

U N I V E R S I D A D D E C O N C E P C I O N
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES
Departamento de Manejo y Medio Ambiente

DETERMINACION DE TIEMPOS, RENDIMIENTOS Y COSTOS DE UNA
FAENA DE CARGUIO, CON GRUA PRENTICE T-180D



Tania Alvarez Rojas


MEMORIA DE TITULO PRESENTADA A
LA FACULTAD DE CIENCIAS
FORESTALES DE LA UNIVERSIDAD DE
CONCEPCION PARA OPTAR AL TITULO
DE INGENIERO FORESTAL.

CONCEPCION - CHILE

1997

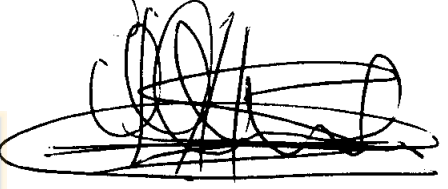
DETERMINACION DE TIEMPOS, RENDIMIENTOS Y COSTOS DE UNA
FAENA DE CARGUIO, CON GRUA PRENTICE T-180D.

Profesor Asesor



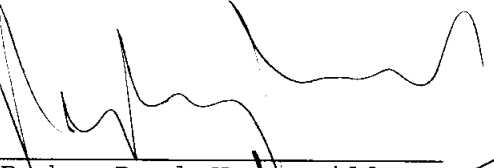
Jorge Beyer Barrientos,
Profesor Asistente,
Ingeniero Civil
Industrial.

Profesor Asesor



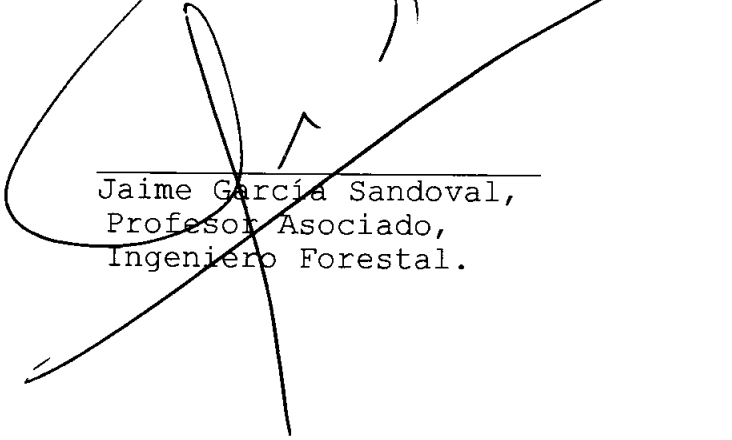
Manuel Lineros Parra,
Profesor Asistente,
Ingeniero Forestal,
Mg.Sc.

Director de Departamento
Manejo y Medio Ambiente



Pedro Real Hermosilla,
Profesor Asociado,
Ingeniero Forestal, PhD.

Decano Facultad de
Ciencias Forestales



Jaime García Sandoval,
Profesor Asociado,
Ingeniero Forestal.



**** A MIS PADRES**

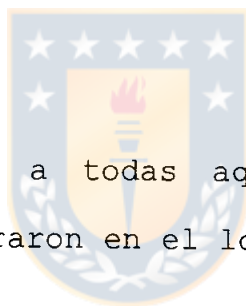
E HIJA

Mis agradecimientos a:

Al señor Jorge Beyer Barrientos, profesor asesor, Ingeniero Civil Industrial, por su buena disposición y ayuda, al aportar ideas y orientar adecuadamente la realización de esta memoria.

Al señor Manuel Lineros Parra, Ingeniero Forestal, por su cooperación en aportes técnicos y prácticos de este trabajo.

Por último, agradezco a todas aquellas personas que de cualquier forma colaboraron en el logro de esta meta.



INDICE DE MATERIAS

CAPITULOS	PAGINA
I. INTRODUCCION	1
II. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo general.....	3
2.2 Objetivo específico.....	3
III. REVISION BIBLIOGRAFICA	4
3.1 Antecedentes generales.....	4
3.2 Descripción del trabajo de los equipos de carguío..	5
3.3 Clasificación de grúas.....	7
3.4 Grúa hidráulica.....	8
3.5 Capacidad de elevación.....	11
3.6 Estudio de tiempos.....	12
3.7 Rendimiento.....	15
3.8 Costos de producción.....	17
IV. MATERIALES Y METODOS	27
4.1 Materiales y equipos.....	27
4.2 Metodología.....	27
4.2.1 Características del área de estudio..	27
4.2.2 Tipo de productos y camiones.....	28
4.2.3 Determinación del tamaño de la muestra..	28
4.2.4 Descripción del trabajo de la grúa...	31
4.2.5 Estudio de tiempos.....	31
4.2.5.1 Descripción del ciclo de carguío...	32
4.2.5.2 Método de control de tiempo.....	32
4.2.5.3 Clasificación y descripción de los tiempos.	33

4.2.5.4	Variables consideradas en el estudio.	34
4.2.5.5	Análisis de tiempos.....	36
4.2.6	Rendimiento.....	39
4.2.7	Determinación de función de costos de producción.	39
4.2.7.1	Costo horario.....	39
4.2.7.2	Costo de producción.....	45
4.2.8	Validación de los datos.....	46
V.	RESULTADOS Y DISCUSION.....	47
5.1	Estudio de tiempos.....	47
5.1.1	Variables medidas en el estudio.....	47
5.1.2	Tiempo del ciclo de carguío.....	50
5.1.3	Funciones de tiempo variable	53
5.1.4	Funciones de tiempo total.....	58
5.2	Rendimiento.....	58
5.3	Costos totales.....	60
VI.	CONCLUSIONES.....	64
VII.	RESUMEN.....	66
	SUMMARY.....	68
VIII.	BIBLIOGRAFIA.....	70
IX.	APENDICE.....	73

INDICE DE TABLAS

TABLA N°		PAGINA
	<u>En el texto</u>	
1	Capacidad de elevación de la grúa Prentice T-180D, a diferentes distancias entre la grapa y el bastidor.....	12
2	Rendimientos de grúas en distintas condiciones de terreno (cancha y bosque).....	17
3	Tipo de camión para cada tipo de producto.....	28
4	Tamaño de la muestra para cada tipo de camión.....	30
5	Coefficiente de variación para cada tipo de camión.....	31
6	Volumen, diámetro, número de trozos, longitud de los trozos y volumen por trozo, promedios para cada tipo de camión.....	47
7	Coefficientes de variación expresados en %, para el volumen diámetro, número de trozos y volumen por trozos, promedios para cada tipo de camión.....	49
8	Tiempo total de los elementos del ciclo de carguío para cada tipo de camión.....	50
9	Funciones de tiempo variable para cada uno de los tipos de camiones.....	54
10	Valores de R^2 , EEE , y F para las funciones de tiempo variable total.....	56
11	Función de tiempo variable total para cada tipo de camión.....	57

12	Función de tiempo total para cada tipo de camión.....	58
13	Función de rendimiento para cada tipo de camión.....	59
14	Costos de posesión, operación y mano de obra de la grúa Prentice T-180D.....	60
15	Función de costos de producción para cada tipo de camión.....	61
16	Costo promedio de producción según el rendimiento promedio asociado a cada tipo de camión.....	62
17	Variación del costo de producción ante cambios en la tasa de interés.....	63
18	Variación del costo de producción, ante cambios en el precio del combustible.....	63
	<u>En el apéndice</u>	
1A	Antecedentes técnicos de la grúa Prentice T-180D.....	74
2A	Costos fijos, costos variables y costos de mano de obra.....	75
3A	Análisis de varianza(volumen promedio por camión).....	76
4A	Análisis de varianza(volumen promedio por camión).....	77
5A	Análisis de varianza(volumen promedio por camión).....	78
6A	Análisis de varianza(tiempo variable).....	79
7A	Análisis de varianza(tiempovariable).....	80
8A	Análisis de varianza(tiempo variable).....	81

9A	Análisis de varianza (tiempo fijo).....	82
10A	Análisis de varianza (tiempo fijo).....	83
11A	Análisis de varianza (tiempo fijo).....	84

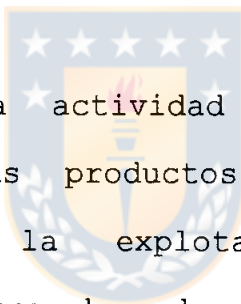


INDICE DE FIGURAS

FIGURA N°		PAGINA
	<u>En el texto</u>	
1	Distribución porcentual de los elementos del ciclo de carguío para el camión doble puente con carro, camión peerless y camión rampa.....	53
	<u>En el apéndice</u>	
1A	Tiempo variable total en función del número de trozos promedio, para cada tipo de camión.....	85
2A	Tiempo variable total en función del volumen por trozo promedio, para cada tipo de camión.....	86
3A	Tiempo variable en función del diámetro promedio de trozos, para cada tipo de camión.....	87
4A	Tiempo variable en función del volumen promedio de carga, para cada tipo de camión.....	88
5A	Función de rendimiento para la grúa Prentice T-180D según el tipo de camión.....	89

I. INTRODUCCION

Una de las áreas de la economía que ha surgido fuertemente es el sector forestal, el cual muestra un crecimiento sostenido tanto en volumen de exportaciones, como en el ingreso de divisa, alcanzando un valor para el año 1996 de 1800 millones de US\$ para las exportaciones industriales de productos forestales (Banco Central de Chile, 1996).



El transporte en la actividad forestal comprende el desplazamiento de sus productos, que surge como una necesidad derivada de la explotación forestal; por otra parte se caracteriza por depender de una serie de equipos los cuales cumplen con la función de cargar el medio de transporte con los productos a trasladar.

Estas faenas de carguío, se presentan tanto en los orígenes como en los destinos, por lo cual deben lograr el máximo de adaptación a los factores que modelan esta actividad, principalmente en los orígenes, tales como:

- Condiciones en origen normalmente difíciles para desarrollar el carguío y transporte.
- Diversidad de productos en cuanto a dimensiones.

Teniendo en cuenta estas condiciones, la tecnología forestal se ha ido enfocando hacia lograr la máxima versatilidad y eficiencia en los equipos que la sirven.

Largo y Larraín (1986) citado por Giacaman (1993), sostiene que la mecanización es un proceso de aplicación de maquinaria para aumentar la productividad y facilitar el esfuerzo humano reemplazando la limitada capacidad física del hombre, pero a la vez un aumento de la capacitación y desarrollo socioeconómico del trabajador.

En la actividad forestal, así como en toda actividad económica, el aumento del rendimiento y la disminución de los costos, es un objetivo principal para maximizar la utilidad.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general.

-Determinación de funciones de rendimientos costos de producción de una grúa PRENTICE T-180D en faena de carguío, cargando camión peerless, camión rampa y camión doble puente con carro con productos de 11 m, 5.4 m y 4 m de largo respectivamente.

2.2 Objetivo Específico.

-Selección de un modelo matemático, para representar la función de tiempo variable del subsistema de carguío.

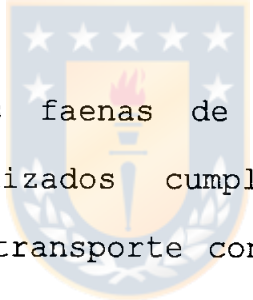
-Determinación del costo horario de una grúa Prentice T-180D.

-Determinación del costo unitario de producción de una grúa Prentice T-180D.

III. REVISION BIBLIOGRAFICA

3.1 Antecedentes generales.

Como es natural en cualquier sistema de transporte, las operaciones básicas para el transporte de productos forestales, van a estar dadas por faenas de carga y descarga; y los viajes de ida y regreso entre orígenes y destinos (Risso, 1990).



En la actualidad las faenas de carguío son realizadas mediante equipos mecanizados cumpliendo con la función de cargar los medios de transporte con los distintos productos a trasladar. Dichas faenas se presentan tanto en los orígenes (bosques) como en los destinos (canchas de trozado, aserraderos, puertos, celulosas etc.) (Risso, 1990).

En la actividad forestal, se trabaja con una alta cantidad de equipos mecanizados, por lo tanto el objetivo principal es lograr una alto rendimiento y bajo costo de estas máquinas; es por ello que en este estudio se determinarán importantes parámetros que permitan servir de apoyo al

momento de realizar comparaciones con otros equipos de características y condiciones de terreno similares.

De las múltiples máquinas que han surgido para la realización de la carga de camiones; únicamente dos en sus diferentes versiones, acaparan el mercado de los últimos años: las grúas hidráulicas, montados sobre los propios vehículos de transporte; y los cargadores autopropulsados de pinzas. Las primeras tienen su máxima aplicación en el propio bosque; los segundos en canchas de acopio estabilizadas, donde se utilizan para la carga y descarga de camiones, como también para el apilado o desplazamientos de las maderas por la cancha y el abastecimiento de otras máquinas estacionarias (Nieto y Soria, 1989).

