *Pinus patula*, *Pinus oocarpa*, *Pinus tecunumanii*, *Cupressus lusitanica*, *Podocarpus rospigliosii*, *Tectona grandis* y *Eucalyptus globulus* básicamente (González 2003).

2.2 CONCEPTOS BASICOS

- Desembosque: es la operación de aprovechamiento forestal que se ocupa del traslado de las trozas desde el tocón hasta el patio de trozas. Esta operación puede ser realizada empleando diferentes fuentes de energía motriz, como: fuerza humana, tracción animal, empleo de winches, tractores agrícolas, tractores forestales y otros. A su vez, esta operación es la más compleja y su costo tiene alta incidencia en el costo de la madera puesta en el mercado

El mismo autor indica que el desembosque también es conocido como: arrastre, transporte menor, transporte interior, transporte a corta distancia. Puede variar según los siguientes factores: topografía, tiempo disponible, disponibilidad de maquinarias o equipos, distancias, volúmenes y puede realizarse por: rodadura, arrastre o carga suspendida (Campos 2004).

La base para determinar los rendimientos y costos en el desembosque es el estudio de tiempos (Soto 1971).

- Costos: es el valor de todos los insumos o recursos utilizados en la producción, en otras palabras es la distribución de fondos para adquirir recursos que serán empleados en la producción. Pueden ser clasificados básicamente en: costos fijos los cuales son independientes

de la variación de la producción y costos variables que varían según la variación de la producción (Condori y Pinto 2002).

En el caso de la extracción forestal, los costos pueden ser agrupados en: costos de posesión o costos fijos, costos de operación y costos de mano de obra (Campos 1972).

- Productividad: es la relación entre el producto obtenido y los insumos empleados medidos en términos reales (tiempos). Representa la eficiencia con que se emplean los recursos de capital y de mano de obra en la producción (Condori y Pinto 2002).

Entre los factores que influyen en la producción y costos de las operaciones de aprovechamiento forestal se distinguen aquellos que repercuten directamente en la producción y otros que desempeñan un papel secundario. Según esto se clasifican en: factores principales o determinantes, son fácilmente mensurables; factores secundarios, son importantes pero su medición es difícil, se suelen incluir en los análisis de productividad en base a estimaciones y factores terciarios, son menos importantes, su medición es difícil y costosa, sólo se consideran en análisis muy perfeccionados (Campos 2004). El mismo autor señala que en el Perú es necesario contar, para todas las operaciones de aprovechamiento, con pronósticos o estándares de productividad y costos para condiciones locales, que sirvan como parámetros referenciales de eficiencia y que a la vez puedan servir de pautas para la retribución del personal.

2.3 TECNOLOGIAS DE APROVECHAMIENTO FORESTAL

Usualmente, al hablar de tecnología se suele referir en primer lugar a máquinas y equipos y en segundo lugar, a métodos y técnicas. Más ampliamente, cuando nos referimos a tecnología, debemos entender que abarca una combinación de conocimientos, destrezas, organización, planificación, máquinas y equipos (Campos 2004).

En la actividad de aprovechamiento se pueden identificar dos categorías de tecnología: la tecnología dura, la cual es costosa, de capital intensivo y compleja; y la tecnología blanda que es relativamente de bajo costo, de mano de obra intensiva, flexible, adaptable a materiales locales de calidad no estandarizada y que puede ser instalada, mantenida y reparada por personas de escasos conocimientos técnicos. Sin embargo, la utilización de tecnología básica

no debería implicar que sea un método primitivo, tal como se cree algunas veces. Esta tecnología ciertamente debería incluir el mejor conocimiento científico posible (FAO 1983).

En países en vía de desarrollo se observa un efecto de sobremecanización. Las máquinas y equipos demasiados sofisticados y costosos son muchas veces introducidos con resultados negativos. Las condiciones socioeconómicas y los bajos niveles de capacidad técnica en esos países son argumentos contra estas tendencias. Desde el punto de vista social y económico, es contraproducente el desplazamiento de trabajadores por la introducción de maquinaria donde ya existe un excedente de mano de obra, ya que origina además el drenaje de recursos para proveer maquinarias y repuestos. A su vez, la implementación de equipos sofisticados tiende a aumentar la dependencia de los países en vía de desarrollo en los países industrializados (FAO 1983). La tendencia hacia la mecanización de muchas actividades ha sido más bien una respuesta a la necesidad de realizar esas labores con menor esfuerzo y no para realizarlas más eficientemente (a menor costo) (FAO 1995).

En el caso del Perú, a medida que han ido cambiando los métodos de extracción de manuales a mecanizados, los problemas de planificación y organización se han hecho más complejos (Campos 1983).

Los factores que determinan la elección de tecnologías son: las condiciones socio-económicas, las condiciones físicas del medio, las características del producto y los volúmenes a extraer por unidad de tiempo (Campos 2004).

Otro concepto importante es la tecnología apropiada que es aquella que mejor se adapta a las condiciones de una situación dada, es decir, debe ser compatible con los recursos humanos, económicos y materiales del lugar (FAO 1983).

Por otro lado el rendimiento de un sistema de desembosque varía de acuerdo a las condiciones locales del área explotada (Anaya y Quevedo 1975).

Los siguientes puntos son los requisitos básicos que toda máquina destinada a la operación de desembosque debe cumplir:

- Cumplir con los principios ergonómicos

- Las características de diseño deben garantizar un funcionamiento fácil, conveniente y seguro.
- Sólo puede usarse rentablemente si su precio de compra es razonable, si se puede emplear a su capacidad y si sus costos de funcionamiento y reparación son bajos.
- Empleando el 60 a 70% de su capacidad debe obtenerse resultados satisfactorios.
- Debe reducir al mínimo los daños al suelo forestal, masa remanente, productos extraídos, carreteras y cargaderos.
- Solo puede ser apropiada para el trabajo si ha sido diseñada para el tipo de terreno y procedimiento de trabajo (FAO 1984).

El método de aprovechamiento esta ligado a la forma como se realiza el desembosque, se distinguen los siguientes métodos: árbol completo, fuste completo despuntado y madera corta. Cada uno de estos métodos requiere de equipos y/o herramientas específicas y los factores determinantes para su elección son: relieve del suelo y clase de suelo. En el país se usa los métodos de madera corta y el de fuste completo despuntado (Campos 2004).

2.4 TECNOLOGIAS Y METODOS DE DESEMBOSQUE USADOS EN LA ZONA DE SELVA ALTA.

2.4.1 GENERALIDADES

El costo generado por las operaciones de desembosque tiene gran incidencia en el costo total de la madera rolliza puesta en la industria (Campos 1983). Del mismo modo (Benz, citado por Chuquicaja 1992), señala que la distancia de desembosque es importante e influye directamente en la producción, mientras que la distancia entre los árboles apeados, siempre que se mantengan dentro de un límite razonable, repercute poco en la producción. Según un estudio de extracción forestal desarrollado en la zona de Pichanaki (bosque tropical), el 36% de los costos de extracción se va en las actividades de corta, mientras que el 64% restante en las actividades de desembosque (Chuquicaja 1992).

En nuestro país, las operaciones de desembosque realizadas en zonas de sierra y selva alta se llevan a cabo mediante métodos tradicionales, utilizando al hombre como elemento de fuerza sin el uso de herramientas y equipos que permitan reducir esfuerzos, aumentar productividades y prevenir a los obreros de accidentes y enfermedades ocupacionales (Cassinelli 1989).

Los métodos manuales de desembosque no se justifican por las siguientes razones:

- La distancia promedio de desembosque aumenta cada año.
- La unidad promedio de madera rolliza es muy pesada y por lo general el terreno es muy accidentado.

Sin embargo la mano de obra en América Latina sigue siendo barata, por ello existe hasta hoy una alta contribución de la mano de obra en ciertas fases del aprovechamiento (Christiansen y Anaya 1986).

Desde el punto de vista de la ergonomía no todos los trabajadores tienen la misma condición física para enfrentarse a un trabajo dado. Cuando un individuo empieza a usar más del 50% de su capacidad aeróbica en el desarrollo de su trabajo, comienza a presentar cuadros de fatiga (Apud 1976). El mismo autor señala que la fatiga se incrementa cuanto mas cerca estamos del máximo de nuestra capacidad y que un esfuerzo solo puede ser mantenido por escasos minutos, luego de los cuales el individuo debe detenerse para su recuperación.

2.4.2 DESEMBOSQUE POR GRAVEDAD, RODADURA Y ARRASTRE

En Selva Central, las actividades de desembosque se aplican combinando la fuerza de la mano de obra con la acción de la gravedad y el empleo de algunas herramientas como: palancas, ganchos, palancas con ganchos articulados (perros). Para deslizar las trozas por las distintas pendientes se realiza un previo acondicionamiento con sistemas de empalizadas que facilitan el deslizamiento de las trozas (Rodríguez 1985).

Uno de los problemas mas frecuentes generados al usar este método de desembosque a través de botaderos es que la madera se deteriora al recibir fuertes impactos contra las rocas que encuentra en el camino (Jenssen 1978).

El arrastre de una troza, está condicionado por los siguientes factores: rozamiento, fuerza de tracción, peso de la carga, inclinación o pendiente del camino y posición de la carga. Por ello cualquier sistema innovador para ser usado en las actividades de desembosque debe tener en cuenta estos factores y disminuir en lo posible la fuerza de rozamiento (De la Maza et al. 1967). El mismo autor señala que la forma e irregularidades de la troza influyen en el rozamiento: ramas mal cortadas, nudos, cortezas rugosas, etc, contribuyen a que se acumule con mayor facilidad frentes de materiales (hojas, tierra, ramas, etc) en la testa de la troza exigiendo un esfuerzo mayor en el arrastre.

Por otro lado, debe tenerse en cuenta que el desembosque manual implica necesariamente la construcción de una red de carreteras de alta densidad, ya que esta limitado a distancias cortas (por lo general no mas de 50 m). Por ello es importante encontrar alternativas de desembosque de mayor productividad y que a la larga generen menores costos (Tejada 1987).

2.4.3 DESEMBOSQUE CON TRACCION ANIMAL (BUEYES)

Las investigaciones sobre tracción animal se han orientado ante todo a determinar el esfuerzo de tracción con diversas pruebas y a mejorar diseños de los yugos, los arcos y los aperos. En el caso de los trópicos las investigaciones se centran en: necesidades nutricionales de los animales trabajando a distintos ritmos y durante diferentes periodos de tiempo, utilización de animales cruzados para el tiro, efectos de las condiciones climáticas durante el trabajo y efectos del trabajo durante la reproducción y la lactancia (Goe 1983).

Las operaciones con animales de tiro presentan las siguientes características (OIMT, citada por Loechle 2001):

Ventajas:

- Poco riesgo ambiental
- Puede ser realizado por agricultores y propietarios forestales
- Poca dependencia de aportes externos

Desventajas:

- Alta intensidad de mano de obra
- Disponibilidad de animales de tiro
- Baja productividad

El mismo autor señala que se puede lograr una mayor eficiencia en la explotación maderera con menos daños a las masas remanentes en operaciones que estén bien programadas, ejecutadas y controladas. En muchos casos, pueden reducirse los costos de explotación en un 20% aproximadamente tomando las medidas mencionadas, a las que se les puede adicionar un buen sistema de caminos, apeo con caída dirigida y extracción eficaz.

El cuantificar un rendimiento medio en los animales es una tarea bastante difícil ya que el rendimiento varía según la especie, la intensidad, el tipo de trabajo y la ubicación geográfica. Además que un mal diseño de los arcos, yugos o aperos puede afectar los rendimientos (Goe 1983).

El uso de bueyes aparece como una alternativa adecuada para reemplazar los métodos manuales en la zona de Selva Alta. En el caso de Oxapampa, estos animales vienen siendo usados en las actividades de extracción desde 1934 (Martel 1992).

El buey es un animal muy versátil, puede ser criado directamente por campesinos es lento pero resistente, fuerte, fácil de conducir, características físicas apropiadas (pezuñas anchas) y al final de su vida activa, después de un régimen de engorde, tiene un buen rendimiento como ganado para la producción de carne (Octavo 1984).

Además, los bueyes son los animales de tiro más usados en países tropicales. Su fuerza de tracción permanente corresponde a 1/4 de su peso vivo, sin embargo en distancias cortas (menores a 50 m) puede duplicarla hasta triplicarla. Su velocidad de desplazamiento es de 2,5 km por hora pudiendo también duplicarla o triplicarla en distancias cortas (Campos 1972).

Respecto a las características de trabajo: en el desembosque con bueyes participan el arreador y un ayudante como integrantes de la mano de obra. De las 6 a 7 horas que dura la jornada, en

promedio solo se emplean 2 horas de manera efectiva en el arrastre. La mayor parte de la jornada esta dirigida a realizar tareas como el yugado, desyugado, preparación de la vía de arrastre, descanso para el almuerzo, desplazamiento a otras áreas de trabajo y acondicionamiento de las trozas, conformando todas estas tareas los denominados tiempos suplementarios. Los tiempos inefectivos necesarios corresponden a: descanso por fatiga de los animales, desenganche de las trozas durante el arrastre y poner las trozas en la posición adecuada para el enganche. Respecto a los rendimientos, estos varían según la distancia y la pendiente, pero en promedio es de 3,81 a 5,72 m³/hora o 7,62 a 11,44 m³/jornada. (Martel 1992). Finalmente el mismo autor señala que para evitar accidentes, el desembosque con bueyes no debe realizarse en pendientes mayores a 30%, en lo posible solo con pendientes menores a 20%.

2.4.4 DESEMBOSQUE MEDIANTE EL USO DE WINCHES

El desembosque con winches en la Selva Central se practica a través de el uso del “camión grúa” o “camión winche” que representa una tecnología de fabricación local y que corresponde a cables terrestres de polea baja (Campos 2004).

La distancia máxima de desembosque con este equipo es de 150 m jalando contra la pendiente, y arrastrando volúmenes entre de 0,5 a 2,3 m³/viaje (Casas 1989).