3.2 Descripción del trabajo de los equipos de carguío.

Según el método de extracción de la madera, es el equipo que se utiliza en la faena de carguío en bosque. Por ejemplo, en la extracción de madera utilizando torres el espacio de operación es limitado, motivo por el cual la carga de camiones se realiza por grúas (Risso, 1990).

La operación de las grúas montadas sobre camión y grúas autopropuladas se realiza mediante palancas en la

plataforma de mando, las cuales permiten los movimientos de abrir, cerrar y girar la tenaza que capta la carga; y de levantar, trasladar, bajar y extender el pescante.

Uno de los equipos que trabaja principalmente en canchas de acopio son los cargadores frontales, los cuales poseen movilidad propia a diferencia de las grúas montada sobre camión las cuales trabajan en forma estática. El cargador frontal va hacia la ruma, capta la carga, retrocede y avanza hacia el camión donde deja la carga y así nuevamente comienza otro ciclo.

Las grúas montada sobre camión, se ubican para el carguío entre la ruma y el camión , para luego captar la carga, girar en 180° aproximadamente y depositar la carga sobre el camión.

Uno de los puntos importantes a considerar de los equipos de carguío, es la velocidad de carga, la cual depende de factores tales como(Lineros,1995):

- Tamaño y potencia de la máquina.
- Eficiencia del operador.
- Altura de elevación de la carga.
- Tipo de producto

- Distancia entre la pila de madera y el camión.
- Dirección del apilado en relación con el camino.

3.3 Clasificación de grúas.

Según Arrue (1975), las grúas se clasifican en:

1- Características del brazo.

- Brazo fijo, (utiliza cables tensores)
- Brazo articulado, (utiliza sistema hidráulico)

2- Tipo de dispositivo de carga.

- Garras independiente: empleadas comúnmente en el carguío de madera corta y granel.
- Pinzas o tenazas multigarras: empleada en el carguío de la madera corta arrumada.
- Pinzas o tenazas multigarras con talon: empleadas para el carguío de madera larga.

3- En función del sistema de rodado.

- montada sobre oruga.
- montada sobre neumático.

4- En función de la movilidad.

- Estacionarias.

- Móviles.

5- En función de su dependencia.

- Grúas independiente: montadas sobre su propio sistema de rodado.

- Grúas dependiente: transportada por autocargadores.

3.4 Grúa hidráulica.

La grúas hidráulicas se montan sobre el bastidor del camión, generalmente entre la cabina y la caja. Sin embargo para aumentar el radio de acción de la grúa, se suele montar en la parte trasera del camión (Nieto y Soria, 1989).

Según Nieto y Soria (1989), las partes de una grúa hidráulica son:

1- *Base* : Es el elemento por el que se sujeta la grúa al bastidor del camión. Puede ser hueca y servir de depósito de aceite, aunque éste puede ser, igualmente independiente. Sobre ella se fija el eje de giro que se ubica en el interior del bastidor.

2- *Bastidor* : Es el elemento vertical de la grúa, interpuesto entre la base y el sistema de brazos. Está formado por un tubo, en cuya parte superior va soldado el soporte en el que se articula el extremo del brazo de elevación y su correspondiente cilindro. En su parte inferior, va la corona del dispositivo de giro.

3- *Dispositivo de giro*: Consta de un cilindro hidráulico con dos émbolos opuestos, unidos entre si por un vástago dentado, que engrana en la corona solidaria al bastidor de la grúa.

4- *Sistema de brazos*: Está compuesto por un brazo de elevación y un brazo de basculamiento el cual finaliza en una parte telescópica o brazo de prolongación.

5- *Cilindros hidráulicos*: La grúa esta compuesta por diferentes cilindros, estas son:

- De elevación, que acciona el brazo del mismo nombre. Es el único cilindro de simple efecto de la grúa.
- De basculamiento y de prolongación, que accionan sus respectivos brazos.
- De dispositivo de giro.

- De apertura y cierre de grapa, interpuesto entre las dos valvas de este elemento de trabajo. Su longitud es reducida.

-Pies de apoyo, situados en ambos extremos de la base. Se emplean para anclar y estabilizar al conjunto durante las operaciones de carga y descarga.

6-*Bomba*: Es variable según modelos y marcas de grúas. Se emplean tanto las de rotor como las de engranajes. Se acciona directamente desde el motor o desde la caja de cambios. Sus características oscilan entre un caudal de 30-100 lt /min y una presión de 150-180 atmósferas.

7- *Sistema de válvulas*: existen varios tipos de válvulas:

-Válvulas direccionales, dirigen los movimientos de la grúa.

-Válvulas limitadoras de presión, impiden la sobrecarga de la máquina.

-Válvulas de aspiración, evitan el vacío en las tuberías

-Válvulas de flujo constante, regula la velocidad de descenso del sistema de brazos.

8-*Conducciones*: A cada mecanismo hidráulico de la grúa (cilindro, rotor,.....),llegan dos conducciones desde el sistema de válvulas que indistintamente pueden actuar como presión o retorno. Son tuberías de alta presión.

9-*Grapa y rotor*: La grapa es el elemento de trabajo de la grúa. Consta de dos valvas articuladas, que se abren y cierran por un cilindro de doble efecto. El giro de la grapa, independientemente del sistema de brazos, se consigue con el rotor, que se sitúa entre ésta y el extremo del brazo telescópico de prolongación.

3.5 Capacidad de elevación.

La capacidad de elevación de cualquier grúa se expresa por el momento o producto de multiplicar el peso real de la carga, por la distancia del centro del bastidor a la grapa (Nieto y Soria, 1989).

En la tabla 1, se presenta la capacidad de elevación de una grúa Prentice T-18D, cuyo momento está en torno a los 25718.4 kgm y los 25165.12 kgm.

TABLA 1. CAPACIDAD DE ELEVACION DE LA GRUA PRENTICE T-18D A DIFERENTES DISTANCIAS ENTRE LA GRAPA Y EL BASTIDOR.

Distancia (m)	Capacidad de elevación (Kg)
3.0	8573
4.5	5669
6.0	4173
7.6	3311

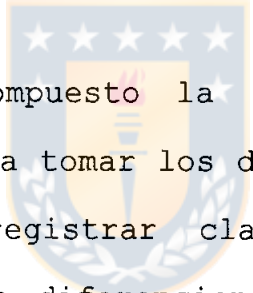
3.6 Estudio de tiempos.

El estudio de tiempo es una técnica para determinar con la mayor exactitud posible, partiendo de un número limitado de observaciones, el tiempo necesario para llevar a cabo una tarea determinada con arreglo a una norma de rendimiento preestablecida (OIT, 1968).

Para este tipo de estudio es necesario descomponer la operación de la máquina en elementos; estos se definen como una parte esencial y definida de una actividad o tarea determinada compuesta de uno o más movimientos fundamentales del operario y de los movimientos de una máquina o las fases de un proceso seleccionados para fines de conservación y cronometraje (OIT, 1968).

La sucesión completa de cada uno de estos elementos necesarios para llevar a cabo una actividad, (puede incluir elementos que no se repiten en cada ciclo) se le conoce como ciclo de trabajo.

El ciclo de trabajo se inicia al comienzo del primer elemento de la operación o actividad, y continúa hasta el mismo punto en una repetición de la operación; se inicia entonces el segundo ciclo, y así sucesivamente.



Luego de haber descompuesto la tarea y registrado los elementos, se procede a tomar los diversos items de tiempos que son necesario registrar claramente. Estos tiempos llamados parciales, se diferencian en tiempos variables y fijos que se relacionan respectivamente en forma directa e indirecta con el proceso productivo.

Según OIT (1968), hecha y anotada la división de los elementos, podrá realizarse el cronometraje. Existen dos procedimientos principales para computar el tiempo por medio de cronómetro, estos son:

- Cronometraje continuo.
- Cronometraje con vuelta a cero.

El método más utilizado corresponde a la medición de tiempo continuo, la cual se realiza mediante un cronómetro que funciona de modo ininterrumpido durante todo el estudio. Al terminar un elemento, se registra el tiempo que marca el cronómetro; y los tiempos de cada elementos se obtienen por subtracciones sucesivas cuando concluye el estudio. Mediante este procedimiento, se asegura el registro de todo el tiempo en que el trabajo está sometido a observación (OIT, 1968).



En resumen, según OIT (1968), las etapas del estudio de tiempo son:

-Obtener y registrar toda la información posible acerca de la tarea, del operario y de las condiciones existentes que puedan influir en la ejecución del trabajo.

-Registrar una descripción completa del método y descomponer la operación en elementos.

-Medir el tiempo con un instrumento adecuado, generalmente cronómetro y registrar el tiempo en que el operario lleva a cabo cada elemento de la operación.

-Determinar la velocidad de trabajo efectiva del operario con relación a la velocidad normal preestablecida.

-Determinar los suplementos de tiempo en exceso del tiempo normal de la operación.

-Determinar el tiempo asignado para la operación.

Según OIT (1968), algunas razones por las cuales se hace un estudio de tiempo son las siguientes:

-Novedad en la tarea, (maquinaria introducida recientemente al país)

-Cambio de método que requiere un nuevo tiempo tipo.

-Relaciones laborales: asignación de tiempos a una determinada operación (trabajadores)

-Retrasos en una operación.

-Cambio de criterio de la dirección, como la aplicación de un sistema de remuneración por rendimiento.

3.7 Rendimiento.

Con respecto a una faena de carguío, las funciones de producción o rendimiento son establecidas a partir del volumen promedio de carga del camión y el tiempo total empleado en la faena de carguío.

Básicamente una función de producción proporciona el rendimiento de un equipo en volumen por unidad de tiempo, considerando una o más variables explicatorias (Linerós, 1995).

Estudios de rendimiento realizados por Forestal Chile, para una faena tradicional de carguío (grúa Prentice 210D con camiones con carro) y para un equipo autocargante Top Loss (camión autocargante), muestran que el rendimiento de la faena de carguío corresponde a 31.52 m³/hora y 57.92 m³/hora respectivamente (Loren, 1996).

A continuación en la tabla 2 se presentan rendimientos promedios, obtenidos de equipos de carguío específicamente grúas montadas sobre camión y grúas autopropulsadas. El producto utilizado para determinar el rendimiento promedio fue aserrable y pulpable.

TABLA 2. RENDIMIENTOS DE GRUAS EN DISTINTAS CONDICIONES DE TERRENO (CANCHA Y BOSQUE).

Grúa	Tipo de grúa	Lugar de carguío	Rendimiento m ³ /hora
Barko 275	autopropulsada	cancha	115.5
Barko 160	montada camión	cancha	59.68
Prentice 210 D	montada camión	cancha	86.03
Prentice 410	autopropulsada	cancha	136.66
Prentice 210	montada camión	bosque	70.53

Fuente: Gonzalo Medina Jara, jefe de operaciones de la empresa de servicios forestales y comerciales (SERFOCOL), 14 - abril - 1997.

3.8 Costos de producción.

Una empresa al producir incurre en ciertos desembolsos de dinero que acumulados para un producto determinado representa un costo de producción.

El estudio de costos, dada su importancia debe reflejar fielmente la situación existente y deben ser lo suficientemente flexible para permitir la evaluación en el momento oportuno, siendo el estudio de costos una herramienta efectiva para planificación, dirección, control técnico y económico de esta actividad (Linerós, 1995).

Backer et al. (1992), mencionan que los costos pueden ser clasificados de acuerdo con el enfoque que se les dé, uno de ellos es de acuerdo a su comportamiento los cuales se clasifican en:

-costos fijos: son aquellos que permanecen constantes dentro de un período determinado, sin importar si cambia el volumen de producción dentro de una capacidad productiva dada.

-costos variables: son aquellos que cambian o fluctúan en relación directa a una actividad o volumen dado. Dicha actividad puede ser referida a la producción o ventas.

A partir de la clasificación anterior, el método convencionalmente utilizado para el análisis de costos considera, los costos de operación que se generan en forma directa por la ejecución del trabajo (costos variables), los costos de posesión (costos fijos) y el costo de mano de obra el cual se separa para un mejor análisis debido a que tiene características de costos fijos y variable. La suma de estos tres costos, conforman el costo horario de un equipo, el cual se entrega en función de una unidad de tiempo determinada, en este caso la hora, lo que indica el

valor que alcanza el sistema de producción en cada unidad de tiempo. Es ésta una forma simplificada de entregar valores y que permite obtener una visión diferente en relación a los costos del proceso productivo (Pinto, 1993).

Antes de la descripción de los costos, es importante definir el concepto de vida útil para el activo, ya que se pueden según Márquez (1982), reconocer los siguientes conceptos.