2.5 DESEMBOSQUE CON SULKY

El Sulky es un equipo de tecnología básica que ha sido utilizado para el desembosque de trozas con mucha eficiencia en los países europeos entre los siglos 19 y 20. Se dejo de usar cuando aparecieron tecnologías mecanizadas y debido al incremento de los costos de la mano de obra. Este equipo permite disminuir las desventajas del desembosque manual tradicional incrementando considerablemente las distancias de desembosque, las dimensiones de las cargas, la productividad y disminuyendo los costos. A su vez, permite rescatar a los trabajadores de la ejecución de operaciones duras que demandan gran esfuerzo y que exponen al trabajador a alto riesgo de accidentes y enfermedades ocupacionales (Campos 2004).

El Sulky es un arco de metal equipado con 2 a 4 ruedas (dependiendo del modelo) y una palanca-timón, este equipo permite reducir la fricción entre la troza y el suelo durante el

desembosque ya que esta viaja parcial o totalmente suspendida (FAO 1995). El mismo autor señala que el Sulky (en asociación con tracción animal) en general favorece un mayor rendimiento de parte de los animales ya que aumenta su capacidad de carga y por ende, al poder arrastrar cargas mayores, se puede aumentar la distancia de arrastre y reducir la densidad de caminos. En conclusión el Sulky permite reducir una de las desventajas más grandes que tienen los animales: su baja capacidad de arrastre.

A pesar de los beneficios que tiene el Sulky, también presenta algunas desventajas o limitaciones: en el trabajo con Sulky se requiere más mano de obra pues la carga y descarga para una sola persona es difícil; también requiere más inversión que otros métodos (rodadura, gravedad o tracción animal), a pesar que su costo es bajo (alrededor de \$US 400.00); en terrenos con pendientes superiores a 20% el manejo del Sulky por parte del operador y sus ayudantes se hace más difícil y en general, no es conveniente su utilización en pendientes superiores a 30%. Y posiblemente la mayor dificultad que tiene el Sulky es que es diferente al método tradicional y las personas se resisten a cambiar sus métodos de trabajo (FAO 1995).

2.6 PRODUCTIVIDAD

La racionalización del trabajo en extracción incluye varios problemas de organización y planificación. En el Perú ha medida que han ido cambiando los métodos de extracción de manuales a mecanizados los problemas de planificación y organización se han hecho mas complejos, requiriéndose hoy en día el empleo de técnicas modernas en estas áreas (Campos 2004).

En el trabajo de aprovechamiento forestal se necesita tomar una cantidad grande de decisiones en la planificación y ejecución de las operaciones, tanto mas importantes y mayores sean las inversiones. Estas decisiones deben basarse en evaluaciones de tiempos y costos, los cuales a su vez surgen de cálculos e información obtenidos de experiencias anteriores. En países como Suecia y Finlandia se han establecido estándares para trabajos de apeo, descortezado, desembosque con caballos y transporte con camiones (Benz 1970).

En extracción forestal es necesario cuantificar la producción y los costos a través de sistemas analíticos que permitan determinar las influencias que ejercen las situaciones físicas y

económicas de la producción, la mala comprensión de estos sistemas analíticos es una de las principales causas por las que en muchas regiones tropicales no se ha podido alcanzar una organización, cuantificación e interpretación de la información disponible en las empresas madereras. (FAO 1974).

Los ingenieros forestales, responsables de la producción en las operaciones de extracción, han utilizado para la predicción de rendimientos análisis de regresión o métodos de simulación basados en análisis de regresión de estudios de tiempos (Olsen y Gibbons 1983).

La eficiencia de una empresa depende de la correcta determinación de los rendimientos; la escasez de esta información y la duración temporal de las tareas, impide alcanzar la programación de las actividades y calcular los costos (Campos 2004).

2.7 COSTOS

Puesto que el análisis de costos es vital en el suceso de las actividades de extracción, los jefes responsables que tengan que ver con los cálculos de costos de maquinas y equipos de operaciones de extracción, deben estar familiarizados con los diferentes métodos de análisis de costos a fin de encontrar el mas apropiado a sus necesidades (Miyata 1980).

Los costos totales de un equipo incluyen a aquellos relacionados con su adquisición, propiedad y operación. Para análisis de costos de extracción puede ser agrupados en: costos de posesión o costos fijos, costos de operación y costos de mano de obra. Para calcular estos costos es necesario primeramente recolectar la información básica y familiarizarse con la siguiente terminología:

- Especificaciones del equipo: puede obtenerse del manual de instrucciones del fabricante.
- Inversión o costo de adquisición: incluye costo del equipo, costo de accesorios adicionales, impuestos, transporte y otros.
- Valor de reventa: estimar dicho valor es difícil porque se basa en un valor futuro en el mercado y en las condiciones que tendría el equipo al momento de venderlo; se estima en 20% del valor de adquisición.

- Vida económica: la mayor indicación de la vida económica de un equipo esta basada en experiencia personal con equipo similar.
- Costo de posesión: incluye depreciación, interés, seguro e impuestos.
- Costo de operación: incluye mantenimiento, reparación, combustibles, lubricantes, llantas y otros.
- Costos de mano de obra: incluye salario, leyes sociales, alimentación y otros.
- Tiempo total: se considera el periodo de tiempo que teóricamente el equipo podría trabajar. En un año el tiempo total sería de 365 días.
- Tiempo programado: es el tiempo anual que el equipo es programado para realizar el trabajo productivo. Si el equipo va a trabajar 200 días al año y 8 horas por turno, el tiempo programado sería 200 días o 1600 horas.
- Tiempo productivo: es aquella porción del tiempo programado durante el cual el equipo trabaja realmente. Si el trabajo programado es 200 días, pero el equipo trabaja solo 150 días este último será el tiempo productivo (Campos 1987).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 MATERIALES

3.1.1 LEVANTAMIENTO DEL PERFIL DE LA RUTA DE DESEMBOSQUE:

- 2 Jalones
- 1 Clinómetro
- 1 Brújula
- 1 cinta métrica de nylon de 25 metros (Wincha)
- 1 Libreta de campo
- 1 Lápiz

3.1.2 ESTUDIO DE TIEMPOS Y CARACTERIZACIÓN DEL SULKY:

- 1 Cronómetro
- 1 Libreta de campo
- 1 Lápiz
- 1 Sulky y sus accesorios (cadena, palanca y soga)
- 1 cinta métrica metálica de 5 metros
- Trozas de madera de *Pinnus oocarpa*
- 1 Vernier o “Pie de rey”
- 1 Cámara fotográfica

3.1.3 FASE DE LABORATORIO:

- 1 Balanza de platos de 5 Kg.

- 1 Balanza eléctrica marca Mettler, modelo PE 6000 de 0.1 g de precisión y capacidad de 6,200 Kg
- 2 Tinas
- 1 Punzón
- Rodajas de madera
- Probetas de madera
- Agua
- Libreta y lápiz

3.1.4 FASE DE GABINETE:

- Computadora personal (Windows, Excel y SAP 2000 versión 09 de CSI Computer and Structures inc.)
- Materiales de escritorio.

3.2 METODOLOGIA

3.2.1 ZONA DE ESTUDIO

El presente estudio se realizó en un bosque de *Pinus oocarpa* de aproximadamente 20 años cuyo propietario es el Colegio Agropecuario de Oxapampa.

La plantación se encuentra en la cuenca del río San Alberto en la provincia de Oxapampa, la cual se ubica en el departamento de Pasco, entre las coordenadas 74°41'11" y 76°00'15" de longitud oeste y 9°34'13" y 10°54'32" de latitud sur, comprendiendo una área de 17 149,14 Km² con altitudes que varían entre los 200 y 2000 msnm. La fisiografía es compleja con laderas pronunciadas y suaves formando pequeños valles. La zona de vida denominada para esta área es: Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical, bh-MBT.

3.2.2 DESCRIPCION DEL SULKY

El Sulky usado para el estudio (figura 1) es de propiedad de la Universidad Nacional Agraria La Molina y fue construido con materiales nacionales semejantes a un Sulky donado por la Cooperación Técnica Finlandesa. Para describir la estructura y resistencia de este Sulky fue necesario evaluar todas las partes y piezas que lo conforma, además se desarmaron todas las partes correspondientes a los ejes de los neumáticos para hacer una descripción detallada. Con la ayuda de un Vernier se midieron los espesores y diámetros de las distintas partes y con el uso de una Wincha la longitud de los tubos y las distancias entre ellos. Además se hizo uso de una cámara fotográfica para que en gabinete se pueda tener una idea mas clara y así poder realizar el plano del Sulky con mayor precisión.

El Sulky con el que se trabajó comprende un arco metálico central-vertical y uno secundario inclinado (Figuras 1 y 2), estos se apoyan en ambos lados en un brazo oscilante independiente cada uno del otro y llevan un par de neumáticos en los extremos mediante el sistema “Boggi” lo cual le permite enfrentar las irregularidades del terreno con facilidad. Su estructura es bastante estable y liviana, soporta grandes cargas, tiene gran maniobrabilidad, su fabricación es sencilla y los costos de mantenimiento son mínimos. Tiene la capacidad de poder transportar la troza semi suspendida o totalmente suspendida en orientación longitudinal, contribuyendo a generar un impacto mínimo en el bosque.

La carga máxima que puede soportar la estructura del Sulky se calculó con la ayuda de un Software (SAP 2000 versión 09 de CSI Computer and Structures inc.) en el cual se ingresan datos de clase de material, estructura y dimensiones y factor de seguridad.

El personal necesario para trabajar con este Sulky, en la mayoría de los casos, no excede de tres personas. Además no es indispensable que el personal sea altamente calificado. Pero, para obtener rendimientos óptimos, es necesario contar con personal acostumbrado a una actividad física regular que con la práctica vaya adquiriendo mayor destreza y velocidad en el trabajo con el Sulky (Figura 3).



Figura 1 Vista frontal del Sulky usado en el estudio



Figura 2 Vista lateral del Sulky usado en el estudio



Figura 3 Brigada en plena jornada de trabajo

3.2.3 MANO DE OBRA

En la selección del personal se busco gente que este relativamente familiarizada con el uso del Sulky o que este acostumbrado a una actividad física regular.

El personal con el cual se realizó el estudio fue el siguiente:

Cuadro 1 Datos de los operarios de la brigada de trabajo

Nombre	Edad	Estatura	Peso	Ocupación	Función en el estudio
Victor Ñato	47	1.60 m	56 Kg	Operario de aprov.forestal	Direccionador de Sulky
Cesar Vargas	31	1.65 m	62 Kg	Operario de aprov.forestal	Ayudante
Guillermo Godiño	24	1.86 m	81 Kg	Estudiante-tesista	Ayudante y tesista

3.2.4 TRAZADO DE LA RUTA DE DESEMBOSQUE

El trazado de la ruta de desembosque se realizó teniendo en cuenta lo siguiente:

- La ruta debía unir el área del bosque intervenido con una carretera vecinal, donde se ubicó el patio de trozas.
- Se trazó la ruta mas propicia evitando en lo posible la presencia de regeneración natural, cursos de agua y obstáculos difíciles de pasar.

Para detallar el perfil y recorrido de la ruta de desembosque se necesitaron tres personas. La primera estaba encargada de transportar el primer jalón (marcado a la altura del ojo del observador), llevaba un extremo de la wincha y anotaba las mediciones realizadas. La segunda media la distancia entre el primer y segundo jalón y la tercera llevaba el segundo jalón midiendo las inclinaciones o declives a lo largo de la ruta con la ayuda del clinómetro y los azimuts con el uso de la brújula (Anexo 2).

El perfil y trazo de la ruta definida fue el siguiente:

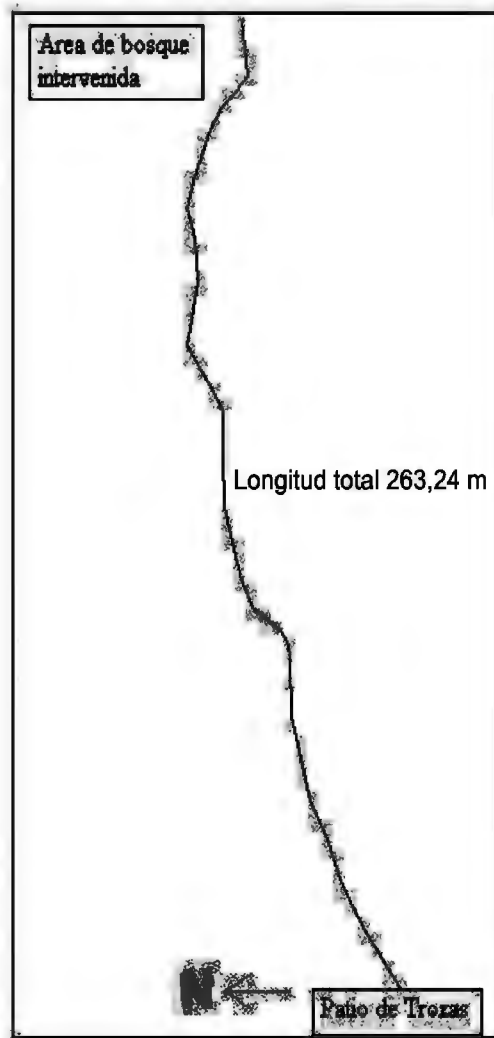


Figura 4 Vista de planta de la ruta usada para el desembosque

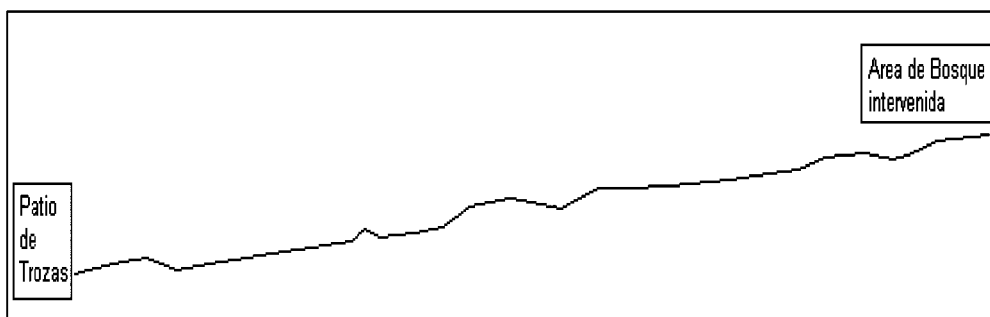


Figura 5 Perfil longitudinal de la ruta usada para el desembosque

La longitud total de la ruta de desembosque fue de 263,24 m y la diferencia entre el punto mas alto (área de bosque intervenida) y el punto mas bajo (patio de trozas) es de 26,06m con pendientes que van desde 0% hasta 24% con un valor promedio de 10%.

3.2.5 PESO DE CARGA

Para poder tener un muestreo más representativo de la variedad de cargas que pueden ser transportadas en una jornada normal, fue necesario establecer distintos grupos de carga con los que se llevaría a cabo el estudio. Para ello, primero se encontró una densidad aproximada en condición húmeda de la madera con la que se iba a trabajar. Se obtuvieron al azar 5 rodajas (incluida la corteza) de distintos árboles de *Pinus oocarpa* para, mediante el método de “desplazamiento de agua” y uso de una balanza de platos, determinar una densidad aproximada de la madera (NTP 2004).

Una vez obtenidos los 5 datos de densidades de las muestras, se calculo una densidad promedio (Anexo 3) que sirvió como referencia para establecer los pesos de los tres grupos de carga en función a los volúmenes de trozas calculados para largos de 8 a 10 pies más 4 pulgadas adicionales (Anexo 4). Este cuadro de volúmenes y pesos es solo referencial para la parte práctica del estudio.

Los grupos de carga determinados fueron los siguientes:

Grupo N° 1: 224 Kg a 500 Kg.

Grupo N° 2: 125 Kg a 223 Kg.

Grupo N° 3: 50 Kg a 124 Kg.

3.2.6 TAMAÑO DE MUESTRA

Para cada uno de los tres grupos de carga, se estableció un número de diez repeticiones (Anexo 5). Con estos datos se pudo definir la tendencia de la curva (carga / tiempo) y el punto de inflexión de la misma. El número de repeticiones se estableció tomando en cuenta el mínimo estadístico requerido y las facilidades técnicas encontradas en campo para realizar la investigación.

3.2.7 ESTUDIO DE TIEMPOS

Para medir de manera precisa el Tiempo/Ciclo de la operación de desembosque, fue necesario dividir previamente la operación en sus fases elementales siguientes:

- a) Viaje descargado: comprende el tiempo que tardan los operarios en ir con el Sulky desde el patio de trozas hasta el punto de acopio o área del bosque intervenida.
- b) Carga: es el tiempo que emplean los operarios desde el momento en que acomodan la troza para pasar la cadena de enganche debajo de esta, hasta el momento en que la troza ya ha sido levantada por el sulky y esta lista para partir.
- c) Viaje cargado: comprende el tiempo necesario para transportar las trozas desde el punto de acopio hasta el patio de trozas.
- d) Descarga: es el tiempo que demora descargar las trozas y apilar hasta el momento en el cual los operarios se encuentran listos para comenzar el viaje de regreso.

La medición de los tiempos se realizó con un cronómetro siguiendo el “método repetitivo o de vuelta a cero”. Dentro del estudio de tiempos se tomaron en cuenta algunos eventos como: volcaduras del Sulky, reacomodo de la troza, pequeños desvíos de la ruta establecida, descansos de los operarios etc. De esta manera se cumple con un estudio de tiempos que se ajusta más a la realidad de trabajo.

3.2.8 CALCULO DE VOLUMEN Y PESOS TRANSPORTADOS

Para el cálculo de volumen se tomaron en cuenta dos diámetros en el extremo mayor, dos diámetros en el extremo menor y el largo de la troza en pies mas 4 pulgadas adicionales. Se aplicó la formula de “Smalian” y se determinó un volumen para cada troza.

- Smalian: $V = \frac{A+a}{2} * L$

2

Donde: V = Volumen de la troza en metros cúbicos

A = Área basal en el diámetro mayor, en metros.

a = Área basal en el diámetro menor, en metros.

L = Longitud de la troza en metros.

A diferencia del cálculo de peso referencial que se realizó para establecer los grupos de carga para llevar a cabo el estudio, se calculó el peso transportado de manera mas precisa en cada viaje en función al volumen, determinándose la densidad de la madera y de la corteza independientemente. Para ello se seleccionaron 5 trozas al azar (NTP 2004), de las cuales se obtuvo una muestra de madera y otra de corteza respectivamente, para determinar en laboratorio, con la ayuda de una balanza eléctrica de 0.1 g de precisión, la densidad de la madera y de la corteza (Anexo 6).

También fue necesario determinar el contenido de corteza representativo para todas las trozas. Para ello se midieron dos diámetros en cada extremo (mayor y menor), con y sin corteza. Se halló el volumen en cada caso; la diferencia de volúmenes (con corteza – sin corteza) y por último se determinó un porcentaje de corteza para todas las trozas (Anexo 7) en función al volumen inicial (con corteza).

Con los datos de volumen, densidades y contenido de corteza, se determinó el peso transportado en cada viaje (Anexo 8).

3.2.9 ANALISIS ESTADISTICO

Se llevo a cabo un análisis de regresión entre el “Tiempo por ciclo” y el “Volumen de carga” mediante la aplicación de un “Ábaco de predicción de rendimiento”. Para el cálculo del rendimiento se trabajo con las 31 muestras obtenidas en campo con sus respectivos tiempos y volúmenes desemboscados. Se tomaron en cuenta tanto los tiempos productivos como improductivos y se consideró un jornal de 8 horas con 45 minutos de refrigerio.

Se halló el rendimiento obtenido durante todo el tiempo de trabajo y se realizó una proyección de rendimiento para un jornal completo.

Los parámetros de volumen de carga por viaje junto con los tiempos de cargado, viaje cargado, descarga, viaje descargado y total fueron evaluados en todas las repeticiones. Finalmente con los datos de volumen de carga y tiempo total por ciclo se realizó una ecuación de regresión y se determinó la relación de interdependencia entre estos dos parámetros.

3.2.10 CALCULO DE COSTOS DE FABRICACION Y DESEMBOSQUE CON SULKY

Para determinar el costo de fabricación, el Sulky usado para el estudio fue llevado a un taller de mecánica en Oxapampa para ser evaluado por los técnicos y puedan dar un presupuesto de un Sulky similar, tanto en diseño como en el tipo de material y accesorios necesarios. De igual forma, con los planos y especificaciones del Sulky original, se evaluó un presupuesto de fabricación en un taller de mecánica en Lima.

Para determinar los costos de desembosque con Sulky, se estableció previamente que se iba a trabajar con 3 personas en la brigada, el encargado de dirigir el Sulky y dos ayudantes. Pese a que en la zona los gastos de alimentación y derechos laborales no se estipulan como responsabilidad del empleador en el estudio se hizo un análisis de costos en referencia a una empresa formal. Para ello, se estableció un jornal de S/. 20,00 para cada uno y un almuerzo de S/. 5,00. También se tomo en cuenta el costo de fabricación del Sulky y su respectiva depreciación, los derechos laborales de los trabajadores y un total de 210 días programados con 154 días productivos (restando domingos, feriados, fiestas patronales, días de lluvias intensas, etc). Finalmente se estableció un costo en el trabajo con Sulky por metro cúbico desemboscado.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 INFORMACION TECNICA DEL SULKY

Con toda la estructura del Sulky desarmada y realizando las mediciones y observaciones respectivas, se elaboró el siguiente cuadro de las partes y piezas que conforman la estructura del Sulky (Figura 6 y Anexos 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16):

Cuadro 2 Partes y piezas que conforman la estructura del Sulky

Parte o Pieza	Cantidad (unid)	Espesor (mm)	Diámetro interno (mm)	Diámetro externo (mm)	Ancho (mm)	Largo (m)	Carga máxima y presión (Kg y P.S.I)
Llantas	4						170 Kg y 36 P.S.I
Arandelas	8	2	20	45			
Arandelas	4	2	20	32			
Arandelas	2	2.5	30	56			
Bocinas	4	6.5	20	33			
Bocinas	4	20	20	33			
Bocinas	2	9.5	30	45			
Pernos hexagonales	4			11.5		0.034	
Ejes de rueda	4		11	20		0.132	
Soportes de ejes	2	25	51	0.5			
Tubo de fierro	1	2.5		20		0.41	
Tubo de fierro	1	2.5		21		1.20	
Tubo de fierro	1	2.5		26		2.20	
Tubo de fierro	1	2.5		33		1.50	
Tubo de fierro	1	2.5		75		0.15	
Plancha de fierro	1	9			40	0.70	

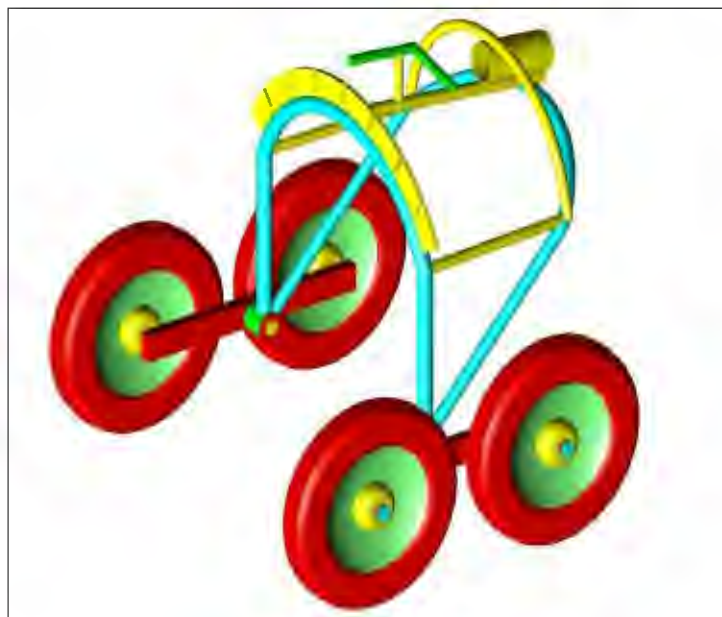


Figura 6 Esquema del Sulky usado en el estudio

La adquisición de todas las partes y piezas necesarias para fabricar un Sulky pueden ser encontradas con facilidad en cualquier ferretería o taller de mecánica, sin necesitar establecimientos especializados. La forma de armado es como se muestra y se puede realizar en cualquier taller de mecánica o centros relacionados con el rubro.

4.2 CARACTERISTICAS DE LAS TROZAS EVALUADAS

Cuadro 3 Dimensiones, volumen y peso de las trozas

Troza Nº	Dimensiones de la troza					Volumen con corteza (m ³)	Volumen sin corteza (m ³)	Peso de madera (Kg)	Peso de corteza (Kg)	Peso total (Kg)
	Largo (+4")	Diametro (cm)								
		Mayor		Menor						
1	2	1	2	1	2					
1	8	38	37	36	36	0.269	0.193	165.85	38.83	204.68
2	10	29	32	27	28	0.208	0.149	128.37	30.06	158.42
3	8	38	33	32	34	0.234	0.167	144.19	33.76	177.94
4	8	32	31	28	27	0.174	0.125	107.31	25.13	132.44
5	8	29	27	26	27	0.148	0.106	91.22	21.36	112.58
6	12	25	24	20	21	0.151	0.108	92.72	21.71	114.42
7	8	46	44	38	40	0.353	0.253	217.64	50.96	268.59
8	8	40	39	37	37	0.292	0.209	179.78	42.09	221.88
9	10	36	34	29	33	0.270	0.193	166.39	38.96	205.34
10	8	49	47	47	46	0.445	0.318	274.12	64.18	338.30
11	8	42	45	43	40	0.360	0.258	221.84	51.94	273.78
12	10	30	35	29	33	0.249	0.178	153.54	35.95	189.49
13	8	38	35	37	32	0.251	0.180	154.82	36.25	191.07
14	8	37	40	35	38	0.281	0.201	172.74	40.45	213.18
15	10	31	29	27	25	0.195	0.139	119.96	28.09	148.04
16	8	32	31	30	28	0.183	0.131	112.52	26.34	138.86
17	8	37	37	34	32	0.245	0.175	150.86	35.32	186.18
18	8	56	54	49	46	0.526	0.376	324.14	75.89	400.03
19	8	47	48	45	44	0.422	0.302	260.01	60.88	320.89
20	8	45	46	38	38	0.350	0.251	215.69	50.50	266.19
21	10	44.5	46	38	39	0.436	0.312	268.67	62.91	331.57
22	10	42	38	38	38	0.376	0.269	231.69	54.25	285.94
23	10	20	20	18	17	0.087	0.062	53.76	12.59	66.34
24	8	21	20	21	20	0.084	0.060	51.59	12.08	63.66
25	10	19	17	18	18	0.080	0.057	49.32	11.55	60.87
26	8	25	24	24	23	0.115	0.082	70.73	16.56	87.30
27	10	25	23	19	20	0.118	0.085	72.78	17.04	89.83
28	8	21	19.5	20	18	0.077	0.055	47.32	11.08	58.40
29	8	27	23	27	20	0.117	0.084	72.25	16.92	89.17
30	10	20	17	17	17.5	0.079	0.057	48.70	11.40	60.10
31	8	26	26	24.5	23	0.124	0.088	76.11	17.82	93.93

Las longitudes las trozas que se utilizaron en el estudio (Cuadro 3) fueron las que comercialmente se utilizan en la zona.

Los diámetros de las trozas permitieron trabajar sin dificultades, porque no excedían el espacio máximo que permite el arco principal del Sulky.

La limitación principal que se tiene en el desembosque con el Sulky es que los diámetros de las trozas no deben exceder las dimensiones del arco principal, en caso de tener trozas de mayor dimensión deberá evaluarse otro sistema de desembosque.