Vida útil entregado por el fabricante: La vida del activo está dada por el fabricante generalmente en horas de trabajo. De acuerdo a la información recogida de la operación, se tiene exactamente las horas al año que trabaja el equipo y se puede obtener el número de años de vida útil.

Vida útil: vida del activo fijo desde el instante que se compra en la empresa hasta el momento que es retirado de producción.

Vida tecnológica: vida del activo hasta que éste queda obsoleto por cambios tecnológicos o aparición de un sustituto en el mercado.

Vida contable: vida del activo según lo establece el servicio de impuestos internos, la cual es utilizada para calcular la depreciación.

Uno de los costos importantes a considerar, son los costos de posesión (costos fijos), los cuales se presentan esté o no operando el equipo, tales como:

-*Intereses sobre la inversión*: Corresponde al costo del interés del capital y se calcula en forma anual. El cálculo del interés del capital invertido será la aplicación de la tasa de interés convencional.

-*Depreciación*: Pérdida periódica del valor que experimenta un bien de capital, producto del uso o del transcurso del tiempo. Según Philippatos (1980), la depreciación se puede clasificar en tres tipos:

Depreciación física: Se refiere al uso y consumo normal, que debido a la utilización continua de un activo durante su vida útil esperada, reduce su capacidad productiva. Sin embargo sólo tiene significado conceptual puesto que generalmente se abandona a los activos antes de su deteriorización física.

Depreciación contable: Considera al activo como un gasto de operación prepagado que se debe cargar contra las utilidades durante la vida de un activo.

Depreciación económica: Se refiere a la tasa a la cual un activo se convierte en obsoleto; ya sea por avances tecnológicos o por cambios en las preferencias del mercado.

Según Philippatos (1980), los métodos más populares para determinar la depreciación son los siguientes:

-Depreciación en línea recta: Para fines fiscales, un activo comprado a un costo C puede ser depreciado durante N años de tal forma que la suma de los cargos por depreciación sea igual al costo original del activo C menos el valor estimado de salvamento S .

$$\sum_{i=1}^N D_i = C - S$$

Suponiendo que $S=0$; los cargos anuales bajo el método de la línea recta son $C/N = D_i$

-Depreciación por doble disminución del saldo: Este método permite cargar al saldo no depreciado, una tasa que es el doble de lo permitido bajo el método de línea recta. Bajo

este método, el cargo por depreciación para el primer año es $2C/N$ y deja un saldo de:

$$C - 2C/N = C (1 - 2 / N)$$

Durante el segundo año el cargo por depreciación es :

$$2/N * C (1 - 2 / N)$$

Y el saldo restante se convierte en :

$$C (1 - 2 / N)^2$$

De la misma forma podemos calcular el cargo por depreciación del año i mediante:

$2/N * C (1 - 2 / N)^{i-1}$; y el saldo no depreciado al final del año i mediante: $C (1 - 2 / N)^i$.

-Depreciación por suma de dígitos de los años: Los cargos anuales por depreciación deben calcularse de la siguiente manera:

Primero calculamos la suma.

$$1 + 2 + 3 + \dots + (N-1) + N = \frac{1}{2} N (N+1)$$

Sobre la base de este cálculo, asignamos un monto igual $NC / \frac{1}{2} N (N+1)$ a la depreciación del primer año.

La depreciación correspondiente al año i sería calculada de la siguiente manera:

$$((N - i + 1) C) / (\frac{1}{2} N (N + 1)) \quad \text{donde } N > i > 1$$

Al analizar los tres métodos anteriores se puede deducir que el método de la línea recta, asume una tasa constante de deterioro a través del tiempo; de ésta forma, una cantidad constante se carga a gastos por depreciación. Los otros dos métodos son ejemplo de depreciación acelerada, los cuales reducen el valor del activo a una tasa inicial mayor (Philippatos, 1980).

Cuando se trata de un análisis de depreciación de equipos, es mucho más complejo que el de depreciación de los bienes que se vinculan con el espacio físico. El caso de equipamiento o maquinarias se caracterizan por ser más propensos a sufrir los efectos de la obsolescencia como consecuencia de los cambios tecnológicos, además la intensidad de uso es lo que genera un decrecimiento en su utilidad técnica y económica. Por otra parte, todo equipo está diseñado para ser utilizado durante un período medible, no sólo en término de tiempo cronológico sino de operación o de uso (Osorio, 1992).

- *Mantenimiento*: Este costo es una consecuencia ineludible de la tenencia de activos fijos o bienes de uso.

En general, se denomina mantenimiento al conjunto de acciones necesarias para mantener en condiciones de operación técnica y económica a los bienes de uso. Existen tres tipos de acciones de mantenimiento:

Mantenimiento preventivo: Se realiza con prescindencia del funcionamiento, en forma sistemática y su objeto es precisamente evitar detenciones o roturas en el equipo .

Mantenimiento correctivo: Se produce cuando la rotura o detención de la operación o la falla en el producto ya se ha producido. Esta acción de mantenimiento es denominada usualmente reparación.

Mantenimiento de reacondicionamiento: Es una acción mayor que implica siempre una detención del proceso por largo tiempo.

El mantenimiento preventivo, es un costo fijo de capacidad por su independencia del uso del equipo y por ser absolutamente necesario para que el mismo esté en condiciones de operación. Los otros dos mantenimientos, correctivo y reacondicionamiento son costos de operación pero variará su envergadura en términos del uso previsto.

Otros costos fijos que deben ser considerados son los seguros, permiso de circulación y revisión técnica.

Por otro parte, los costos de operación son aquellos gastos necesarios para mantener el proyecto produciendo; y se incurre en ellos en forma continua a lo largo de un período de tiempo determinado, estos costos se clasifican en :

Costos directos : Son aquellos costos que se presentan durante la operación del equipo tales como: combustible, lubricante, grasa, filtros, neumáticos, reparaciones, artículos especiales.

Costos indirectos: Son aquellos costos que son complementarios a la operación del equipo como: accesorios de faenas, herramientas, gastos generales, ropa de seguridad, alimentación personal.

A partir del costo horario total y del rendimiento que presenta la máquina se puede determinar el costo unitario, que son aquellos que se asignan por unidad de producción.

El costo unitario de producción, se expresa como un cuociente entre la sumatoria de los costos horarios y la producción, que no es más que el rendimiento expresado en unidades de volumen o peso (Alvarez, 1990).



IV. MATERIALES Y METODOS

4.1 Materiales y equipos.

Para obtener la información en terreno se utilizó los siguientes equipo y materiales: grúa PRENTICE T-180D montada en camión, flota de camiones (camión doble puente con carro, camión rampa y camión peerless), tres tipos de productos (largo rollizos: 4, 5.6, y 11 metros), cronómetro, formularios, calculadora de bolsillo. Para el procesamiento de los datos recolectados se utilizó un computador Acer 486 DX4.

Los antecedentes técnicos de la grúa, se presentan en la tabla 1A del apéndice.

4.2 Metodología.

4.2.1 Características del área de estudio. El estudio se realizó utilizando una grúa PRENTICE T-180D perteneciente a la emsefor Traforse Ltda, la cual se encuentra en una faena de explotación a tala rasa utilizando torres de

madereo, realizada en el Fundo Escuadrón ubicado a 25 Km al sur de Concepción perteneciente a Forestal Mininco S.A.

El área de estudio corresponde a canchas de torres, donde la madera se ubica en distintas partes, de acuerdo al largo de los trozos.

4.2.2 Tipos de productos y camiones. Los productos utilizados por la grúa Prentice T-180D en el carguío se presentan en la tabla 3, correspondiendo a rollizos exportables, los cuales del punto de vista del transporte se dividieron en tres tipos de largo.

TABLA 3. TIPO DE CAMION PARA CADA TIPO DE PRODUCTO.

Tipo de camión	Largo trozos (m)
Camión Doble Puente con Carro	4
Camión Peerless	11
Camión Rampa	5.6

4.2.3 Determinación del tamaño de la muestra. Para determinar el tamaño de la muestra que se ajuste a la precisión estadística requerida, es necesario hacer un

estudio preliminar de tiempos, a fin de obtener una media y una varianza, que permita estimar en forma correcta el número de observaciones a realizar.

Se realiza un muestreo aleatorio simple para cada tipo de camión considerando una población finita para cada uno de ellos.

Se midieron durante 10 días, 20 camiones peerless, 20 camiones rampa y 20 camiones doble puente con carro de un total de 60, 50, 80 camiones respectivamente, por lo tanto la población es finita para cada uno de ellos. La población total de muestras posibles para cada uno de los tipos de camiones, será la combinación de 60 sobre 20, de 50 sobre 20, y de 80 sobre 20.

El error máximo admisible (E) considerado fue de un 10 %, con un nivel de confianza de un 95 % y un coeficiente de variación (CV) obtenido del estudio preliminar.

El tamaño de la muestra se calcula a partir de la siguiente expresión matemática:

$$n = (N * t^2 * CV^2) / (N * E^2 + t^2 * CV^2)$$

Donde:

- n = Número de unidades muestrales (camiones).
 N = Total de unidades muestrales (camiones).
 T = Valor de t de Student con (n-1) grados de libertad.
 CV = Coeficiente de variación (%).
 E = Error máximo admisible (10%).

El tamaño de la muestra para cada tipo de camión se presenta en la tabla 4.

TABLA 4. TAMAÑO DE LA MUESTRA PARA CADA TIPO DE CAMION.

Tipo de camión	Unidad muestral (camión)
Camión doble puente con carro	8
Camión peerless	6
Camión rampa	5

El tamaño de la muestra se determina mediante la aplicación de la relación entregada anteriormente. Los coeficientes de variación obtenidos del estudio preliminar para la determinación del tamaño de la muestra, se presentan a continuación en la tabla 5.

TABLA 5. COEFICIENTES DE VARIACION PARA CADA TIPO DE CAMION.

Tipo de camión	Coefficiente de variación (%)
C. Doble puente con carro	11.81
C. Peerless	9.63
C. Rampa	8.17

Cabe mencionar, que el tamaño real de la muestra medida es de 20 unidades muestrales para cada tipo de camión.

4.2.4 Descripción del trabajo de la grúa. Para comenzar a trabajar, la grúa se ubica para el carguío entre la ruma y el camión, baja sus patas y procede a captar la carga, gira en 180° aproximadamente y deposita la carga en la carrocería. Al terminarse la ruma, tanto la grúa como el camión avanzan hacia la próxima. Una vez completa la carga, la grúa sube sus patas y termina la operación de carguío.

4.2.5 Estudio de tiempos. El estudio de tiempos, consiste en medir en terreno, el tiempo productivo e improductivo que la grúa Prentice T-180D emplea en cargar cada uno de los tipos camiones.

4.2.5.1 Descripción del ciclo de carguío. El ciclo de carguío comienza con la instalación de la grúa y el camión cerca de la ruma, luego se empieza a cargar el camión, determinándose los tiempos de viaje cargado y viaje vacío de la grúa, si la ruma se termina y al camión le falta carga, se desplazan los dos equipos a la siguiente ruma, para completar la carga del camión, terminando el ciclo con el acomodo de la carga y levantamiento de las patas de la grúa.

4.2.5.2 Método de control de tiempo. El método usado en la obtención de los datos para el estudio de tiempos, es el método de cronometraje continuo, para el cual se utiliza un cronómetro centesimal.

Las razones por las cuales se utiliza este método, es para la clasificación y control detallado de momentos y demoras; además es más económico y exacto cuando se trata de estudiar una máquina y cuando se trata de operaciones de ciclo repetitivo pequeño (OIT, 1968).

El método consiste en poner en marcha el cronómetro al principio del primer elemento y se detiene terminando el

ciclo correspondiente. Luego se repite la misma operación para el siguiente ciclo.

4.2.5.3 Clasificación y descripción de los tiempos. Los tiempos se clasifican en:

Tiempos variables: Los tiempos productivos considerados en el ciclo de carguío, son los siguientes:

- *Tiempo de viaje cargado de la horquilla:* Corresponde al momento en que la horquilla de la grúa capta la carga, hasta dejarla acomodada sobre el camión.

- *Tiempo de viaje vacío de la horquilla:* Corresponde al giro vacío del dispositivo de carga de la grúa.

La suma de los dos elementos corresponden al tiempo variable total, el cual está relacionado directamente con el proceso productivo.

Tiempos fijos: Los tiempos indirectamente productivos considerados durante el ciclo de carguío, son los siguientes:

- Instalación de la grúa: incluye subir y bajar la patas de la grúa.

- Movimiento de grúa y camión: corresponden a tiempos empleados en los traslados para acceder al producto.

- Instalación del camión: considera el tiempo desde que el camión se instala en el lugar de carguío, hasta que queda preparado para ser cargado.