4.3 CARGA MAXIMA QUE SOPORTA LA ESTRUCTURA Y CARGA OPTIMA DE TRABAJO

En el Cuadro 4 se presenta el peso de las trozas evaluadas y sus respectivos tiempos de desembosque en el que se puede apreciar que el rango de pesos varía de 58,4 a 400,03 Kg y el rango de tiempos varía desde 5,92 a 8,93 minutos.

El resultado de carga máxima obtenido fue de 900 Kg, utilizando un coeficiente de seguridad de 3. En el presente estudio no se llegó a trabajar con esta carga máxima por las dimensiones y la densidad de la madera.

Las dimensiones de las trozas de *Pinnus oocarpa* para trabajar con la carga máxima excederían el espacio permitido por el arco principal del Sulky.

Es conveniente trabajar dentro del grupo de carga mayor ya que la diferencia de tiempos entre llevar una carga pesada y una liviana no es tan significativo como la diferencia de rendimientos producido con cargas mayores. Este rango óptimo de carga varía entre 250 Kg a 400 Kg.

Cuadro 4 Total de observaciones, incluyendo el peso de la troza y sus tiempos respectivos por ciclo de desembosque

Viaje N°	Peso de la troza (Kg)	Tiempo total del ciclo (min)
1	204.68	8.25
2	158.42	7.53
3	177.94	7.1
4	132.44	7.1
5	112.58	6.82
6	114.42	7
7	268.59	7.8
8	221.88	6.83
9	205.34	6.52
10	338.3	8.93
11	273.78	8.55
12	189.49	8.22
13	191.07	7.78
14	213.18	7.93
15	148.04	8.67
16	138.86	6.62
17	186.18	7.43
18	400.03	8.2
19	320.89	8.92
20	266.19	7.62
21	331.57	8.68
22	285.94	7.17
23	66.34	6.67
24	63.66	5.92
25	60.87	6.02
26	87.3	6.1
27	89.83	6.25
28	58.4	5.97
29	89.17	6.07
30	60.1	6.38
31	93.93	7.05
Prom	179.013	7.294

4.4 TÉCNICA DE OPERACION

La técnica de operación comprende los siguientes pasos:

- a) Trazar la ruta de desembosque que debe estar libre de obstáculos y vegetación de manera que se facilite el desplazamiento y se optimicen tiempos.
- b) Para un uso mas eficiente y seguro del Sulky se necesita una brigada de dos personas como mínimo (el que dirige y su ayudante) para trozas pequeñas menores a los 120 Kg y para el caso de trozas mas grandes (sobre todo en pendientes fuertes) la brigada debe contar con tres personas (el que dirige y sus dos ayudantes).
- c) Para realizar el carguío de la troza, primero se coloca la cadena estirada en el suelo de manera transversal a la troza para luego rodar la troza encima de esta de manera que pueda ser enganchada. La posición de la cadena varía en función al diámetro y largo de la troza, de manera que se produzca un desplazamiento cómodo y seguro. Se posiciona la cadena buscando el centro de gravedad de la carga, para trozas muy grandes la cadena es posicionada en el primer tercio de la troza, de esta forma el viaje se realiza con la troza semisuspendida.
- d) Cuando la cadena esta bien posicionada se procede a asegurarla con el uso de sus eslabones en las ranuras que presenta el “arco principal” del Sulky.
- e) La troza se suspende utilizando como palanca el timón del Sulky, el cual se baja hasta la altura de la cintura del operario. El esfuerzo necesario para bajar el timón aumenta a medida que aumenta la altura sobre el suelo a la cual irá la carga y en función también al peso de la misma.
- f) Cuando la carga esta suspendida se inicia al avance o desembosque propiamente dicho, en el cual, el operario principal (ubicado en la palanca-timón) dirige al Sulky por la vía de desembosque y los otros dos operarios lo acompañan empujando la carga (terreno cuesta arriba) o frenándola (terreno cuesta abajo) según sea el caso.
- g) Finalmente, una vez en el patio de trozas, la descarga se realiza con mucho cuidado, soltando lentamente el timón hasta que la troza este totalmente sobre el suelo.

4.5 ANALISIS DE TIEMPOS POR CICLO OPERATIVO

Según los datos mostrados (Cuadro 5) se observa que no existe una relación directamente proporcional definitiva entre el volumen de la troza y el “tiempo de cargado” ya que no necesariamente a mayor volumen mayor “tiempo de cargado” debido a que existen otros factores que son mas determinantes como forma de la troza, uniformidad de la superficie, mala selección del centro de gravedad entre otros. En el caso de la muestra N° 18, con mayor volumen registrado (0,526 m³), notamos que el “tiempo de cargado” respectivo (0,65 min) esta por debajo del “tiempo de cargado” promedio (0,74 min) y en otros casos, con trozas de menor volumen, notamos que el “tiempo de cargado” es mayor respecto a otras trozas de volumen mayor.

En el caso de “tiempos de viaje cargado” la relación es directamente proporcional con el volumen transportado, existiendo algunas excepciones que no cumplen con la relación por circunstancias como: accidentes en el camino, forma muy irregular de la troza que arrastra materia orgánica y tierra, etc. El perfil de la vía de desembosque usada para el estudio era bastante variado, como se ve en la Figura 5. En el caso de trozas de gran volumen y muy pesadas, en las zonas de gran pendiente la tarea se dificultaba bastante generando un “tiempo de viaje cargado” mayor.

Respecto al “tiempo de descarga”, no se encontró una relación directa con el volumen transportado, de igual manera ocurre entre el “tiempo de viaje descargado” el cual no guarda ninguna relación con este volumen. El “tiempo de viaje descargado” se ve afectado por el cansancio de los operarios a lo largo de la jornada, ya que al caminar en contra de la pendiente la tarea se dificulta.

Cuadro 5 Volúmenes, pesos transportados y tiempos de cada etapa del ciclo

Viaje N°	Volumen de la troza (m ³)	Peso de la troza (Kg)	Tiempo de cargado (min)	Tiempo de viaje cargado (min)	Tiempo de descarga (min)	Tiempo de viaje descargado (min)	Tiempo total del ciclo (min)	Observación
1	0.269	204.7	0.68	2.8	0.17	4.6	8.25	
2	0.208	158.4	1.07	2.35	0.25	3.87	7.53	
3	0.234	177.9	0.67	2.1	0.2	4.13	7.1	
4	0.174	132.4	0.8	2.15	0.22	3.93	7.1	Troza torcida
5	0.148	112.6	0.67	2.15	0.12	3.88	6.82	
6	0.151	114.4	0.85	2.13	0.13	3.88	7	Troza de 12'
7	0.353	268.6	1.3	2.48	0.22	3.8	7.8	
8	0.292	221.9	0.68	2.45	0.2	3.5	6.83	
9	0.270	205.3	0.58	2.12	0.17	3.65	6.52	
10	0.445	338.3	1.73	3.33	0.23	3.63	8.93	No entraba en el Sully
11	0.360	273.8	0.72	3.87	0.15	3.82	8.55	Troza torcida
12	0.249	189.5	0.53	3.48	0.25	3.95	8.22	Accidente
13	0.251	191.1	1.22	2.58	0.15	3.83	7.78	
14	0.281	213.2	0.7	2.83	0.23	4.17	7.93	
15	0.195	148	0.73	3.88	0.15	3.9	8.67	Accidente
16	0.183	138.9	0.68	1.82	0.18	3.93	6.62	
17	0.245	186.2	0.75	2.42	0.23	4.03	7.43	
18	0.526	400	0.65	4.05	0.18	3.32	8.2	Troza torcida
19	0.422	320.9	1.12	3.88	0.2	3.72	8.92	
20	0.350	266.2	0.73	3.27	0.15	3.47	7.62	
21	0.436	331.6	0.62	3.87	0.17	4.03	8.68	
22	0.376	285.9	0.52	2.85	0.12	3.68	7.17	
23	0.087	66.34	0.57	1.58	0.18	4.33	6.67	
24	0.084	63.66	0.38	1.63	0.13	3.77	5.92	
25	0.080	60.87	0.52	1.68	0.23	3.58	6.02	
26	0.115	87.3	0.42	1.55	0.35	3.78	6.1	
27	0.118	89.83	0.48	1.67	0.17	3.93	6.25	
28	0.077	58.4	0.37	1.52	0.13	3.95	5.97	
29	0.117	89.17	0.42	1.72	0.15	3.78	6.07	
30	0.079	60.1	0.68	1.5	0.17	4.03	6.38	
31	0.124	93.93	1.12	1.82	0.25	3.87	7.05	
Prom	0.236	179	0.74	2.501	0.188	3.863	7.293	

Fuente: Elaboración propia basada en datos de campo 2007.

En el Cuadro 6 se puede observar la relación entre el volumen de carga y el “tiempo total del ciclo”. Si bien la troza de mayor volumen y peso no registra el mayor “tiempo total del ciclo”, existe una tendencia a una relación directamente proporcional no estricta, en la que a mayor

carga, mayor “tiempo total de ciclo”. Además, podemos observar el tiempo estimado por m³ en función a las cargas transportadas y notamos que a menor carga desemboscada el tiempo estimado por m³ es mayor ya que cargas menores implican mas viajes para alcanzar un volumen de 1 m³.

Cuadro 6 Estimación de tiempo por m³ en función a la carga desemboscada

Volumen de la troza (m ³)	Tiempo total del ciclo (min)	Tiempo por m ³
0.077	5.97	77.67
0.079	6.38	80.66
0.080	6.02	75.15
0.084	5.92	70.66
0.087	6.67	76.40
0.115	6.1	53.10
0.117	6.07	51.72
0.118	6.25	52.87
0.124	7.05	57.03
0.148	6.82	46.03
0.151	7	46.49
0.174	7.1	40.74
0.183	6.62	36.23
0.195	8.67	44.50
0.208	7.53	36.12
0.234	7.1	30.32
0.245	7.43	30.32
0.249	8.22	32.96
0.251	7.78	30.94
0.269	8.25	30.63
0.270	6.52	24.13
0.281	7.93	28.27
0.292	6.83	23.39
0.350	7.62	21.75
0.353	7.8	22.07
0.360	8.55	23.73
0.376	7.17	19.05
0.422	8.92	21.12
0.436	8.68	19.89
0.445	8.93	20.06
0.526	8.2	15.58

En la Figura 7 se presenta la distribución porcentual del “tiempo total de ciclo”. Se observa que el “tiempo de viaje descargado” representa el 52,98% de todo el ciclo, esto se debe a que los

operarios deben jalar el Sulky vacío en contra de la pendiente. En cambio el “tiempo de descarga” es el que menos porcentaje del “tiempo total del ciclo” demanda, con un valor de 2,58% ya que esta operación solo consiste en descargar con cuidado la troza hasta que se apoye sobre el suelo y retirar el Sulky de esta.

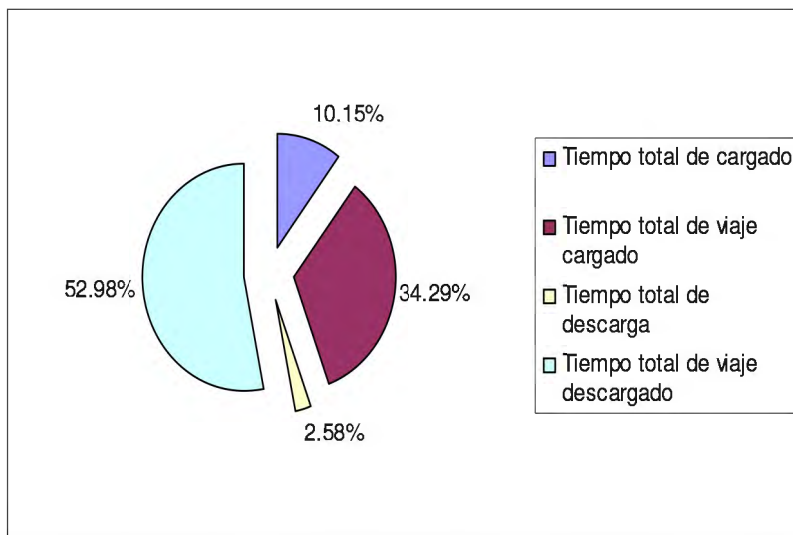


Figura 7 Distribución porcentual del “Tiempo total de ciclo”

Finalmente, si proyectamos los datos recogidos, notamos que la distribución porcentual de una jornada de trabajo es la siguiente (Figura 8): el “tiempo de cargado” representa el 7,5% del “tiempo total trabajado”, el “tiempo de viaje cargado” el 25,34% del total, el “tiempo de descarga” el 1,91%, el “tiempo de viaje descargado” es 39,14%, generando un acumulado de “tiempo total de ciclo” que representa un 73,88% del “tiempo total trabajado”. El “tiempo de descanso” representa el 3,90% y finalmente el “tiempo muerto total” el 22,22% que se origina básicamente por: descoordinación durante las distintas etapas del ciclo que podría ser minimizado si previamente se capacita a los operarios.

Es importante resaltar que durante el “tiempo de viaje cargado” se presentaron algunos eventos indeseables como volcaduras, choques contra obstáculos, producto del aumento de la velocidad así como sobreesfuerzos en pendientes mayores al 20%.



Figura 8 Distribución porcentual por jornada de trabajo

4.6 PRODUCTIVIDAD EN DESEMBOSQUE CON SULKY

El Ábaco de predicción se trabajó básicamente con tabulaciones en las cuales se relacionaban las variables presentes en cada cuadrante. En el primer cuadrante en el eje “x” se encuentran las cargas desemboscadas en m³, en el segundo cuadrante en el eje “y” el tiempo en minutos por ciclo completo según la carga. En este primer cuadrante, mediante tabulaciones, se traza la línea de tendencia de la relación de estas dos variables. Luego en el segundo cuadrante en el eje “- x” se encuentra el tiempo estimado por m³ según la carga transportada el cual se incrementa a medida que la carga sea menor. Y finalmente, en el tercer cuadrante en el eje “- y”, encontramos el rendimiento estimado para una jornada completa de 8 horas. Este Ábaco de predicción ayuda, como su propio nombre lo dice, a predecir rendimientos diarios con el uso de la grafica en función de distintas cargas desemboscadas teniendo como una constante la distancia.