4.2.5.4 Variables consideradas en el estudio. A parte de los tiempos que fueron medidos en terreno, es necesario para llegar a determinar la función de tiempo, considerar la medición de otras variables, tales como:

Número de trozos: Se cuantifica los trozos de cada uno de los camiones considerados en la muestra.

Diámetro de trozos: Se procede a medir con una huincha el diámetro de todos los rollizos que se cargaron en cada uno de los camiones, para luego determinar el diámetro promedio para cada camión de la siguiente manera:

$$D = \text{Sum} (n_i * d_i) / N$$

Donde:

D = Diámetro promedio por camión, cm.

n_i = Número de rollizos de la clase diamétrica i.

d_i = Diámetro de la clase i, cm.

N = Número total de rollizos por camión.

Largo de los trozos: Se procede a medir el largo de los rollizos para cada uno de los tipos de camiones.

Volumen promedio por camión: A partir del diámetro promedio por camión y el largo de los rollizos correspondiente al camión, se determinó el volumen JAS promedio para cada uno de los camiones. La fórmula utilizada para el cálculo fue la siguiente:

Para longitud de rollizos mayores o iguales a 6 metros.

$$V = (D + ((L^* - 4)/2))^2 * (L/10000))$$

Para longitud de rollizos menores de 6 metros.

$$V = (D^2 * L) / 10000$$

Donde:

V = Volumen JAS, m³ssc.

L = Largo del trozo aproximado a los 20 cm menor, m.

L* = Largo del trozo aproximado al entero menor. m.

D = Diámetro menor aproximado al entero par inferior, cm.

Mediante un análisis de varianza, se determina la existencia o no de diferencias significativas entre los volúmenes promedio de cada uno de los tipos de camiones.

Volumen promedio por trozo: El volumen promedio por trozo, se determina de la siguiente manera:

$$V_T = V / N_T$$

Donde:

V_T = Volumen promedio por trozo, m³ssc.

V = Volumen de carga del camión, m³ssc.

N_T = Número total de trozos del camión.

4.2.5.5 Análisis de tiempos. Para un mejor análisis, el tiempo se clasifica en:

-Tiempo fijo: Se determina el tiempo fijo total promedio, para cada uno de los tipos de camiones, mediante la sumatoria de todos los tiempos fijos de cada camión dividido por el número de camiones.

Mediante un análisis de varianza, se determina la existencia o no de diferencias significativas entre los tiempos fijos promedios de cada uno de los tipos de camiones.

-Tiempo variable: Se determina una función de tiempo variable, para cada uno de los tipos de camiones. Para obtener las funciones de tiempo, se realiza un análisis de regresión para analizar el tipo y grado de relación entre las siguientes variables:

-Tiempo variable sobre diámetro promedio por camión.

-Tiempo variable sobre volumen promedio por trozo, por camión.

-Tiempo variable sobre volumen promedio de carga del camión

-Tiempo variable sobre número de trozos totales del camión

Para cada una de estas relaciones, se ajustaron distintos modelos matemáticos, mediante la aplicación de un programa computacional (table curve). Para llevar a cabo la elección del mejor modelo matemático para cada una de las relaciones, se determinó y comparó las siguientes pruebas estadísticas: coeficiente de determinación ajustado (R^2), el cual expresa la bondad de ajuste e indica que proporción de

la variable dependiente es explicada por la variable independiente; error estándar de estimación (EEE), la cual corresponde a una medida de la dispersión de los valores de tiempo, alrededor de los valores de tiempos calculados por la regresión; y una prueba de análisis de varianza (F), la cual indica según el valor de F el grado de significancia del modelo.

Luego de haber obtenido el mejor modelo, para cada una de las relaciones, se procede a realizar una segunda elección, mediante las mismas pruebas estadísticas mencionadas anteriormente, determinándose la función de tiempo variable para cada uno de los tipos de camiones.

Mediante un análisis de varianza, se determina la existencia o no de diferencias significativas entre los tiempos variables promedios de cada uno de los tipos de camiones.

-Tiempo total: A partir del tiempo fijo total promedio más la función de tiempo variable ajustada, para cada uno de los tipos de camiones, se determina la función de tiempo total, la cual es utilizada en la determinación de la función de rendimiento del equipo de carguío.

4.2.6 Rendimiento. La función de rendimiento de la faena de carguío utilizando la grúa Prentice T-180D para cada tipo de camión, se construye a partir del volumen promedio por camión y la función de tiempo total de carguío; de acuerdo a la siguiente relación:

$$R = (60 * V) / T_T$$

Donde:

R = Función de rendimiento, m³ssc./ hr.

T_T = Función de tiempo total, min / camión.

4.2.7 Determinación de función de costos de producción.

4.2.7.1 Costo horario. El costo horario total, involucra los costos de posesión, operación y mano de obra de la grúa Prentice T-180D.

-Costos de posesión: Para determinar los costos de posesión, es necesario conocer algunos antecedentes generales tales como:

Inversión: La inversión considerada en el estudio fue realizada en 1995 y comprende una grúa Prentice T-180D del

año 1995, montada sobre un camión doble puente de marca Mercedes Benz 2220 del año 1990.

Tasa de interés: Se considera una tasa de interés de un 10%, de acuerdo al mercado de capitales; este interés corresponde a un valor promedio otorgado por bancos comerciales para la colocación de préstamos comerciales (*).

Vida útil: Se considera una vida útil de 5 años para la grúa y el camión (**), a partir de la vida útil dada por el fabricante y de las horas efectivas de trabajo de los equipos.

Valor de reventa: El valor de reventa de la maquinaria es estimado por la empresa Traforse Ltda. de acuerdo a los precios del mercado, en el caso de la grúa se estimó en un 30 % del valor inicial, al final de su vida útil y para el camión en un 40 %.

Los costos de posesión determinados en el estudio son los siguientes:

(*) Fuente: Fernando Drake Aranda, 15-mayo-1997.

(**) Fuente: Emsefor Traforse Ltda, 10-marzo-1997.

-Costo anual equivalente (CAE) de la inversión: Este se refiere al costo anual que significó la inversión del equipo. Para el cálculo de éste, es necesario conocer el valor de la inversión (grúa y camión), la tasa de interés anual vigente, el valor de reventa y vida útil de los equipos. El cálculo se realizó de la siguiente manera:

$$CAE = (i * (1+i)^n / (1+i)^n - 1) * Vo - Vn * (i / (1+i)^n - 1)$$

Donde :

i = Tasa de interés considerada.

n = Período considerado.

Vo = Valor actual.

Vn = Valor residual al final del período.

-Depreciación: Para el cálculo de la depreciación, es necesario conocer la vida útil del camión y de la grúa, valor de la inversión de cada uno de ellos y el valor residual como porcentaje del valor original. Se considera una depreciación normal, la cual se calcula por el método de la línea recta, debido a los años de vida útil y a las características de los bienes que se consideran; la cual se realiza de la siguiente forma:

$$D = (Vi - Vr) / H$$

Donde :

Vi =Valor de la inversión, \$.

Vr =Valor residual como porcentaje del valor original, \$.

H = Período considerado, hrs.

-Permiso de circulación: Toda máquina pesada (grúa) y vehículos motorizados (camión), deben ser inscritos en el registro nacional de vehículos motorizados. Luego sólo pueden obtener permiso de circulación (patente) los vehículos autopropulsados en este caso, el camión.

-Revisión técnica: Esta se realiza sólo a los vehículos que presentan permiso de circulación y en el caso del camión se hace cada 6 meses.

-Seguro: Para calcular el costo, se considera un seguro obligatorio, seguro de daños propios y seguro de accidentes, los cuales son proporcionados por la empresa Traforse Ltda.

Los costos operacionales determinados en este estudio son los siguientes:

Combustible: El costo horario del combustible, es determinado de la siguiente forma:

$$C_c = (Q * P_c * T) / H$$

Donde:

C_c : Costo horario por consumo de combustible, \$ / hr.

Q : Consumo teórico de combustible por hora, lt / hr.

P_c : Costo unitario del litro de combustible, \$/ lt.

T : Tiempo de trabajo anual de la máquina, hrs

H : Período considerado, hrs.

Lubricante: El costo horario por consumo de aceite, es determinado de la siguiente forma:

$$C_l = \text{SUM} (Q_i * N_i * P_{li}) / H$$

Donde:

C_l : Costo horario por consumo de aceite, \$ / hrs.

Q_i : Capacidad teórica del aceite de la máquina, lt.

N_i : Número de cambios que se deben hacer en el período considerado.

P_{li} : Precio unitario del aceite, \$ / lt.

H : Período considerado, hrs.

Grasa: El costo horario por consumo de grasa, es determinado de la siguiente forma:

$$C_g = (Q * P_g * T) / H$$

Donde:

C_g : Costo horario por consumo de grasa, \$ / hrs.

Q : Consumo de grasa durante el período considerado, Kg.

Pg : Costo unitario de grasa, \$ / Kg.

T : Número de cambios que se deben hacer en el período considerado.

H : Período considerado, hrs.

Neumáticos: El costo horario de neumáticos, es determinado de la siguiente forma:

$$Cn = ((Vn * N^{\circ} * R) / Vu) / H$$

Donde:

Cn : Costo horario por consumo de neumáticos, \$/ hrs.

Vn : Valor de neumático, \$.

N^o : Número de neumáticos.

R : Recorrido del camión, Km / año.

Vu : Vida útil del neumático, Km

H : Período considerado, hrs

Filtros: El costo horario por consumo de filtros, es determinado de la siguiente forma:

$$Cf = \text{SUM} (Ni * Pui / H)$$

Donde:

Cf : Costo horario por consumo de filtros, \$ / hrs.

Ni : Cantidad de filtros en el período considerado.

Pui: Precio unitario del filtro, \$.

H : Período considerado, hrs.

Otros costos variables que son considerados en el estudio, son los costos por repuestos y reparaciones de la máquina, los cuales son proporcionados por la empresa Traforse Ltda.

El costo de mano de obra corresponde al sueldo total mensual, pagado por la empresa Traforse Ltda. al operador de la grúa Prentice T-180D, éste incluye leyes sociales.

En la tabla 2A del apéndice se presenta un resumen de los costos por hora.



4.2.7.2 Costo de producción. Para establecer las funciones de costos de producción para cada uno de los tipos de camiones, fue necesario relacionar el costo horario con las funciones de rendimiento ya determinadas, siendo expresada por la siguiente relación:

$$C_P = C_H / R$$

Donde :

C_P : Costo de producción, \$/m³

C_H : Costo horario, \$/hr

R : Funcion de rendimiento, m³/hr

4.2.8 Validación de los datos. Las funciones obtenidas deben permitir hacer estimaciones confiables, tanto en tiempo, rendimiento y costos ya que provienen de una base de información estadísticamente válida, la cual fue determinada mediante un estudio preliminar el cual se baso en un muestreo aleatorio simple, para cada uno de los tipos de camiones. Mediante análisis de varianza para el tiempo fijo, tiempo variable y volumen de carga de camión para cada uno de los tipos de camiones , se determinó que existen diferencias significativas entre ellos de tal manera de justificar la separación y obtención de las funciones obtenidas para cada uno de los tipos de camiones. Por lo tanto el obtener una sola función para los tres tipos de camiones, hubiera permitido una estimación errada.

V. RESULTADOS Y DISCUSION.

A continuación se presentan y analizan los resultados obtenidos del estudio de tiempos, rendimiento y costos.

5.1 Estudio de tiempos.

5.1.1 Variables medidas en el estudio. En la tabla 6 se presentan las siguientes variables: volumen, diámetro, longitud de los trozos, volumen por trozo y número de trozos promedios, para cada tipo de camión.

TABLA 6. VOLUMEN, DIAMETRO, NUMERO DE TROZOS, LONGITUD DE LOS TROZOS Y VOLUMEN POR TROZO, PROMEDIOS PARA CADA TIPO DE CAMION.

Tipo de camión	Volumen m ³ ssc	Diámetro cm	Nºtrozos	Larg.T. m	V.trozo m ³ ssc
C.D.carro	27.33	24.74	118	4	0.26
C.Peerless	30.86	26.40	32	11	0.99
C. Rampa	31.85	28.89	71	5.4	0.45

En la tabla 6, se observa que el camión doble puente con carro es el que presenta el menor volumen de carga y por el contrario el camión rampa el mayor.

Para determinar si existe diferencias significativas entre los volúmenes promedios de cada uno de los tipos de camiones, se realizó una prueba de análisis de varianza (ver tabla 3A, 4A y 5A, en el apéndice). A partir de este análisis podemos decir que existen diferencias significativas entre los volúmenes promedio de los camiones doble puente con carro-peerless y doble puente con carro-rampa. En cambio entre el camión rampa y peerless, los volúmenes promedios no presentan diferencias significativas.

Con respecto al número de trozos, el camión doble puente con carro lleva 268.7 % más que el camión peerless y 66.2 % más que el camión rampa, producto del largo de los trozos.

Para determinar el grado de variación que presentan las variables, volumen, diámetro, número de trozos y volumen por trozo promedio por camión, se calculó el coeficiente de variación (CV) para cada una de ellas, los cuales se presentan en la tabla 7.

TABLA 7. COEFICIENTES DE VARIACION EXPRESADOS EN %, PARA EL VOLUMEN, DIAMETRO, NUMERO DE TROZOS Y VOLUMEN POR TROZO, PROMEDIOS PARA CADA TIPO DE CAMION.

Tipo de camión	Volumen	Diámetro	Nºtrozos	Volumen T.
C.D.P. con carro	8.63	16.98	23.69	36.93
C. Peerless	5.48	9.32	12.87	16.05
C. Rampa	6.53	5.54	11.08	9.89

De la tabla 7, se puede inferir que el camión doble puente con carro es el que presenta la mayor variabilidad en cuanto a volumen, diámetro, número de trozos y volumen por trozos promedios, con respecto a los otros dos tipos de camiones.

Comparando entre variables podemos observar que los coeficientes de variación más altos, los cuales superan el 16% corresponden al volumen por trozo promedio, para el camión doble puente con carro y el camión peerless, en cambio para el camión rampa el mayor coeficiente de variación lo presenta el número de trozos, alcanzando un valor de 11,08%.

5.1.2 Tiempos del ciclo de carguío. El tiempo total producido por los elementos del ciclo de carguío para cada uno de los tipos de camiones se presenta en la tabla 8.

TABLA 8. TIEMPO TOTAL DE LOS ELEMENTOS DEL CICLO DE CARGUIO PARA CADA TIPO DE CAMION.

Camión Doble Puente con Carro

Elementos del ciclo de carguío	Tiempo (min)	Tiempo (%)
Viaje cargado	19.08	62.87
Viaje vacío	4.03	13.28
Tiempo variable total	23.11	76.15
Tiempo fijo	7.24	23.85
Tiempo total	30.35	100

Camión Peerless

Viaje cargado	14.53	68.93
Viaje vacío	2.52	11.85
Tiempo variable total	17.05	80.88
Tiempo fijo	4.03	19.12
Tiempo total	21.08	100

Camión Rampa

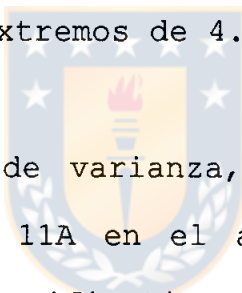
Viaje cargado	15.93	62.37
Viaje vacío	3.84	15.04
Tiempo variable total	19.77	77.41
Tiempo fijo	5.77	22.59
Tiempo total	25.24	100

De acuerdo a los resultados que entrega la tabla 8 es posible apreciar que los tiempos variables tienen una incidencia en el tiempo total del ciclo, que en todos los tipos de camiones supera el 76%.

Mediante un análisis de varianza, (ver tabla 6A, 7A y 8A en el apéndice), para los tiempos variables, se obtuvo que existen diferencias significativas entre los tiempos variables promedios de los tres tipos de camiones.

Con respecto a los tiempos fijos, la mayor acumulación de tiempos, corresponde al camión doble puente con carro debido a que éste demora más en instalarse en el lugar de carguío, producto de que el carro va desmontado, lo que dificulta las maniobras que debe realizar el operador para

acomodarse cerca de la ruma, el tiempo fijo que alcanza, corresponde a un 23,85% del tiempo total, presentando una desviación típica de un 2.37 min /camión y valores extremos de 8.35 y 6.13 min/camión; luego le sigue el camión rampa el cual alcanza un tiempo fijo de 5.77 min/camión, que corresponde a un 22.59 %, con una desviación típica de 2.31 min/camión y valores extremos de 6.85 y 4.68 min/camión ; y por último el camión peerless que presenta un tiempo fijo de 4.03 min/camión, con una desviación típica de 1.52 min/camión y valores extremos de 4.74 y 3.32 min/camión.



Mediante un análisis de varianza, para los tiempos fijos (ver tabla 9A, 10A y 11A en el apéndice), se obtuvo que existen diferencias significativas entre los tiempos fijos promedios de los camiones, peerless - doble puente con carro y peerless - rampa, en cambio entre el camión doble puente con carro y rampa se obtuvo que los tiempos promedios no presentan diferencias significativas.

Comparando los tiempos totales obtenidos podemos decir que el camión doble puente con carro, cargado con trozos de longitud 4 metros es el que presenta el mayor tiempo total con 30.35 min/camión, con una desviación típica de 2.49 min/camión y valores extremos de 31.52 y 29.18 min/camión;

luego el camión rampa con 25.54 min/ camión, con una desviación típica de 2.69 min/camión y valores extremos de 26.50 y 26.98 min/camión y por último el camión peerless que presenta el menor tiempo total correspondiendo a 21.08 min/camión, con una desviación típica de 1.57 min/camión y valores extremos de 21.08 y 20.35 min/camión.

En la figura 1 se presenta un histograma de barra, indicando la distribución de los tiempos totales producidos por cada uno de los elementos que conforman el ciclo de carguío, para los tres tipos de camiones.

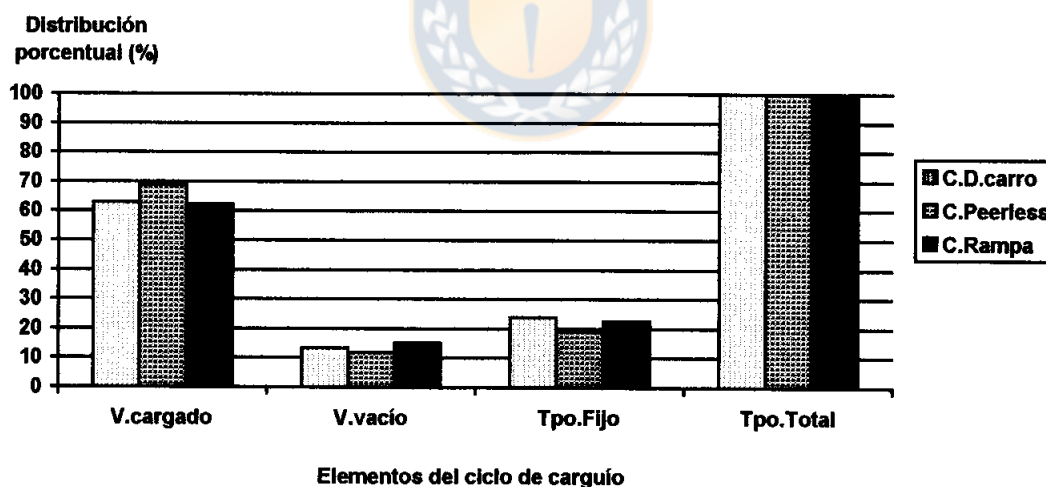


Figura 1. Distribución porcentual de los elementos del ciclo de carguío para el camión doble puente con carro, camión peerless y camión rampa.

5.1.3 Funciones de tiempo variable. Para el estudio de tiempo, se consideró como tiempo variable total del ciclo

de carguío a la suma de los elementos de viaje cargado y viaje vacío de la grúa. En la tabla 9 se presentan distintas funciones de tiempo variable para cada uno de los tipos de camiones.

TABLA 9. FUNCIONES DE TIEMPO VARIABLE PARA CADA TIPO DE CAMION.

C. Doble Puente con Carro

Variable independiente (X)	Función de Tiempo Variable (min/camión)
Número de trozos	$T_v = a + b \cdot e^{(-x/c)}$
Volumen por trozo	$T_v = a + b \cdot e^{(-x/c)}$
Diámetro de trozo	$T_v = a + b \cdot e^{(-x/c)}$
Volumen por camión	$T_v = a + b \cdot e^x$

C. Peerless

Número de trozos	$T_v = a + b \cdot x^2$
Volumen por trozo	$T_v = a + b \cdot e^{(-x/c)}$
Diámetro de trozo	$T_v = a + b \cdot e^{(-x/c)}$
Volumen por camión	$T_v = a + b \cdot x^3$

C. Rampa

Número de trozos	$T_v = a + b/x^2$
Volumen por trozo	$T_v = a + b \cdot x^c$
Diámetro de trozo	$T_v = a + b \cdot e^x$
Volumen por camión	$T_v = a + b \cdot x^3$

Las funciones que presenta la tabla 9 son los mejores modelos matemáticos obtenidos, seleccionados de acuerdo al coeficiente de determinación ajustado (R^2), error estándar de estimación (EEE) y análisis de varianza (F).

Las figuras 1A, 2A, 3A y 4A, presentada en el apéndice, contienen los gráficos correspondientes a cada una de las funciones anteriormente señaladas, para cada uno de los tipos de camiones. A partir de estos gráficos podemos observar que para el camión doble puente con carro y camión peerless existe correlación entre el tiempo variable y número de trozos, volumen por trozo y diámetro promedio de los trozos; en cambio para el camión rampa se observa que solamente existe correlación entre el tiempo variable y número de trozos.

En la tabla 10, se entregan los principales estimadores estadísticos de cada función de tiempo variable anteriormente señaladas en la tabla 9, con el objeto de poder comparar y elegir la mejor función de tiempo variable para cada uno de los tipos de camiones.

TABLA 10. VALORES DE R^2 , EEE Y F PARA LAS FUNCIONES DE TIEMPO VARIABLE TOTAL.

C. Doble Puente con Carro

Función Tiempo Variable	R^2	EEE	F
Tv= f(número trozos)	0.70	0.70	20.52
Tv= f(volumen trozo)	0.59	0.83	12.48
Tv= f(diámetro trozos)	0.59	0.83	12.41
Tv= f(volumen camión)	0.15	1.17	3.23

C. Peerless

Tv= f(número trozos)	0.71	0.59	44.13
Tv= f(volumen trozo)	0.72	0.60	21.96
Tv= f(diámetro trozos)	0.72	0.60	21.89
Tv= f(volumen camión)	0.20	0.98	4.68

C. Rampa

Tv= f(número trozos)	0.73	0.61	49.17
Tv= f(volumen trozo)	0.37	0.96	5.09
Tv= f(diámetro trozos)	0.37	0.94	10.70
Tv= f(volumen camión)	0.32	0.97	8.82

A partir de la tabla 10, se puede observar que la mejor función de tiempo variable es aquella que presenta la variable independiente número de trozos, para los tres

tipos de camiones debido a que presentan el mayor coeficiente de determinación ajustado (R^2), el mayor valor de F y el menor error estándar de estimación (EEE).

A continuación en la tabla 11 se presentan las funciones de tiempo variable seleccionadas para cada tipo de camión; donde la variable independiente X, corresponde al número de trozos y sus respectivos coeficientes de la regresión a, b y c.

TABLA 11. FUNCION DE TIEMPO VARIABLE TOTAL PARA CADA TIPO DE CAMION.

Tipo de camión	Func.Tpo.variable (min/camión)	a	b	c
D.P con Carro	$T_v = a + b \cdot e^{(-x/c)}$	21.5104	0.0271	-31.10
Peerless	$T_v = a + b \cdot x^2$	13.3616	0.0035	
Rampa	$T_v = a + b / x^2$	24.2872	-22085.7	

Donde:

T_v = Tiempo variable total, min/camión.

X = Número de trozos por camión.

5.1.4 Función de tiempo total. En la tabla 12, se presentan las funciones de tiempo total del ciclo de carguío, para cada uno de los tipos de camiones, las cuales se obtienen sumando el tiempo fijo promedio por tipo de camión con la función de tiempo variable total correspondiente.

TABLA 12. FUNCION DE TIEMPO TOTAL PARA CADA TIPO DE CAMION.

Tipo de camión	Función de tiempo total (min / camión)
D.P con Carro	$TT = 28.7504 + 0.0271 * e^{(X / 31.1012)}$
Peerless	$TT = 17.3917 + 0.0039 * X^2$
Rampa	$TT = 30.0543 - 22085.7385 / X^2$

Donde:

TT = Tiempo total de carguío, min/camión.

X = Número de trozos por camión.

5.2 Rendimiento. En la tabla 13, se presenta la función de rendimiento para cada tipo de camión.

TABLA 13. FUNCION DE RENDIMIENTO PARA CADA TIPO DE CAMION.

Tipo de camión	Función de rendimiento (m ³ ssc / hr)
D.P con Carro	$R = 1639.8 / (28.7504 + 0.0271 * e^{(X / 31.1012)})$
Peerless	$R = 1851.6 / (17.3917 + 0.0039 * X^2)$
Rampa	$R = 1911 / (30.0543 - 22085.7385 / X^2)$

Donde:

R = Rendimiento de la grúa Prentice T-18D, m³ssc/ hr.

X = Número de trozos por camión.