Mediante el uso de Ábacos de predicción (Figura 9) se estableció un rendimiento en la operación de desembosque con Sulky para un jornal de 8 horas, incluyendo 45 minutos de almuerzo y los tiempos productivos e improductivos. Teniendo en cuenta un volumen promedio desemboscado por viaje de 0,236 m³ con un tiempo promedio de 7,293 minutos, un metro cúbico desemboscado demandaría 30,90 minutos. Un jornal completo de trabajo (480 minutos) se distribuye de la siguiente manera: 45 minutos de almuerzo, 16,97 minutos de

descansos, 96,66 minutos de tiempos muertos y 321,39 minutos de tiempo efectivo, por lo tanto, haciendo una proyección con los 321,39 minutos de tiempo efectivo obtendremos 10,40 m³ desemboscados al día.

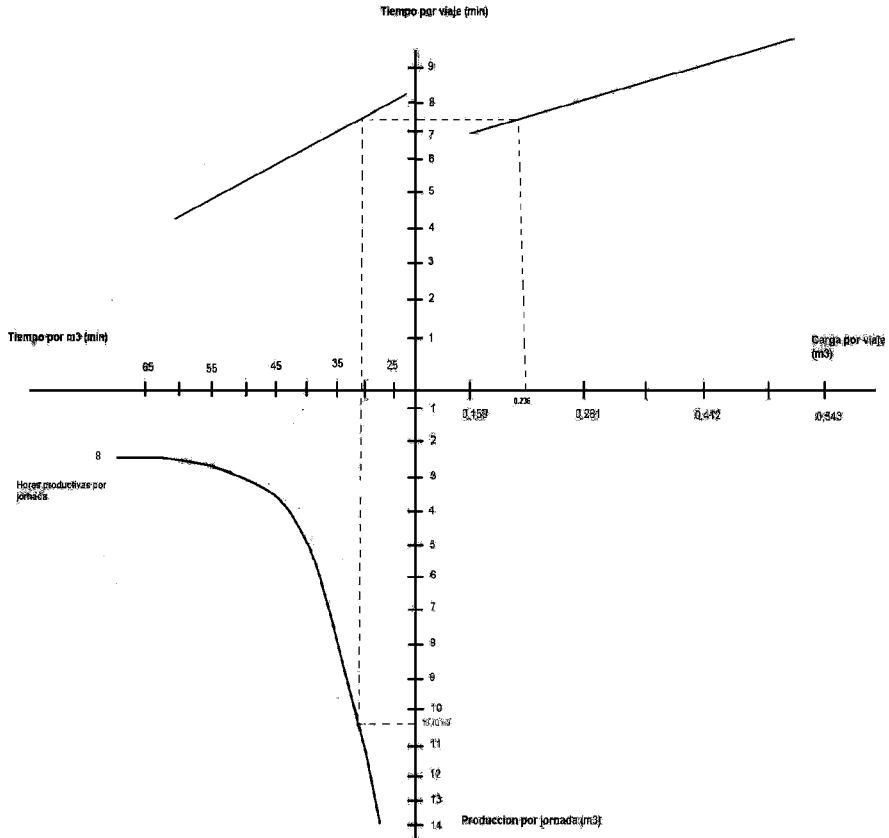


Figura 9 Ábaco de predicción de rendimientos

En el Cuadro 7 se puede apreciar diferentes rendimientos de desembosque que permiten comparar los resultados con el obtenido en la presente investigación. Como se puede apreciar, el desembosque con Sulky es más eficiente que el realizado con bueyes.

La carga promedio por viaje de cada mula fue de 0,12 m³ (a) (Loechle 2001) y la obtenida con el Sulky fue de 0,236 m³ (r). El rendimiento utilizando el Sulky con mulas podría incrementarse sensiblemente, en vista que el esfuerzo de tracción sería menor.

Cuadro 7 Cuadro comparativo de productividad de desembosque

Método de Desembosque	Distancia (m)	Productividad diaria	Cita bibliográfica
Sulky	263,24	10,40 m ³ (r)	(El autor 2008)
Yunta de bueyes	114,12	7,62 m ³ (r)	(Martel 1992)
Brigada de 6 a 7 mulas	6000	0,82 m ³ (a)	(Loechle 2001)

4.7 COSTOS DE DESEMBOSQUE

Los costos en la operación con Sulky comprenden costos fijos y costos de mano de obra.

- **El costo fijo** esta determinado por: costo de fabricación, vida útil del Sulky (estimada para una zafra) y el valor residual (20% del costo de fabricación).

El costo de fabricación de un Sulky (como el propuesto y respetando los mismos materiales) según presupuesto presentado por un taller de mecánica en Oxapampa asciende a S/. 1000,00. Del mismo modo haciendo la consulta en un taller de mecánica en Lima el costo de fabricación es de S/. 850,00.

Este costo de fabricación es accesible para las personas que se desempeñan dentro de la labor forestal. El beneficio brindado por el Sulky justifica totalmente su costo de fabricación. Si bien su vida útil está estimada para una sola zafra, es muy posible que al final de esta el Sulky todavía pueda ser usado si es que ha recibido el cuidado y mantenimiento necesario.

- **El costo de mano de obra** esta determinado por: los salarios frecuentes en la zona, beneficios sociales (30% de los salarios), alimentación, días programados por año (210 días) y días productivos por año (154 días).

Costo de mano de obra por jornal:

Direccionador de Sulky:	S/. 20,00
Ayudante N° 1:	S/. 20,00
Ayudante N° 2:	<u>S/. 20,00</u>
	S/. 60,00

Costo de fabricación del Sulky:	S/. 1000,00
Vida Útil:	Una zafra de 210 días programados
Depreciación del Sulky:	1000,00 - 200,00 / 154
	S/. 5,194 por día

Costo de desembosque:

Mano de obra		Beneficios sociales		Alimentación		Depreciación
3 x S/. 20,00 x 210	+	0.30 x 81,818	+	3 x S/.5,00 x 210	+	S/. 5,194
154				154		
81.818	+	24,545	+	20,454	+	5,194

Total por día = S/. 132,01
Costo de desembosque unitario por m³ (r) = S/. 132,01/10.40m³(r)
S/. 12,69/m³ (r)

Analizando los costos involucrados en el costo total de desembosque vemos que el 61,98% corresponde a los costos de remuneración por mano de obra, el 18,59% a beneficios sociales, 15,49% destinados a alimentación del personal y solo 3,93% corresponden a la depreciación del Sulky. En esta estructura de costos el equipo de desembosque no tiene gran incidencia en los costos totales de desembosque. De esta manera se demuestra que el uso del Sulky requiere uso intensivo de mano de obra y que es accesible a los pequeños silvicultores que precisan realizar operaciones de aprovechamiento forestal en la gestión de sus bosques.

En resumen, el costo unitario por m³ (r) es de S/. 12,69.

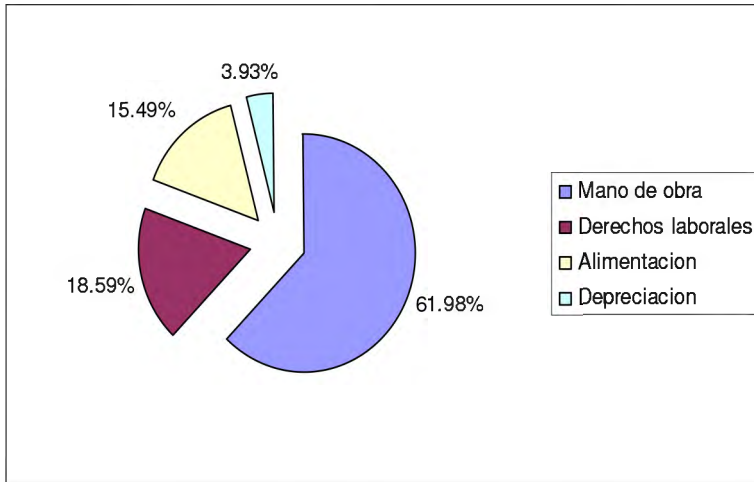


Figura 10 Distribución de los costos de desembosque

4.8 ANALISIS ESTADISTICO

Se realizo un análisis de regresión para evaluar la dependencia de las variables Carga V/S Tiempo por ciclo (Figura 11).

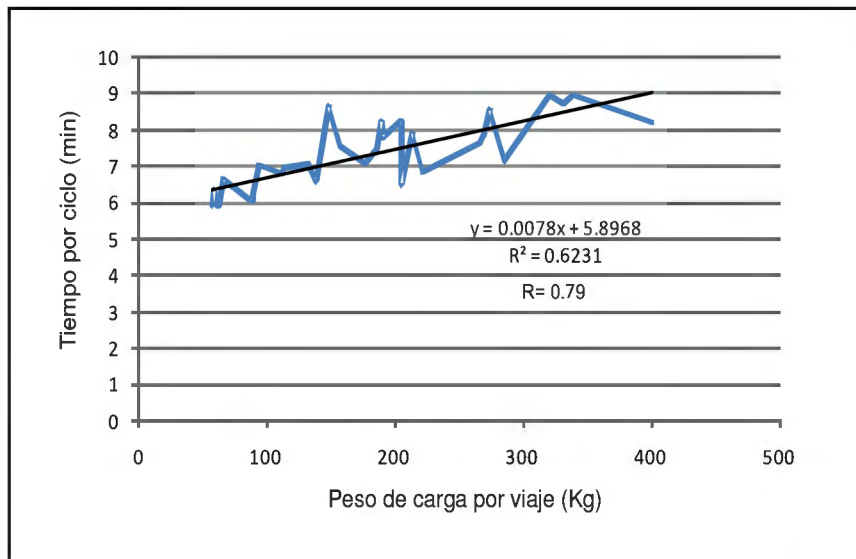


Figura 11 Curva “Peso de carga por viaje V/S Tiempo por ciclo

La Figura 11 muestra el diagrama de dispersión, la línea de regresión trazada y la ecuación de regresión: $Y = 0.0078X + 5.8968$. En el eje X se presentan las variables independientes, que en este caso son las cargas que se transportaron por cada viaje y en el eje Y los tiempos que se emplearon por cada carga. Se puede apreciar que la línea de regresión presenta una tendencia ascendente con pendiente positiva, siendo su "R" (coeficiente de correlación) de 0.79 que nos indica que hay una relación positiva intensa entre el peso de la carga por viaje y el tiempo por ciclo.

Prueba de hipótesis sobre la regresión entre la carga por viaje y el tiempo por ciclo

H₀: No existe regresión lineal entre la carga por viaje y el tiempo por ciclo

H_a: Existe regresión lineal entre la carga por viaje y el tiempo por ciclo

Nivel de significación: 0.01

Análisis de variancia

FV	gl	sc	cm	Fc	p
Regresión	1	16.5829	16.5829	47.94	0.000
Error	29	10.0312	0.3459		
Total	30	26.6141			

Siendo el valor de p menor que el nivel de significación, se rechaza la hipótesis planteada, por lo que existe regresión lineal entre el peso de la carga y el tiempo por ciclo, por lo que el 62.31% de la variación del tiempo por ciclo es debido al peso de la carga.

Cuadro 8 Cuadro de análisis estadístico

Viaje N°	Peso de la troza (Kg)	Tiempo total del ciclo (min)	Y Estimado	(Y - ^Y) ²
	X real	Y real	^Y	
1	204.68	8.25	22.950	216.087
2	158.42	7.53	19.106	133.997
3	177.94	7.1	20.728	185.717
4	132.44	7.1	16.947	96.959
5	112.58	6.82	15.296	71.849
6	114.42	7	15.449	71.391
7	268.59	7.8	28.261	418.646
8	221.88	6.83	24.379	307.975
9	205.34	6.52	23.005	271.747
10	338.3	8.93	34.054	631.202
11	273.78	8.55	28.692	405.705
12	189.49	8.22	21.688	181.377
13	191.07	7.78	21.819	197.091
14	213.18	7.93	23.656	247.315
15	148.04	8.67	18.243	91.645
16	138.86	6.62	17.480	117.945
17	186.18	7.43	21.413	195.512
18	400.03	8.2	39.183	959.977
19	320.89	8.92	32.607	561.072
20	266.19	7.62	28.061	417.850
21	331.57	8.68	33.494	615.758
22	285.94	7.17	29.703	507.719
23	66.34	6.67	11.454	22.885
24	63.66	5.92	11.231	28.208
25	60.87	6.02	10.999	24.793
26	87.3	6.1	13.196	50.348
27	89.83	6.25	13.406	51.207
28	58.4	5.97	10.794	23.271
29	89.17	6.07	13.351	53.013
30	60.1	6.38	10.935	20.751
31	93.93	7.05	13.747	44.844
Desviación estandar				15.78

Fuente: Elaboración propia basada en datos de campo 2007.

5. CONCLUSIONES

- a) El Sulky es un equipo de bajo costo (S/. 1000) que no requiere un taller especializado para su construcción y que utiliza materiales disponibles en cualquier mercado local. Además, no requiere de mano de obra muy capacitada para su operación.
- b) Este equipo solo se puede emplear de manera adecuada en el desembosque con pendientes hasta el 20%.
- c) La carga máxima de desembosque operando en pendientes inferiores a 20% es de 400 Kg. Esta carga supera a otros métodos de tecnología básica usados para el desembosque de trozas en la Selva Central.
- d) La productividad diaria promedio de desembosque con Sulky, trabajando una distancia de 265,26 m, llevando una carga promedio de 0,236 m³ y considerando un tiempo efectivo de 5,35 horas es de 10,40 m³.
- e) El costo de desembosque con Sulky esta determinado por mas del 95% en costos de mano de obra, comprobando que es un equipo de uso de mano de obra intensivo.
- f) El esfuerzo físico realizado por los operarios usando el Sulky disminuye considerablemente permitiendo realizar desembosque en largas distancias como la del estudio.

6. RECOMENDACIONES

- a) Difundir tecnologías de uso intensivo de mano de obra como esta, orientadas a contribuir con el desarrollo equilibrado de la comunidad, sobre todo en zonas donde el nivel productivo y las condiciones socioeconómicas no justifican la mecanización de las labores de desembosque o donde las metodologías aplicadas no cumplen con los objetivos básicos de las actividades de extracción forestal (costo mínimo, mínimo impacto al bosque y seguridad del trabajador).
- b) Entrenar al personal destinado a las tareas de desembosque en el uso del Sulky de manera que se puedan obtener mayores rendimientos e incrementar la seguridad de los trabajadores.
- c) No trabajar en pendientes mayores a 20% ya que el desembosque en pendientes pronunciadas y con cargas pesadas se genera altas velocidades haciendo difícil la maniobrabilidad del Sulky, pudiendo generar accidentes. En este caso es fundamental la asistencia de los ayudantes que van frenando el avance y disminuyendo la velocidad del Sulky cargado.
- d) Realizar estudios como el presente, que permitan adoptar o desarrollar modalidades que permitan utilizar el Sulky en condiciones de terreno con pendientes mayores al 20%.

BIBLIOGRAFÍA

- ANAYA, H; QUEVEDO, T. 1975. Metodología para Determinar Costos y Rendimientos en Operaciones de Apeo y Transporte Forestal. Seminario sobre el transporte de trozas en países de América Latina. Roma, IT: FAO/SIDA/MEXICO. p. 127-152.
- APUD, E. 1976. El rol de la Ergonomía en el Trabajo Forestal. Concepción, CH. 45p.
- BRACK, W; SUAREZ, M; MARTEL, A; AMIQUERO, B; BRACK, A. s.f. Sistemas Agrosilvopastoriles e Importancia de la Agroforestería en el Desarrollo de la Selva Central. San Ramón, PE: INIAA/GTZ. 252p.
- BENDZ, M; JARVHOLM, A. 1970. Logging and Transport in Tropical High Forests. Stockholm, SC: Royal College of Forestry, Department of Operational Efficiency.
- CAMPOS, RENE. 1972. Las Explotaciones Forestales en Pucallpa, Tingo María y Oxapampa; sus Características y Rendimientos. Lima, PE: Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Ciencias Forestales. 24p
- _____. 1983. Estructura de los Costos de Extracción y Transporte de madera rolliza en la Selva Baja. Proyecto PNUD/FAO/PER. Lima, PE: PNUD/FAO/PER. 71p.
- _____. 1987. Análisis de Productividad y Costos en Extracciones Forestales Mecanizadas de la zona de Pucallpa. Tesis (Mg. Sc.). Lima, PE: Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Ciencias Forestales. 239p.
- _____. 2004. Apuntes del curso de Aprovechamiento Forestal del ciclo de Campo I. Lima, PE: Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Ciencias Forestales. 23p.
- CASAS, H. 1989. Productividad y Estructura de Costos de Extracción y Transporte de Madera Rolliza en la zona de Chanchamayo. Tesis (Ing. Forestal). Lima, PE: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- CASSINELLI DEL SANTE, GINO. 1989. Diseño, construcción y eficiencia de un Winche a pedal para desembosque en plantaciones de la sierra. Tesis (Ing. Forestal). Lima, PE: Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Ciencias Forestales.

- CONDORI, C; PINTO, G. 2002. Separata de Economía General. Lima, PE: Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Economía y Planificación.
- CHRISTIANSEN, P; ANAYA, H. 1986. Aprovechamiento Forestal; análisis en Apeo y Transporte. Roma, IT. 247p.
- CHUQUICAJA, CARLOS. 1992. Extracción Forestal Mecanizada en la Zona de Pichanaki: Productividad y Costos. Tesis (Mg. Sc.). Lima, PE: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- DE LA MAZA, J; ELVIRA, L; GARCÍA, M. 1967. El empleo de la Tracción Animal en los Aprovechamientos Forestales. Madrid, ES: Ministerio de Agricultura e Instituto Forestal de Investigación y Experiencias. 197p.
- FAO. 1974. La Explotación maderera y el Transporte de trozas en el Monte Alto Tropical. Roma, IT: FAO.
- _____. 1983. Tecnología básica en operaciones forestales. Roma, IT. 122p. (Estudio de Montes, 36).
- _____. 1984. La Explotación Maderera de Bosques de Montaña. Roma, IT: FAO. 285p.
- _____. 1995. Uso de Bueyes en Operaciones de Aprovechamiento Forestal en Áreas Rurales de Costa Rica. Consultado 7 Abr. 2008. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/v4925S/V4925s04.htm>.
- GOE M, R. 1983. Investigaciones sobre Tracción Animal. Roma, IT:FAO. 45p.
- GONZÁLES SANCHOS, MARÍA. 2003. Estudio de impacto de la plantación de especies forestales exóticas en la Selva Alta del Perú, Oxapampa. Tesis (Ing. Forestal). Lima, PE: Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Ciencias Forestales.
- INDECOPI (Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual, PE). 2004. NTP 251.011 Madera: Método para determinar la densidad. Lima, PE. 9p
- INRENA. 1994. Mapa Ecológico del Perú (Reimpresión basado en el Mapa Ecológico del Perú de 1976). Lima, PE: INRENA. Color

- JENSSEN SALAZAR. 1978. La extracción y transformación forestal en el Perú. Revista Forestal del Perú Vol (9): 54-64.
- LOECHLE ANDALUZ, BRATZO. 2001. Análisis de costos de aserrío con motosierra y transporte con mulas, de la especie *Prumnopitys harmsiana* (Romerillo hembra) en los bosques de neblina de San Ignacio-Cajamarca. Tesis (Ing. Forestal). Lima, PE: Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Ciencias Forestales. 61p.
- RAMIREZ, M; GARAY, D; REYES, E. 2004. Estudio de las Propiedades Físicas y Mecánicas de la *Pinus oocarpa* proveniente de aclareos en la plantación "Emilio Menotti Sposito", de 35 años de edad con fines protectores. Merida-Venezuela. Consultado 10 Abr. 2008. Disponible en: <http://saber.ula.ve/db/ssaber/Edocs/pubelectronicas/forestallatinoamericana/vol19num1/articulo3.pdf>.
- MARTEL, MARCELIANO. 1992. Productividad y Costos en el Desembosque de Trozas con Bueyes en Villa Rica (Oxapampa). Tesis (Ing. Forestal). Lima, PE: Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Ciencias Forestales. 85p.
- MIYATA, E. 1980. Determining Fixed and Operating Cost of Logging Equipment. EE.UU: USDA Forest Service General Technical Report NC-55, North Central Forest Experiment Station. Forest Service, US. Department of Agriculture.
- OCTAVO, E. 1984. Extracción de trozas mediante Bueyes y Tractores agrícolas. Roma, IT. 91 p. (Estudio de Montes, 49).
- OLSEN, E; GIBBONS, D. 1983. Predicting Skideer Productivity: a Mobility Model. Oregon, EE.UU: Oregon State University, Research Bulletin 43 Forest Research.
- PALOMINO, J; BARRA, M; BOHORQUEZ, M; SOSA, G; HURTADO, W. 1991. Ensayos Silviculturales con especies de *Pinus*, *Eucaliptos* y *Cupressus* en la Selva Central del Perú. Doc. N° 71. San Ramón, PE: INIAA/GTZ. 40p.
- RODRÍGUEZ DEL AGUILA, LUIS. 1985. Información básica sobre la Extracción Forestal en Chanchamayo y Satipo. Huancayo, PE. 50p.
- SOTO, D. 1971. Estudio de madereo con caballos. Instituto Forestal. Santiago de Chile, CH. 54p.

TEJADA, J. 1987. Desembosque Manual de Eucalipto y Posibilidades de uso de Camión Grúa en la zona de Pallasca (Ancash). Tesis (Ing. Forestal). Lima, PE: Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Ciencias Forestales.

ANEXO 1

PROPIEDADES FISICOMECHANICAS DEL PINUS OCCARPA

Familia:	Pinaceae
Género:	Pinus
Especie:	occarpa
Nombre científico	Pinus occarpa
Edad de la población muestreada:	35 años

PROPIEDADS FISICAS

PARAMETRO	VALOR
1.-Densidad:	(g/cm ³)
1.1. Densidad verde	0,9039
1.2. Densidad seca al aire (12%)	0,4518
1.3. Densidad seca al horno	0,4211
2.- Peso específico básico:	0,3770
3.- Contenido de Humedad:	%
3.1. Contenido de humedad en la condición verde	142,30
3.2. Contenido de humedad en la condición seca al aire	12,08
4.- Contracciones:	%
4.1. Contracción desde la condición verde a seca al aire:	
4.1.1. Contracción radial	1.47
4.1.2. Contracción tangencial	2.75
4.1.3. Contracción longitudinal	1.43
4.1.4. Contracción volumétrica	4.37
4.2. Contracción desde la condición verde a seca al horno:	
4.2.1. Contracción radial	2.83
4.2.2. Contracción tangencial	5.13
4.2.3. Contracción longitudinal	2.15
4.2.4. Contracción volumétrica	8.18
5.- Relación T/R:	
5.1. Relación T/R de la condición verde a seca al aire	2.04
5.2. Relación T/R de la condición verde a seca al horno	2.27

PROPIEDADS MECANICAS

PARAMETRO (12 % de contenido de humedad)	VALOR
1.- Resistencia a la flexión:	(kg/cm ²)
1.1. Esfuerzo al límite proporcional (E.L.P.)	810.868
1.2. Modulo de ruptura (M.O.R.)	1172.315
1.3. Modulo de elasticidad (M.O.E.)	117 547.659
2.- Resistencia a la compresión paralela de la fibra:	

2.1. Esfuerzo al límite proporcional (E.L.P.)	172.497
2.2. Máxima resistencia (M.R.)	231.512
2.3. Modulo de elasticidad (M.O.E.)	153,314.628
3.- Resistencia a la compresión perpendicular a la fibra:	
3.1. Esfuerzo al límite proporcional (E.L.P.)	66.695
4.- Resistencia a la dureza	(Kg)
4.1. Dureza de lados (D.L.)	253.560
4.2. Dureza de extremos (D.E.)	346.297
5.- Resistencia al cizallamiento (Cz)	61.311
6.- Resistencia a la tenacidad (T)	0.4823 (kg-m)

Fuente: Ramirez, M; et al., 2004.

ANEXO 2

DATOS DE LA RUTA DE DESEMBOSQUE

Punto N°	Dist. Horizontal (m)	Azímüt (°)	Pendiente (%)	Observación
1-2	18.8	55	19	
2-3	9.5	62	16	
3-4	6.4	64	9	
4-5	8	72	-7	
5-6	12.3	63	9	
6-7	21	76	11	
7-8	14.72	88	9	
8-9	3.6	84	21	
9-10	4.22	57	-5	
10-11	9.45	36	9	Puente
11-12	7.74	67	12	
12-13	7.83	74	31	
13-14	10.82	76	10	
14-15	13.58	88	-1	
15-16	10.6	90	18	
16-17	7.54	59	4	
17-18	12	57	6	
18-19	15.98	101	7	
19-20	11.2	87	9	
20-21	7.8	74	8	
21-22	7.08	103	20	
22-23	11.1	111	7	
23-24	7.4	113	-1	
24-25	4.28	136	11	
25-26	7.94	134	22	
26-27	14.38	83	6	Final

Fuente: Elaboración propia basada en datos de campo 2007.

ANEXO 3

DENSIDAD REFERENCIAL DE LA MADERA OBTENIDA EN CAMPO

Nº MUESTRA	MADERA		
	MASA SAT Kg	VOLUMEN SAT m ³	DENSIDAD SAT g/cm ³
1	6.025	0.00767	0.786
2	1.490	0.00172	0.866
3	2.540	0.00310	0.819
4	4.820	0.00584	0.825
5	4.485	0.00510	0.879
PROMEDIO	3.872	0.00468	0.835

Fuente:Elaboración propia basada en datos de campo2007.

ANEXO 4

TABLA DE PESOS ESTIMADOS POR VOLUMEN

DIAMETRO	VOLUMEN LARGO 8'	PESO	VOLUMEN LARGO 10'	PESO
17	0.046	38.51	0.057	47.76
18	0.052	43.18	0.064	53.54
19	0.058	48.11	0.071	59.65
20	0.064	53.30	0.079	66.10
21	0.070	58.77	0.087	72.87
22	0.077	64.50	0.096	79.98
23	0.084	70.49	0.105	87.41
24	0.092	76.76	0.114	95.18
25	0.100	83.29	0.124	103.28
26	0.108	90.08	0.134	111.70
27	0.116	97.15	0.144	120.46
28	0.125	104.48	0.155	129.55
29	0.134	112.07	0.166	138.97
30	0.144	119.93	0.178	148.72
31	0.153	128.06	0.190	158.80
32	0.163	136.46	0.203	169.21
33	0.174	145.12	0.216	179.95
34	0.184	154.05	0.229	191.02
35	0.196	163.24	0.242	202.42
36	0.207	172.71	0.256	214.15
37	0.218	182.43	0.271	226.22
38	0.230	192.43	0.286	238.61
39	0.243	202.69	0.301	251.33
40	0.255	213.22	0.317	264.39
41	0.268	224.01	0.333	277.77
42	0.282	235.07	0.349	291.49
43	0.295	246.40	0.366	305.53
44	0.309	257.99	0.383	319.91
45	0.323	269.85	0.401	334.62
46	0.338	281.98	0.419	349.65
47	0.353	294.37	0.437	365.02
48	0.368	307.03	0.456	380.72
49	0.383	319.96	0.475	396.75
50	0.399	333.15	0.495	413.11
51	0.415	346.61	0.515	429.80
52	0.432	360.34	0.535	446.82
53	0.448	374.33	0.556	464.17
54	0.465	388.59	0.577	481.85
55	0.483	403.11	0.599	499.86
56	0.500	417.90	0.621	518.20
57	0.519	432.96	0.643	536.87

Fuente: Elaboración propia basada en datos de campo 2007.