De la tabla 13, es importante destacar que para el número de trozos promedio igual a 118 estimado para el camión doble puente con carro, se obtiene un rendimiento de 54.74 m³ssc/hr, para el camión peerless con 32 trozos promedio se obtiene un rendimiento de 86.58 m³ssc/hr y finalmente el camión rampa presenta un rendimiento de 74.44 m³ssc/hr para un número de trozos promedio igual a 71. A partir de estos rendimientos se puede inferir que el mayor rendimiento de la grúa se logra cargando el camión peerless, luego el camión rampa y por último el camión doble puente con carro.

Cada función de rendimiento es evaluada en un rango de número de trozos (extremos para cada tipo de camión) y se representan en la figura 5A del apéndice.

5.3 Costos totales.

En la tabla 14 se presenta el costo horario de la grúa, expresado en \$/hr.

TABLA 14. COSTOS DE POSESION, OPERACION Y MANO DE OBRA DE LA GRUA PRENTICE T-180D.

Tipo de costos	Unidad de medida (\$/hr)	%
C. Fijo	6554.86	55.53
C. Variable	3382.63	28.66
C. Mano de obra	1865.72	15.81
C. Total	11803.21	100
G. Administración (10%)	1180.32	
C. Operacional total	12983.53	

Los valores presentados en la tabla 14, corresponden a mayo de 1997.

Se desprende de esta tabla que la grúa Prentice T-180D, alcanza un costo horario igual a 12983.53 \$/hr. Es necesario mencionar que a este costo, se le ha agregado un porcentaje estimado de un 10 %, que corresponde a gastos administrativos.

Considerando los costos costos fijos, variables y mano de obra, el que presenta una mayor incidencia dentro del costo total, es el costo fijo, alcanzando un valor de 6554.86 \$/hr, producto del costo anual equivalente el cual aporta con más del 50 % en el costo fijo total.

En relación a los porcentajes de incidencia , la diferencia entre costos de menor y mayor participación es decir, costo fijo y costo de mano de obra alcanza a 39.72 % aproximadamente .

El 28.66 % del costo total corresponde a costos variables, originado principalmente por el costo de combustible, el cual contribuye con el 53.21 %, en el costo variable total.

TABLA 15. FUNCION DE COSTOS DE PRODUCCION PARA CADA TIPO DE CAMION.

Tipo camión	Función Costo de Producción (\$ / m ³)
DP.carro	$CP = 11803.21 / 1639.8 / (28.7504 + 0.0271 * e^{(X/31.1012)})$
Peerless	$CP = 11803.21 / (1851.6 / (17.3917 + 0.0039 * X^2))$
Rampa	$CP = 11803.21 / (1911 / (30.0543 - 22085.7385 / X^2))$

Para poder determinar y analizar el valor de los costos de producción, se determinó el rendimiento de la grúa cargando los distintos tipos de camiones y productos a partir de un número de trozos promedio específico para cada tipo de camión. El rendimiento, costo horario y el costo de producción de la grúa asociado a distintos tipos de camiones, se presentan en la tabla 16.

TABLA 16. COSTO PROMEDIO DE PRODUCCION SEGUN EL RENDIMIENTO PROMEDIO ASOCIADO A CADA TIPO DE CAMION.

Tipo de camión	C. Horario \$/hr	Rendimiento m ³ / hr	C. producción \$ / m ³
C.D.con carro	11803.21	54.74	215.61
C. Peerless	11803.21	86.58	136.32
C. Rampa	11803.21	74.44	158.57

De la tabla 16, se puede afirmar que el costo de producción más bajo de la grúa en relación a sus rendimientos, los cuales fueron obtenidos a partir del número de trozos promedio para cada tipo de camión, fue de 136.32 \$/m³ para el camión peerless, 158.57 \$/m³ para el camión rampa y por último 215.61 \$/m³ para el camión doble puente con carro.

Debido a la alta incidencia del costo anual equivalente y del costo de combustible en el costo total, vale la pena conocer el grado de sensibilidad que presenta el costo de producción ante un cambio en la tasa de interés y en el precio del combustible, los cuales presentan variaciones en el tiempo. En la tabla 17 y 18 se presentan los resultados del análisis de sensibilidad.

TABLA 17 VARIACION DEL COSTO DE PRODUCCION ANTE CAMBIOS EN LA TASA DE INTERES.

Variación tasa de interés %	Variación costo producción %
-20	-2.4
-10	-1.2
10	1.2
20	2.4

TABLA 18. VARIACION DEL COSTO DE PRODUCCION ANTE CAMBIOS EN EL PRECIO DE COMBUSTIBLE.

Variación precio del combustible %	Variación costo producción %
-10	-1.53
-5	-0.76
5	0.76
10	1.53
15	2.29

VI. CONCLUSIONES

- Considerando el tiempo productivo de la grúa Prentice T-180D; se estableció que a mayor largo de los trozos, menor es el tiempo total promedio de carguío.
- La variable explicatoria de la función de tiempo total de carguío, que mejor refleja la función de rendimiento para los tres tipos de camiones, es el número de trozos.
- A medida que aumenta el largo de los trozos, mayor es el rendimiento promedio de la grúa Prentice T-180D.
- El costo horario de la grúa Prentice T-180D, alcanza un valor de 11803.21 \$/hr, donde la mayor participación la obtienen los costos fijos, con un 55.53 % y la menor los costos de mano de obra con 15.81 % .
- El elemento que presenta una mayor incidencia en el costo fijo total es el costo anual equivalente de la inversión, con un 58.56 %; y en el costo variable total, el costo de combustible, con un 53.21%.

- A medida que aumenta el largo de los trozos, el costo de producción promedio de la grúa Prentice T-180D disminuye, para el rango de diámetro analizado.

- El costo de producción presenta una baja sensibilidad ante cambios en la tasa de interés y precio del combustible.



VII RESUMEN

Este estudio tiene por objetivo determinar funciones de rendimiento y costos para una grúa Prentice T-180D, en faena una de carguío en bosque; para camiones peerless, rampa y doble puente con carro; con productos de 11 m, 5.4 m y 4 m de largo respectivamente.

Para determinar las funciones de rendimiento, se debió realizar un estudio de tiempo, el cual consistió en deteminar el tiempo, de cada uno de los elementos necesarios, para llevar a cabo la actividad de carguío. Junto a esto, se debió considerar la medición de otras variables en terreno, las cuales permitirían establecer relaciones con los tiempos, para cada uno de los tipos de camiones. Estas funciones de tiempo y los volúmenes promedio de carga de los camiones establecieron las funciones de rendimiento para cada uno de los tipos de camiones.

Para determinar las funciones de producción, se determinó los costos horarios del equipo, las cuales se relacionaron

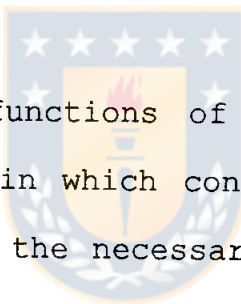
con las funciones de rendimiento obtenidas para cada uno de los tipos de camiones.

Las funciones de rendimiento y costos logrados en este estudio, servirán para comparar una grúa, trabajando con distintos tipos de productos y camiones, además; comparar rendimientos y costos con otros equipos de características técnicas y condiciones de terreno similares.



VII SUMMARY

This study is to have the objective of determining the functions of returns and cost intended for one Prentice T-180D crane for the work of loading wood in the forest, intended for a peerless truck, slope and double bridge, with cart; with products of 11 m, 5.4 m and 4 m of respectives lengths.



For determining the functions of returns, fullfilment of duty a study of time in which consists in determining the time, of every one of the necessary elements, intended for the carring to wood the activity of loading in addicion to this you have to consider the mensure of this other variables of the terrain, which allow you to establish relations with the time, for each an of the types of trucks. These functions of time and the average volumes of cargo of the truck establish the functions of the returns intended for each of the types of truck.

For determining the functions of production we determin the hourly cost of the equipment, which has the relation with

the functions of returns, for obtaining each one of the types of truck.

The functions of returns and costs obtained in this study, serve the purpose of comparing a crane, working with different types of products and truck, besides comparing returns and cost with other technical characteristics of machinery and conditions of similar terrains.



VIII. BIBLIOGRAFIA

- 1.- Alvarez, J. 1990. Técnicas de análisis de la producción. Universidad de Concepción. Facultad de Ciencias Agronómicas, Veterinarias y Forestales. Chillán. Chile.
- 2.- Arrué, E. 1975. Grúas. Concepción. Chile.
- 3.- Backer, M. 1992. Contabilidad de costos, un enfoque administrativo para la toma de decisiones. Segunda edición. México.
- 4.- Banco Central de Chile. Diciembre 1996. Boletín mensual N° 826.
- 5.- Blount, Inc, Forestry and Industrial Equipment division. 1995. Specifications of the Prentice T-180D. Owatonna. Estados Unidos.
- 6.- Giacaman, A. 1993. Estudio de tiempos y rendimientos y tensiones de cable para una torre de madereo URUS I - UNI en tala rasa. Memoria de Título.

Universidad de Concepción. Facultad de Ciencias Forestales. Chillán. Chile.

- 7.- Lineros, M. 1995. Metodología sencilla para la estimación de costos en producción de madera corta. Universidad de Concepción. Facultad de Ciencias Forestales. Concepción. Chile.
- 8.- Lineros, M. 1995. Apuntes de Utilización Forestal. Universidad de Concepción. Facultad de Ciencias Forestales. Concepción. Chile.
- 9.- Loren, A. 1996. Análisis preliminar del sistema camión autocargante ultraliviano. Estudios de Rendimientos. Forestal Chile. Concepción .Chile.
- 10.- Márquez, J. 1982. Cálculo de costos horarios a los equipos rodantes de la compañía siderúrgica Huachipato S.A. Memoria de Título. Universidad de Concepción. Facultad de Ingeniería Civil Mecánica. Concepción. Chile.
- 11.- Nieto, R., Soria, J. 1989. Motores y Maquinaria Forestal. Sevilla. España.

- 12.- Oficina internacional del trabajo (OIT). 1968. Introducción al estudio del trabajo. Ginebra. Suiza.
- 13.- Osorio, O. 1992. La capacidad de producción y los costos. Segunda edición. Buenos Aires. Argentina.
- 14.- Philippatos, G. 1980. Fundamentos de Administración Financiera. México.
- 15.- Pinto, G. 1993. Determinación de funciones de tiempo, rendimiento y costo para la torre de madereo Koller k-300 dependiente, en raleo comercial. Memoria de Título. Universidad de Concepción. Facultad de Ciencias Forestales. Chillán. Chile.
- 16.- Risso, A. 1990. Análisis de un sistema de transporte de productos forestales. Memoria de Título. Universidad de Concepción. Facultad de Ingeniería Civil. Concepción. Chile

IX APENDICE

TABLA 1A. ANTECEDENTES TECNICOS DE LA GRUA PRENTICE T-180D. (Blount, 1995).

- Grúa montada sobre camión y situada en el extremo de la carrocería.
- Potencia del motor : 4BT - 3.9, 94 HP.
- Capacidad de combustible : 79 galones.
- Presión de trabajo máximo : 2.600 psi.

Especificaciones de operación

- Capacidad máxima de alcance:
27 pies de radio, 8 pies de elevación... 2.700 lbs.
- Peso de operación sin garra: 15.560 lbs.
- Altura al nivel de los ojos del operador. 12 - 04
(pie,pulg).
- Altura a nivel superior de la cabina..... 13 - 02
(pie,pulg).
- Alcance máximo del brazo a nivel de suelo. 28 - 04
(pie,pulg).

Máxima capacidad de elevación a distintos radios

capacidad máxima				
kg	8572.8	5669.8	4173.0	3311.2
radios				
m	3.0	4.5	6.0	7.6

TABLA 2A. COSTOS FIJOS, COSTOS VARIABLES Y COSTO DE MANO DE OBRA.

COSTOS FIJOS (US\$ / HR)	
CAE.....	9.18
Depreciación.....	5.88
Permiso de circulación.....	0.06
Seguros.....	0.53
Revisión Técnica.....	0.02
COSTO FIJO TOTAL.....	15.67
COSTOS VARIABLES (US\$/ HR)	
Petróleo.....	4.31
Aceite.....	1.16
Grasa.....	0.19
Neumáticos.....	0.72
Repuestos.....	0.94
Reparaciones.....	0.67
Filtros.....	0.10
COSTOVARIABLE TOTAL.....	8.09
COSTO DE MANO DE OBRA (US\$/HR)	
Sueldo del operador de la grúa.....	4.46

TABLA 3A ANALISIS DE VARIANZA (VOLUMEN PROMEDIO POR CAMION)

ANALISIS DE VARIANZA DE UNA VIA

Variable: Volumen promedio por camión (V.P).