ANEXO 5

TABLA DE DATOS COLECTADOS

Viaje Nº	Tiempo de cargado (min)	Tiempo de viaje cargado (min)	Tiempo de descarga (min)	Tiempo de viaje descargado (min)	Clase de troza	Dimensiones de la troza				
						Largo (+4")	Diametro (cm)			
							Mayor	Menor	1	2
1	0.68	2.80	0.17	4.60	1	8	38	37	36	36
2	1.07	2.35	0.25	3.87	2	10	29	32	27	28
3	0.67	2.10	0.20	4.13	2	8	38	33	32	34
4	0.80	2.15	0.22	3.93	2	8	32	31	28	27
5	0.67	2.15	0.12	3.88	3	8	29	27	26	27
6	0.85	2.13	0.13	3.88	2	12	25	24	20	21
7	1.30	2.48	0.22	3.80	1	8	46	44	38	40
8	0.68	2.45	0.20	3.50	1	8	40	39	37	37
9	0.58	2.12	0.17	3.65	2	10	36	34	29	33
10	1.73	3.33	0.23	3.63	1	8	49	47	47	46
11	0.72	3.87	0.15	3.82	1	8	42	45	43	40
12	0.53	3.48	0.25	3.95	2	10	30	35	29	33
13	1.22	2.58	0.15	3.83	2	8	38	35	37	32
14	0.70	2.83	0.23	4.17	2	8	37	40	35	38
15	0.73	3.88	0.15	3.90	2	10	31	29	27	25
16	0.68	1.82	0.18	3.93	2	8	32	31	30	28
17	0.75	2.42	0.23	4.03	2	8	37	37	34	32
18	0.65	4.05	0.18	3.32	1	8	56	54	49	46
19	1.12	3.88	0.20	3.72	1	8	47	48	45	44
20	0.73	3.27	0.15	3.47	1	8	45	46	38	38
21	0.62	3.87	0.17	4.03	1	10	44.5	46	38	39
22	0.52	2.85	0.12	3.68	1	10	42	38	38	38
23	0.57	1.58	0.18	4.33	3	10	20	20	18	17
24	0.38	1.63	0.13	3.77	3	8	21	20	21	20
25	0.52	1.68	0.23	3.58	3	10	19	17	18	18
26	0.42	1.55	0.35	3.78	3	8	25	24	24	23
27	0.48	1.67	0.17	3.93	3	10	25	23	19	20
28	0.37	1.52	0.13	3.95	3	8	21	19.5	20	18
29	0.42	1.72	0.15	3.78	3	8	27	23	27	20
30	0.68	1.50	0.17	4.03	3	10	20	17	17	17.5
31	1.12	1.82	0.25	3.87	3	8	26	26	24.5	23

Fuente:Elaboración propia basada en datos de campo 2007.

ANEXO 6

DATOS DE DENSIDAD DE LA MADERA EN CONDICION HUMEDA OBTENIDOS EN LABORATORIO

Nº MUESTRA	DENSIDAD DE MADERA		
	MASA SAT g	VOLUMEN SAT cm ³	DENSIDAD SAT g/cm ³
1	45.30	53.05	0.854
2	47.56	64.35	0.739
3	78.12	88.25	0.885
4	62.45	66.35	0.941
5	60.80	68.75	0.884
PROMEDIO	58.846	68.15	0.861

Fuente:Elaboración propia basada en datos de campo 2007.

DATOS DE DENSIDAD DE LA CORTEZA EN CONDICION HUMEDA OBTENIDOS EN LABORATORIO

Nº MUESTRA	DENSIDAD DE CORTEZA		
	MASA SAT g	VOLUMEN SAT cm ³	DENSIDAD SAT g/cm ³
1	16.60	33.39	0.497
2	48.76	97.05	0.502
3	12.83	25.05	0.512
4	30.80	50.85	0.606
5	27.91	67.45	0.414
PROMEDIO	27.38	54.758	0.506

Fuente:Elaboración propia basada en datos de campo 2007

ANEXO 7

DATOS PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE CORTEZA REPRESENTATIVO EN LAS TROZAS

N° DE MUESTRA	DIAMETRO C CORTEZA (cm)						DIAMETRO S CORTEZA (cm)						VOLUMEN CON CORTEZA m ³	VOLUMEN SIN CORTEZA m ³	DIFERENCIA VOLUMETRICA (Vol. de corteza) m ³	PORCENTAJE DE VARIACION (%)
	Mayor			Menor			Mayor			Menor						
	1	2	Prom	1	2	Prom	1	2	Prom	1	2	Prom				
1	41	39	40	35	43	39	32	38	35	27	37	32	0.311	0.224	0.087	27.94
2	33.5	34	33.75	29	30	29.5	28	28	28	25	25.5	25.25	0.200	0.142	0.059	29.25
3	43	44	43.5	41	40	40.5	32	33	32.5	31	34	32.5	0.352	0.211	0.142	40.20
4	49	45	47	50	44	47	43	38	40.5	40	38	39	0.441	0.315	0.125	28.45
5	37	41	39	38.5	36	37.25	36	33.5	34.75	31	34	32.5	0.290	0.226	0.064	22.17
6	21	21	21	19	18	18.5	17	18	17.5	17.5	17	17.25	0.078	0.060	0.018	22.91
														PROMEDIO	0.082	28.49

ANEXO 8

DATOS DE PESOS TOTALES DE LAS TROZAS TRANSPORTADAS

Troza N°	Volumen con corteza (m ³)	Volumen sin corteza (m ³)	Peso de madera (Kg)	Peso de corteza (Kg)	Peso total (Kg)
1	0.269	0.193	165.85	38.83	204.68
2	0.208	0.149	128.37	30.06	158.42
3	0.234	0.167	144.19	33.76	177.94
4	0.174	0.125	107.31	25.13	132.44
5	0.148	0.106	91.22	21.36	112.58
6	0.151	0.108	92.72	21.71	114.42
7	0.353	0.253	217.64	50.96	268.59
8	0.292	0.209	179.78	42.09	221.88
9	0.270	0.193	166.39	38.96	205.34
10	0.445	0.318	274.12	64.18	338.30
11	0.360	0.258	221.84	51.94	273.78
12	0.249	0.178	153.54	35.95	189.49
13	0.251	0.180	154.82	36.25	191.07
14	0.281	0.201	172.74	40.45	213.18
15	0.195	0.139	119.96	28.09	148.04
16	0.183	0.131	112.52	26.34	138.86
17	0.245	0.175	150.86	35.32	186.18
18	0.526	0.376	324.14	75.89	400.03
19	0.422	0.302	260.01	60.88	320.89
20	0.350	0.251	215.69	50.50	266.19
21	0.436	0.312	268.67	62.91	331.57
22	0.376	0.269	231.69	54.25	285.94
23	0.087	0.062	53.76	12.59	66.34
24	0.084	0.060	51.59	12.08	63.66
25	0.080	0.057	49.32	11.55	60.87
26	0.115	0.082	70.73	16.56	87.30
27	0.118	0.085	72.78	17.04	89.83
28	0.077	0.055	47.32	11.08	58.40
29	0.117	0.084	72.25	16.92	89.17
30	0.079	0.057	48.70	11.40	60.10
31	0.124	0.088	76.11	17.82	93.93

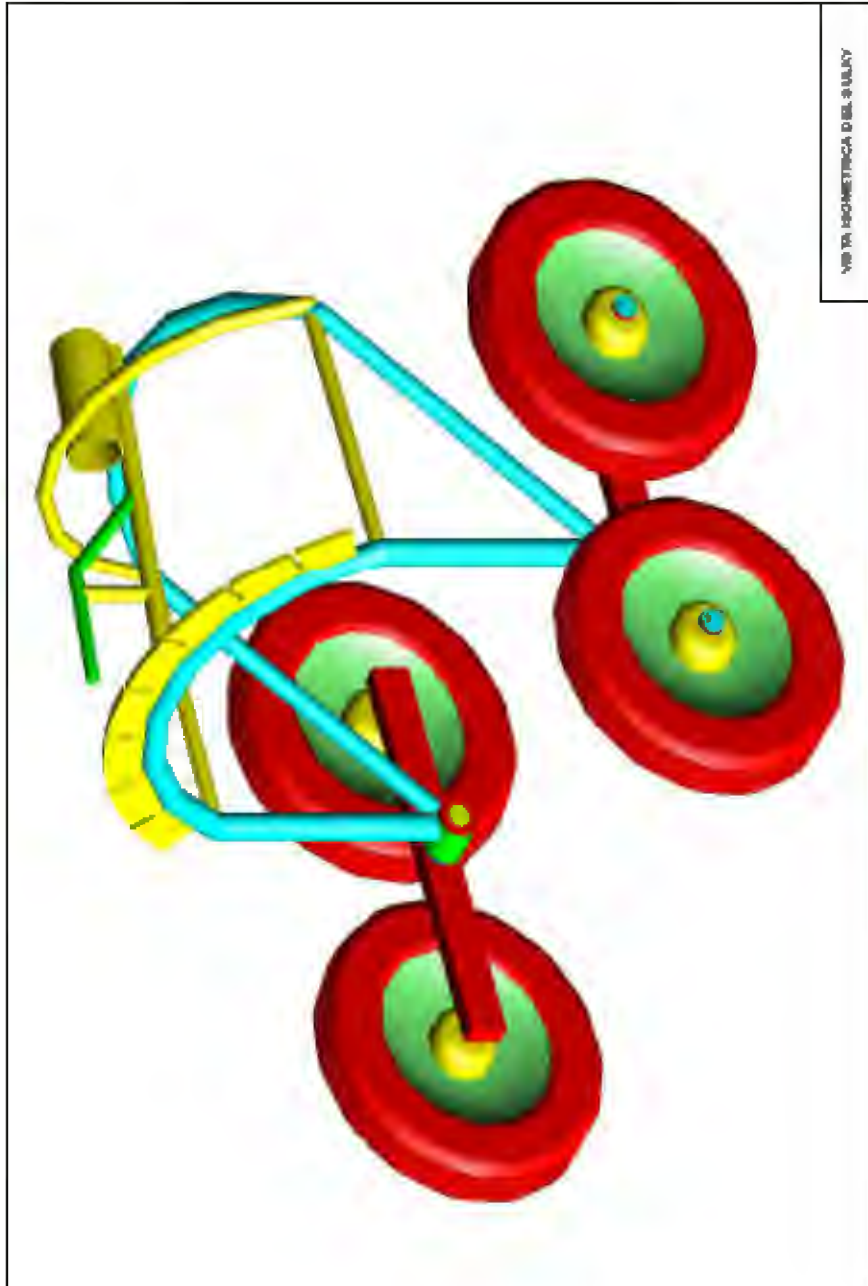
ANEXO 9

NORMAS DE SEGURIDAD

- a) La primera norma de seguridad en el trabajo con Sulky es revisar el buen estado de la estructura de este y de sus neumáticos, además de la correcta sujeción de la palanca-timón.
- b) Antes de empezar el desembosque, se debe cerciorar el correcto enganche de la troza al Sulky mediante el uso de la cadena. Para evitar atascamientos repentinos en el suelo con la parte delantera de la troza, es necesario engancharla correctamente en el Sulky. Se debe buscar siempre que la troza este equili rada cuando se trabaja totalmente suspendida o que la troza este inclinada hacia atrás cuando esta semisuspendida, dependiendo del largo, del peso de la troza y de la pendiente.
- c) Finalmente, otro punto crítico es la descarga de la troza. Este procedimiento debe realizarse de forma lenta, con ayuda de la sogá, de manera que la troza se apoye en el suelo suavemente, evitando movimientos bruscos en los cuales la palanca-timón se activa a manera de catapulta pudiendo lesionar a los operarios.

ANEXO 10

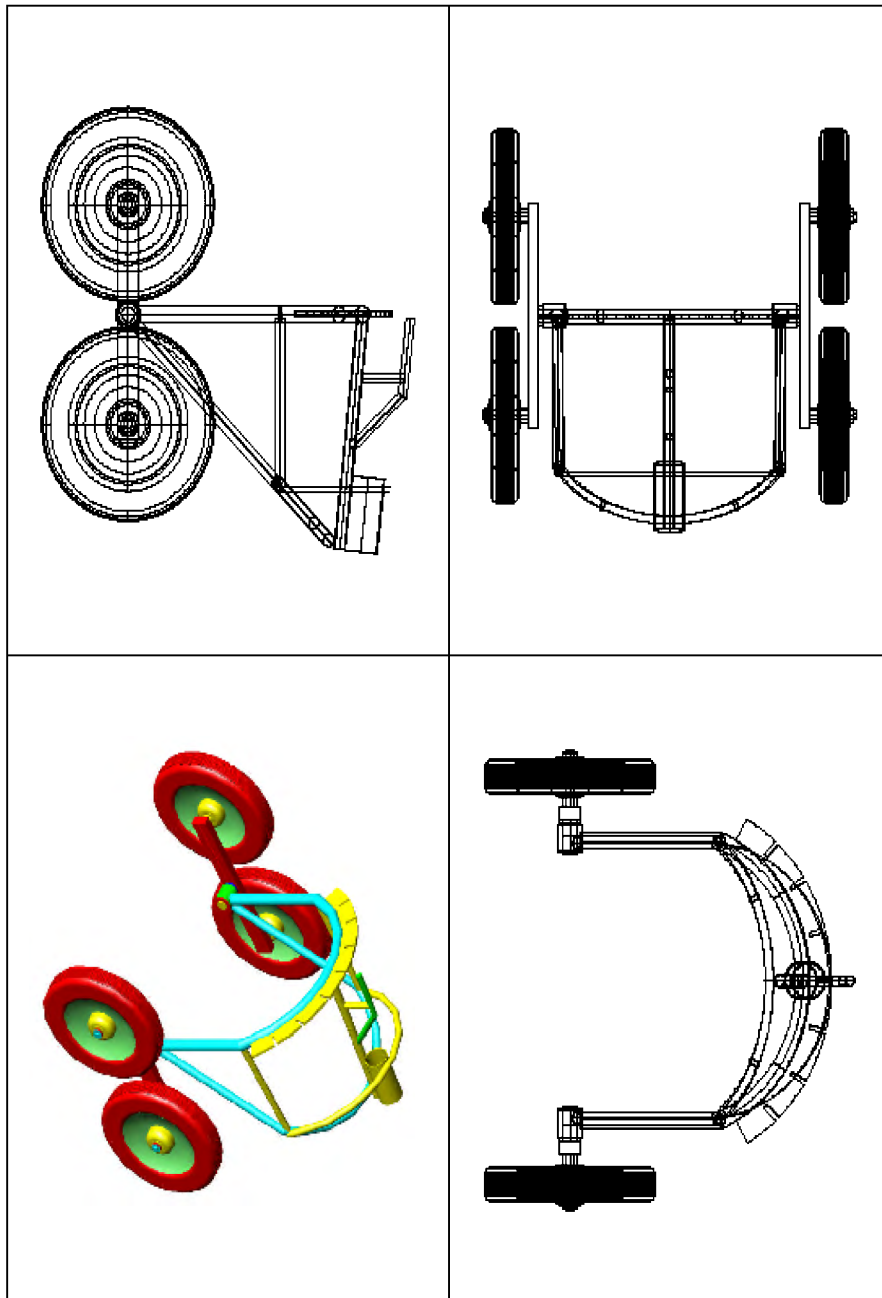
VISTA ISOMETRICA DEL SULKY



VISTA ISOMETRICA DEL SULKY

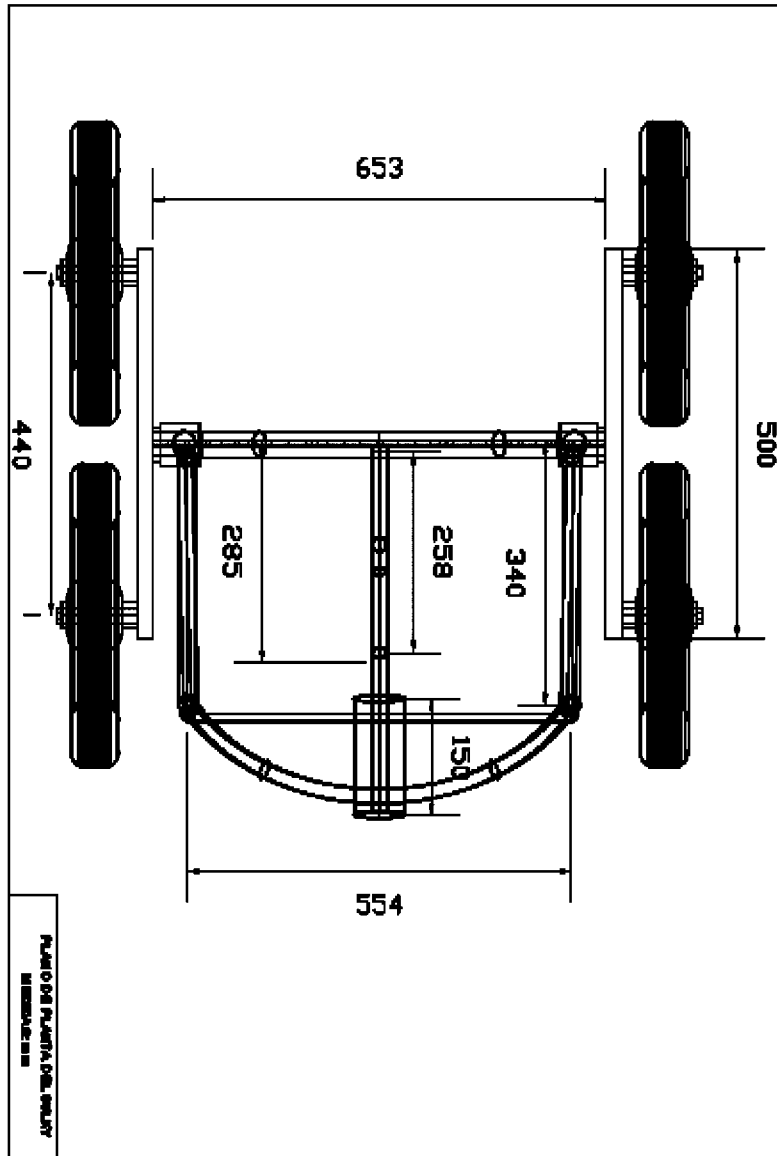
ANEXO 11

PLANO LATERAL , DE PLANTA, FRONTAL Y OBLICUO



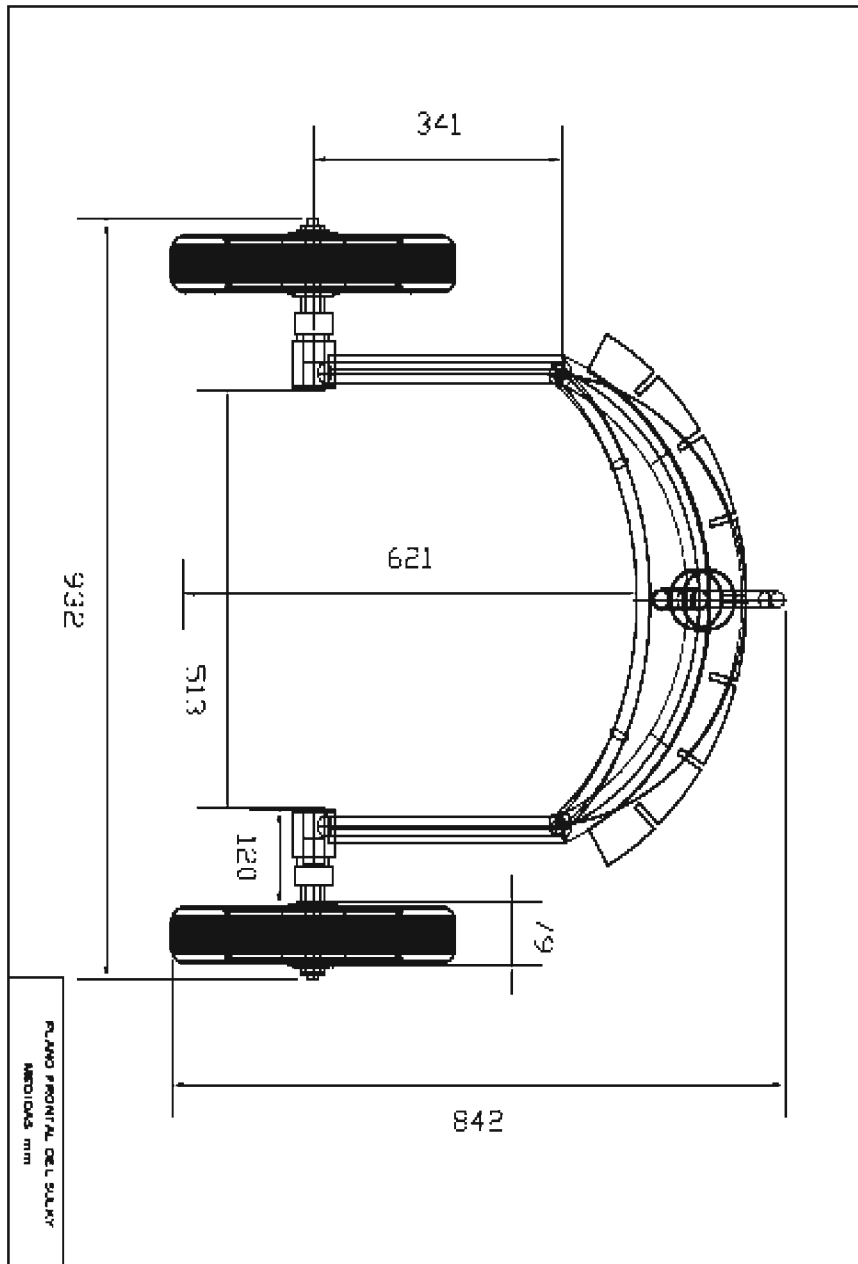
ANEXO 12

PLANO DE PLANTA



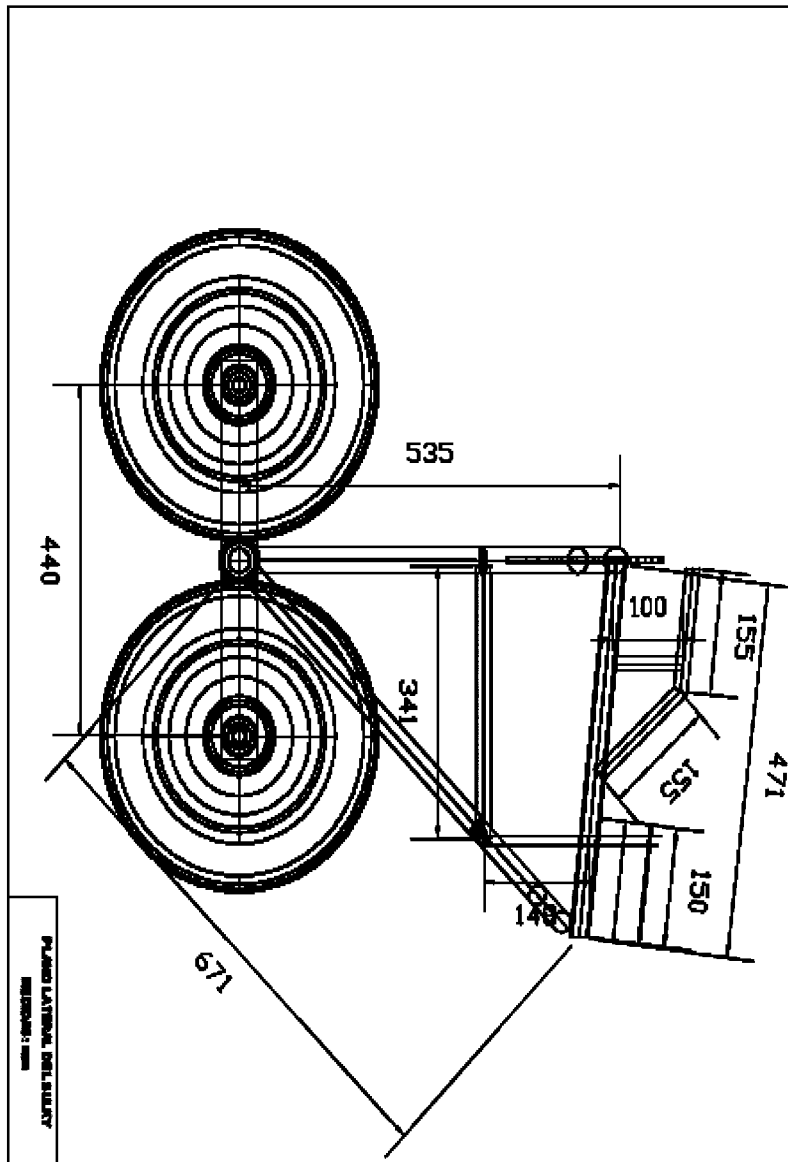
ANEXO 13

PLANO FRONTAL



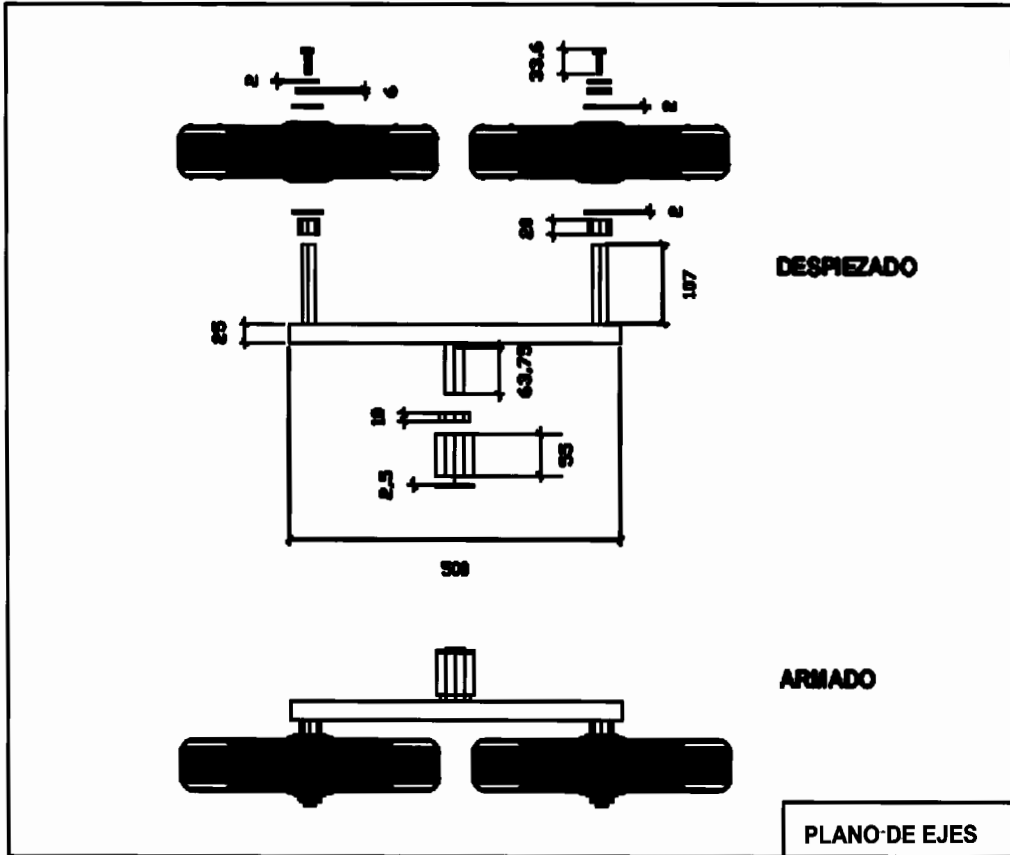
ANEXO 14

PLANO LATERAL



ANEXO 15

PLANO DE EJES



ANEXO 16

PLANO DE EJES (VISTA LATERAL, FRONTAL E ISOMETRICA)