Tipo de camión: doble puente con carro (1) y rampa (2).

Tabla de análisis de varianza o tabla ANOVA.

Variable	Media	Varianza
V.P (1)	27.33385	5.5915716
V.P(2)	31.8505	4.3381313

Test de Bartlett`s para homogenidad de varianza

Ho = varianza V.P(1) igual a varianza V.P(2)**Ha** = varianza V.P(1) distinta a varianza V.P(2)

Chi-cuadrado =0.2973656 gl =1 p = 0.5855387

Nivel de significación escogido = 0.05

Como la probabilidad (p) entregada por la prueba es mayor a 0.05, se acepta la hipótesis nula. Por lo tanto existe homogeneidad de varianza.

ANALISIS DE VARIANZA DE UNA VIA

Variable = Volumen promedio por camión (V.P)

Hipótesis nula = Ho = V.P1 promedio = V.P2 promedio**Hipótesis alterna = Ha** = V.P1 promedio distinto a V.P2

Nivel de significación =0.05

Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	MC
Gran media	35027.873	1	35027.873
Entre tratamientos	204.00127	1	204.00127
Dentro los tratamie	188.66436	38	4.9648515
TOTAL	35420.538	40	

F = 41.089099

p =1.561e-07

La probabilidad (p) entregada por la prueba es menor a 0.05, por lo tanto se rechaza Ho se acepta la Ha es decir existe diferencias significativas entre las medias de los tratamientos

TABLA 4A ANALISIS DE VARIANZA(VOLUMEN PROMEDIO POR CAMION)

ANALISIS DE VARIANZA DE UNA VIA

Variable: Volumen promedio por camión (V.P).

Tipo de camión :doble puente con carro (1) y peerless (2).

Tabla de análisis de varianza o tabla ANOVA.

Variable	Media	Varianza
V.P (1)	27.33385	5.5915716
V.P(2)	30.8645	2.8435773

Test de Bartlett`s para homogenidad de varianza

Ho = varianza V.P(1) igual a varianza V.P(2)**Ha** = varianza V.P(1) distinta a varianza V.P(2)

Chi-cuadrado =2.0770850 gl =1 p = 0.1495255

Nivel de significación escogido = 0.05

Como la probabilidad (p) entregada por la prueba es mayor a 0.05, se acepta la hipótesis nula. Por lo tanto existe homogeneidad de varianza.

ANALISIS DE VARIANZA DE UNA VIA

Variable = Volumen promedio por camión (V.P)

Hipótesis nula = Ho = V.P1 promedio = V.P2 promedio**Hipótesis alterna = Ha** = V.P1 promedio distinto a V.P2

Nivel de significación =0.05

Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	MC
Gran media	33870.479	1	33870.479
Entre tratamientos	124.65489	1	124.65489
Dentro los tratamient	160.26783	38	4.2175745
TOTAL	34155.402	40	

F = 29.556062

p = 0.0000034

La probabilidad (p) entregada por la prueba es menor a 0.05, por lo tanto se rechaza Ho y se acepta la Ha es decir existe diferencias significativas entre las medias de los tratamientos

TABLA 5A ANALISIS DE VARIANZA (VOLUMEN PROMEDIO POR CAMION)

ANALISIS DE VARIANZA DE UNA VIA

Variable: Volumen promedio por camión (V.P).

Tipo de camión :rampa (1) y peerless (2).

Tabla de análisis de varianza o tabla ANOVA.

Variable	Media	Varianza
V.P (1)	31.8505	4.3381313
V.P(2)	30.8645	2.8435773

Test de Bartlett's para homogenidad de varianza

Ho = varianza V.P(1) igual a varianza V.P(2)

Ha = varianza V.P(1) distinta a varianza V.P(2)

Chi-cuadrado = 0.8196316 gl =1 p = 0.3652879

Nivel de significación escogido = 0.05

Como la probabilidad (p) entregada por la prueba es mayor a 0.05, se acepta la hipótesis nula. Por lo tanto existe homogeneidad de varianza.

ANALISIS DE VARIANZA DE UNA VIA

Variable = Volumen promedio por camión (V.P)

Hipótesis nula = Ho = V.P1 promedio = V.P2 promedio

Hipótesis alterna = Ha = V.P1 promedio distinto a V.P2

Nivel de significación =0.05

Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	MC
Gran media	39331.712	1	39331.712
Entre tratamientos	9.72196	1	9.72196
Dentro los tratamient	136.45246	38	3.5908543
TOTAL	39477.887	40	

F = 2.7074226

p = 0.1081303

La probabilidad (p) entregada por la prueba es mayor a 0.05, por lo tanto se acepta Ho y se rechaza Ha, es decir no existen diferencias significativas entre las medias de los tratamientos.

TABLA 6A ANALISIS DE VARIANZA (TIEMPO VARIABLE)

ANALISIS DE VARIANZA DE UNA VIA

Variable: Tiempo variable (TV).

Tipo de camión : doble puente con carro (1) y rampa (2).

Tabla de análisis de varianza o tabla ANOVA.

Variable	Media	Varianza
TV (1)	23.119	1.5303779
TV(2)	19.772	1.3362589

Test de Bartlett`s para homogenidad de varianza

Ho = varianza TV(1) igual a varianza TV(2)

Ha = varianza TV(1) distinta a varianza TV(2)

Chi-cuadrado =0.08508658 gl =1 p = 0.77051

Nivel de significación escogido = 0.05

Como la probabilidad (p) entregada por la prueba es mayor a 0.05, se acepta la hipótesis nula. Es decir existe homogeneidad de varianza.

ANALISIS DE VARIANZA DE UNA VIA

Hipótesis nula = Ho = TV1 promedio = TV2 promedio

Hipótesis alterna = Ha = TV1 promedio distinto a TV2

Nivel de significación =0.05

Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	MC
Gran media	18396.379	1	18396.379
Entre tratamientos	112.02409	1	112.02409
Dentro los tratami	54.4661	38	1.4333184
TOTAL	18562.869	40	

F = 78.157155

p menor a 0.00000001

La probabilidad (p) entregada por la prueba es menor a 0.05, por lo tanto se rechaza Ho y se acepta la Ha, por lo tanto existe diferencias significativas entre las medias de los tratamientos.

TABLA 7A ANALISIS DE VARIANZA (TIEMPO VARIABLE).

ANALISIS DE VARIANZA DE UNA VIA

Variable: Tiempo variable (TV).

Tipo de camión : doble puente con carro (1) y peerless (2).

Tabla de análisis de varianza o tabla ANOVA.

Variable	Media	Varianza
TV (1)	23.119	1.5303779
TV(2)	17.054	1.1584674

Test de Bartlett`s para homogenidad de varianza

 H_0 = varianza TV(1) igual a varianza TV(2) H_a = varianza TV(1) distinta a varianza TV(2)

Chi-cuadrado =0.3576068 gl =1 p = 0.5498384

Nivel de significación escogido = 0.05

Como la probabilidad (p) entregada por la prueba es mayor a 0.05, se acepta la hipótesis nula. Es decir existe homogeneidad de varianza.

ANALISIS DE VARIANZA DE UNA VIA**Hipótesis nula = H_0 = TV1 promedio = TV2 promedio****Hipótesis alterna = H_a = TV1 promedio distinto a TV2**

Nivel de significación =0.05

Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	MC
Gran media	16138.699	1	16138.699
Entre tratamientos	367.84225	1	367.84225
Dentro los tratamient	51.08806	38	1.3444226
TOTAL	16557.63	40	

F = 273.60611

p menor a 0.00000001

La probabilidad (p) entregada por la prueba es menor a 0.05, por lo tanto se rechaza H_0 y se acepta la H_a , es decir existe diferencias significativas entre las medias de los tratamientos

TABLA 8A ANALISIS DE VARIANZA (TIEMPO VARIABLE)

ANALISIS DE VARIANZA DE UNA VIA

Variable: Tiempo variable (TV).

Tipo de camión : rampa (1) y peerless (2).

Tabla de análisis de varianza o tabla ANOVA.

Variable	Media	Varianza
TV (1)	19.772	1.3362589
TV(2)	17.054	1.1584674

Test de Bartlett`s para homogenidad de varianza

Ho = varianza TV(1) igual a varianza TV(2)**Ha** = varianza TV(1) distinta a varianza TV(2)

Chi-cuadrado =0.0942658 gl =1 p =0.7588225

Nivel de significación escogido = 0.05

Como la probabilidad (p) entregada por la prueba es mayor a 0.05, se acepta la hipótesis nula. Es decir existe homogeneidad de varianza.

ANALISIS DE VARIANZA DE UNA VIA**Hipótesis nula = Ho** = TV1 promedio igual a TV2 promedio**Hipótesis alterna = Ha** = TV1 promedio distinto a TV2

Nivel de significación =0.05

Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	MC
Gran media	13561.543	1	13561.543
Entre tratamientos	73.87524	1	73.87524
Dentro los tratam.	47.3998	38	1.2473632
TOTAL	13682.818	40	

F = 59.225126

p menor a 0.00000001

La probabilidad (p) entregada por la prueba es menor a 0.05, es decir se rechaza Ho y se acepta la Ha, por lo tanto existen diferencias significativas entre las medias de los tratamientos.

TABLA 9A ANÁLISIS DE VARIANZA (TIEMPO FIJO).

ANÁLISIS DE VARIANZA DE UNA VIA

Variable: Tiempo fijo (TF).

Tipo de camión : camión rampa (1) y camión peerless (2).

Tabla de análisis de varianza o tabla ANOVA.

Variable	Media	Varianza
TV (1)	5.767	5.3591484
TV(2)	4.032	2.3147432

Test de Bartlett's para homogenidad de varianza

Ho = varianza TF(1) igual a varianza TF(2)**Ha** = varianza TF(1) distinta a varianza TF(2)

Chi-cuadrado =3.1703121 gl =1 p =0.0749881

Nivel de significación escogido = 0.05

Como la probabilidad (p) entregada por la prueba es mayor a 0.05, se acepta la hipótesis nula. Es decir existe homogeneidad de varianza.

ANÁLISIS DE VARIANZA DE UNA VIA**Hipótesis nula** = **Ho** = TF1 promedio = TF2 promedio**Hipótesis alterna** = **Ha** = TF1 promedio distinto a TF2

Nivel de significación =0.05

Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	MC
Gran media	960.20401	1	960.20401
Entre tratamientos	30.10225	1	30.10225
Dentro los tratam.	145.80394	38	3.8369458
TOTAL	1136.1102	40	

F = 7.8453676

p = 0.0079692

La probabilidad (p) entregada por la prueba es menor a 0.05, por lo tanto se rechaza Ho y se acepta la Ha es decir existe diferencias significativas entre las medias de los tratamientos.

TABLA 10A ANALISIS DE VARIANZA (TIEMPO FIJO).

ANALISIS DE VARIANZA DE UNA VIA

Variable: Tiempo fijo (TF).

Tipo de camión :doble puente con carro (1) y rampa

Tabla de análisis de varianza o tabla ANOVA.

Variable	Media	Varianza
TV (1)	7.2445	5.6330892
TV(2)	5.767	5.3591484

Test de Bartlett's para homogenidad de varianza

Ho = varianza TF(1) igual a varianza TF(2)**Ha** = varianza TF(1) distinta a varianza TF(2)

Chi-cuadrado = 0.0115013 gl =1 p =0.9145951

Nivel de significación escogido = 0.05

Como la probabilidad (p) entregada por la prueba es mayor a 0.05 se acepta la hipótesis nula. Por lo tanto existe homogeneidad de varianza.

ANALISIS DE VARIANZA DE UNA VIA**Hipótesis nula = Ho** = TF1 promedio = TF2 promedio**Hipótesis alterna = Ha** = TF1 promedio distinto a TF2

Nivel de significación =0.05

Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	MC
Gran media	1692.9913	1	1692.9913
Entre tratamientos	21.830062	1	21.830062
Dentro los tratam.	208.85252	38	5.4961188
TOTAL	1923.6739	40	

F =3.9719051

p = 0.0534825

La probabilidad (p) entregada por la prueba es mayor a 0.05, es decir se acepta Ho y se rechaza Ha , por lo tanto no existe diferencias significativas entre las medias de los tratamientos.

TABLA 11A ANALISIS DE VARIANZA (TIEMPO FIJO).

ANALISIS DE VARIANZA DE UNA VIA

Variable: Tiempo fijo (TF).

Tipo de camión : doble puente con carro (1) y peerless (2).

Tabla de análisis de varianza o tabla ANOVA.

Variable	Media	Varianza
TV (1)	7.2445	5.6330892
TV(2)	4.032	2.3147432

Test de Bartlett's para homogenidad de varianza

Ho = varianza TF(1) igual a varianza TF(2)**Ha** = varianza TF(1) distinta a varianza TF(2)

Chi-cuadrado = 3.5460822 gl =1 p =0.0596862

Nivel de significación escogido = 0.05

Como la probabilidad (p) entregada por la prueba es mayor a 0.05, se acepta la hipótesis nula. Por lo tanto existe homogeneidad de varianza.

ANALISIS DE VARIANZA DE UNA VIA**Hipótesis nula = Ho** = TF1 promedio = TF2 promedio**Hipótesis alterna = Ha** = TF1 promedio distinto a TF2

Nivel de significación =0.05

Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	MC
Gran media	1271.5945	1	1271.5945
Entre tratamientos	103.20156	1	103.20156
Dentro los tratam.	151.00881	38	3.9739162
TOTAL	1525.8049	40	

F =25.969738

p = 0.0000098

La probabilidad (p) entregada por la prueba es menor a 0.05, por lo tanto se rechaza Ho y se acepta la Ha es decir, existe diferencias significativas entre las medias de los tratamientos.

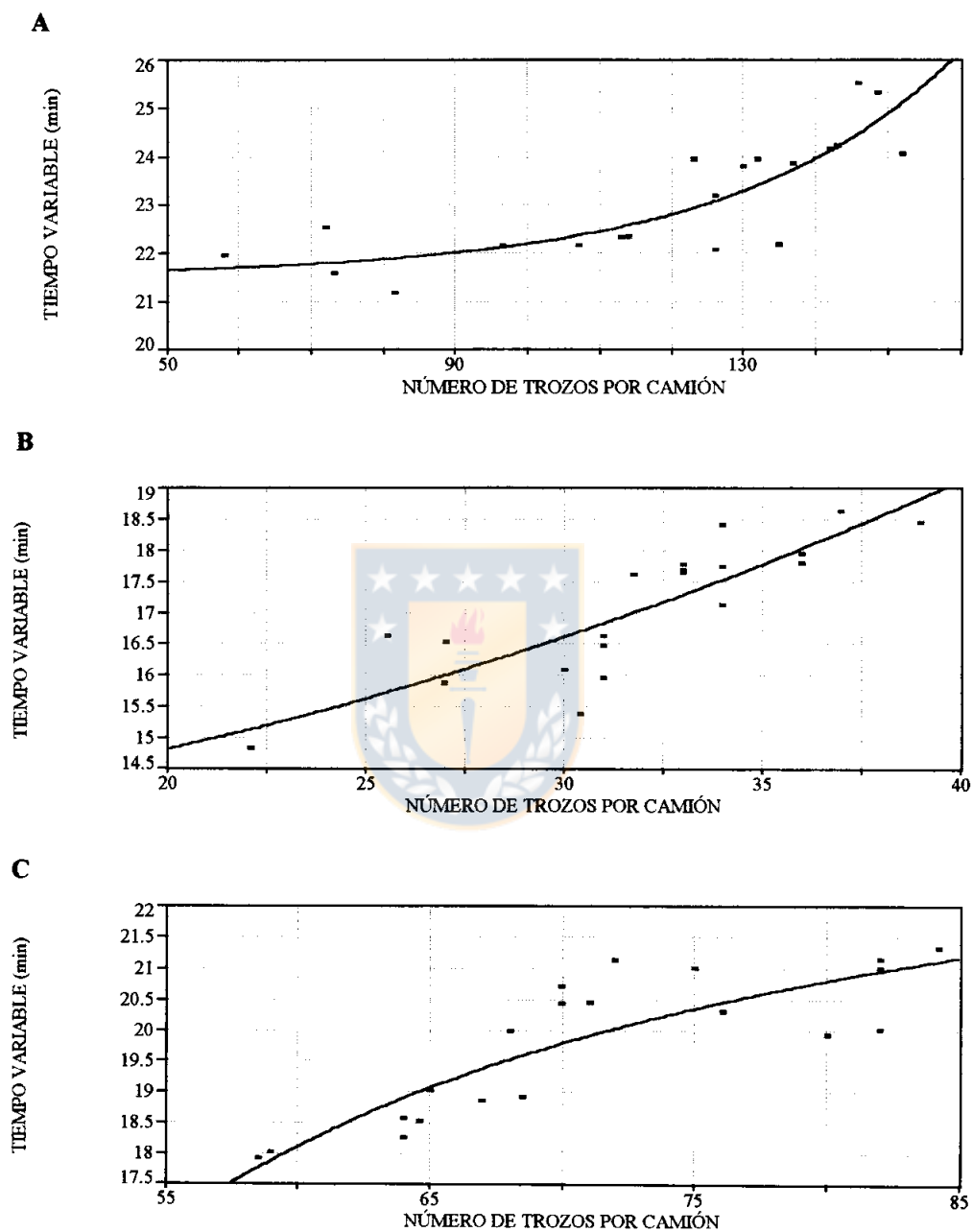


Figura 1A. Tiempo variable total en función del número de trozos promedio para cada tipo de camión. Camión doble puente con carro (A), camión peerless (B) y camión rampa (C).

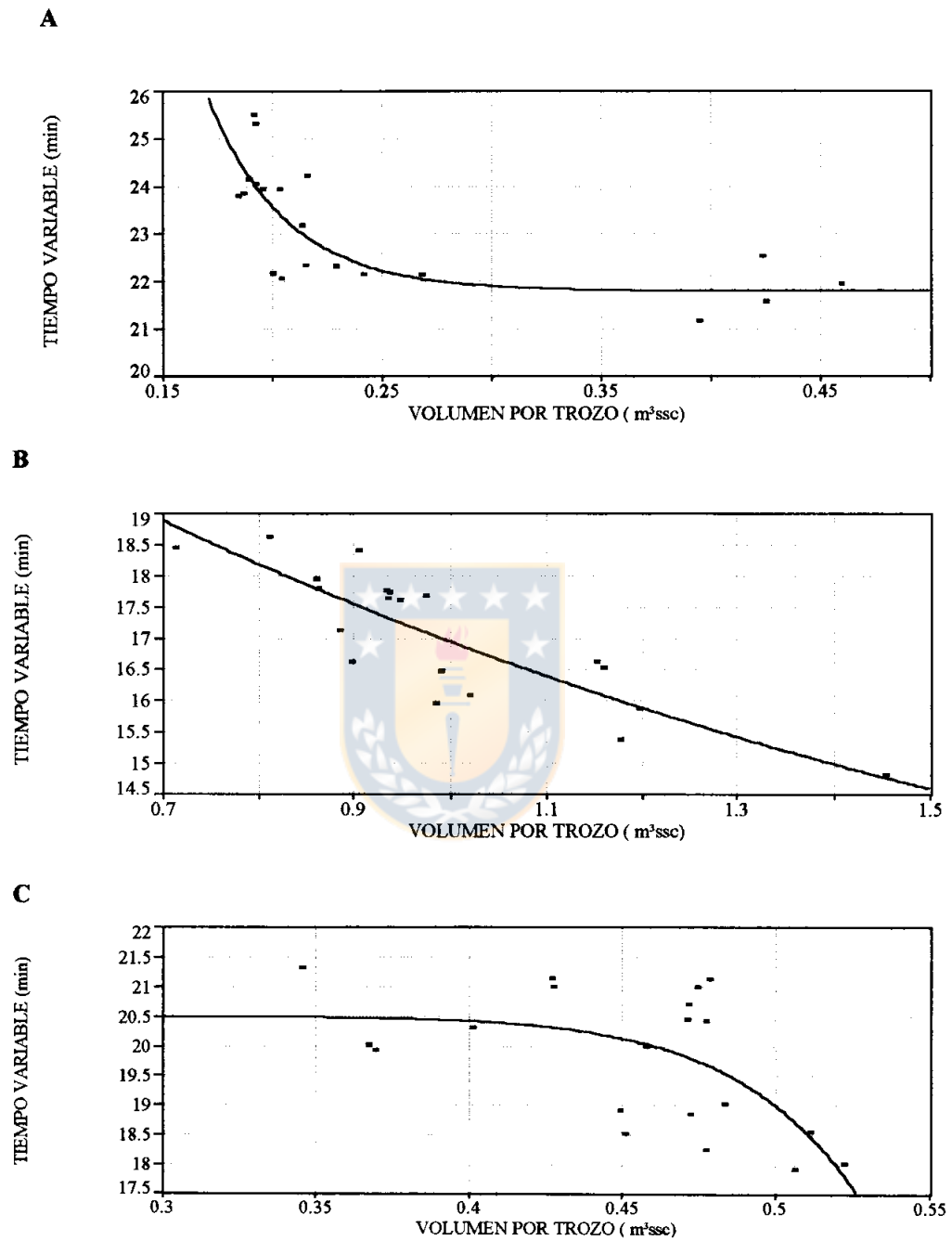


Figura 2A. Tiempo variable en función del volumen por trozo promedio para cada tipo de camión. Camión doble puente con carro (A), camión peerless (B) y camión rampa (C).

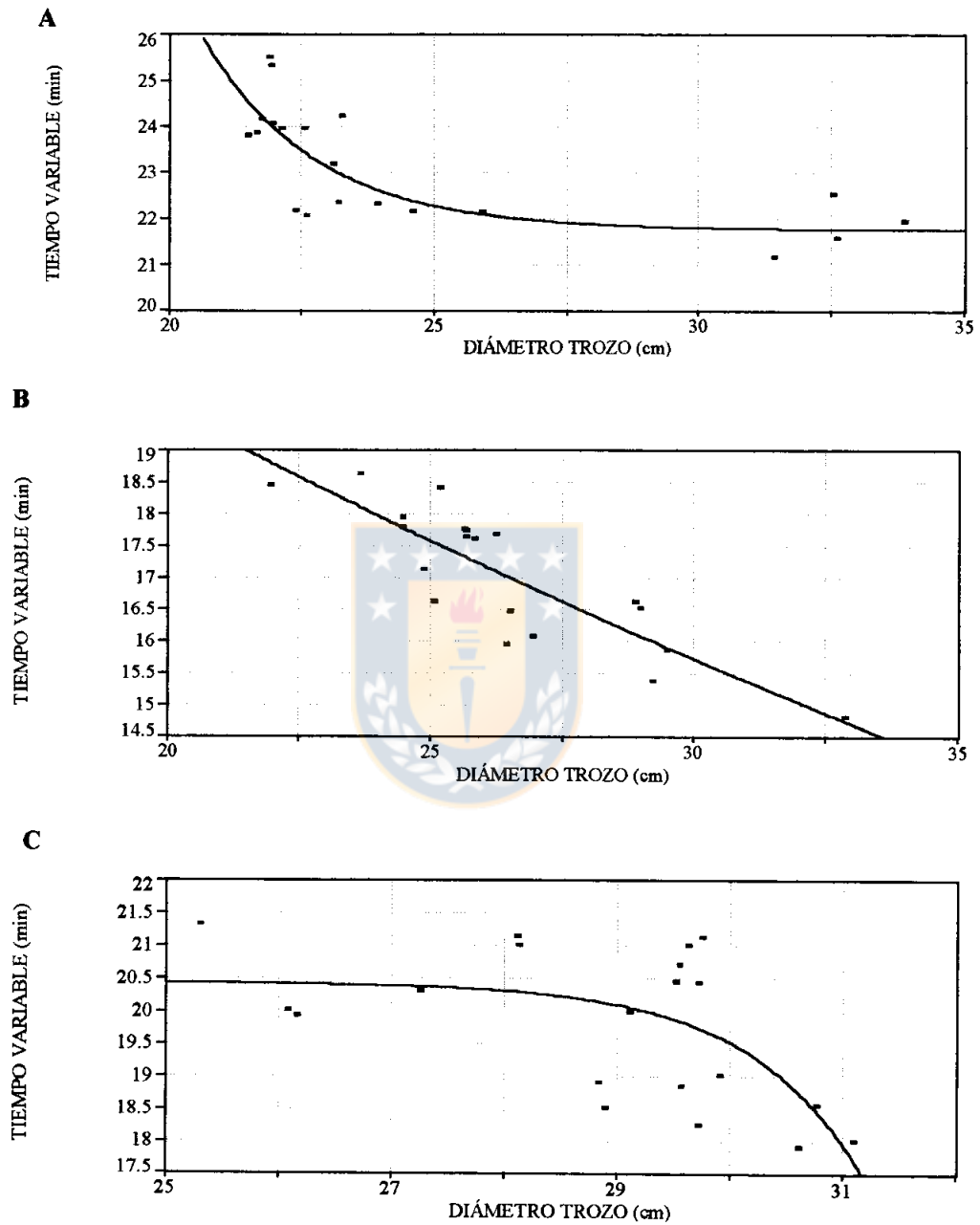


Figura 3A. Tiempo variable en función del diámetro promedio de trozos, de largo 4 metros para el camión doble puente con carro (A), 11 metros para el camión peerless (B) y 5.4 metros para el camión rampa (C).

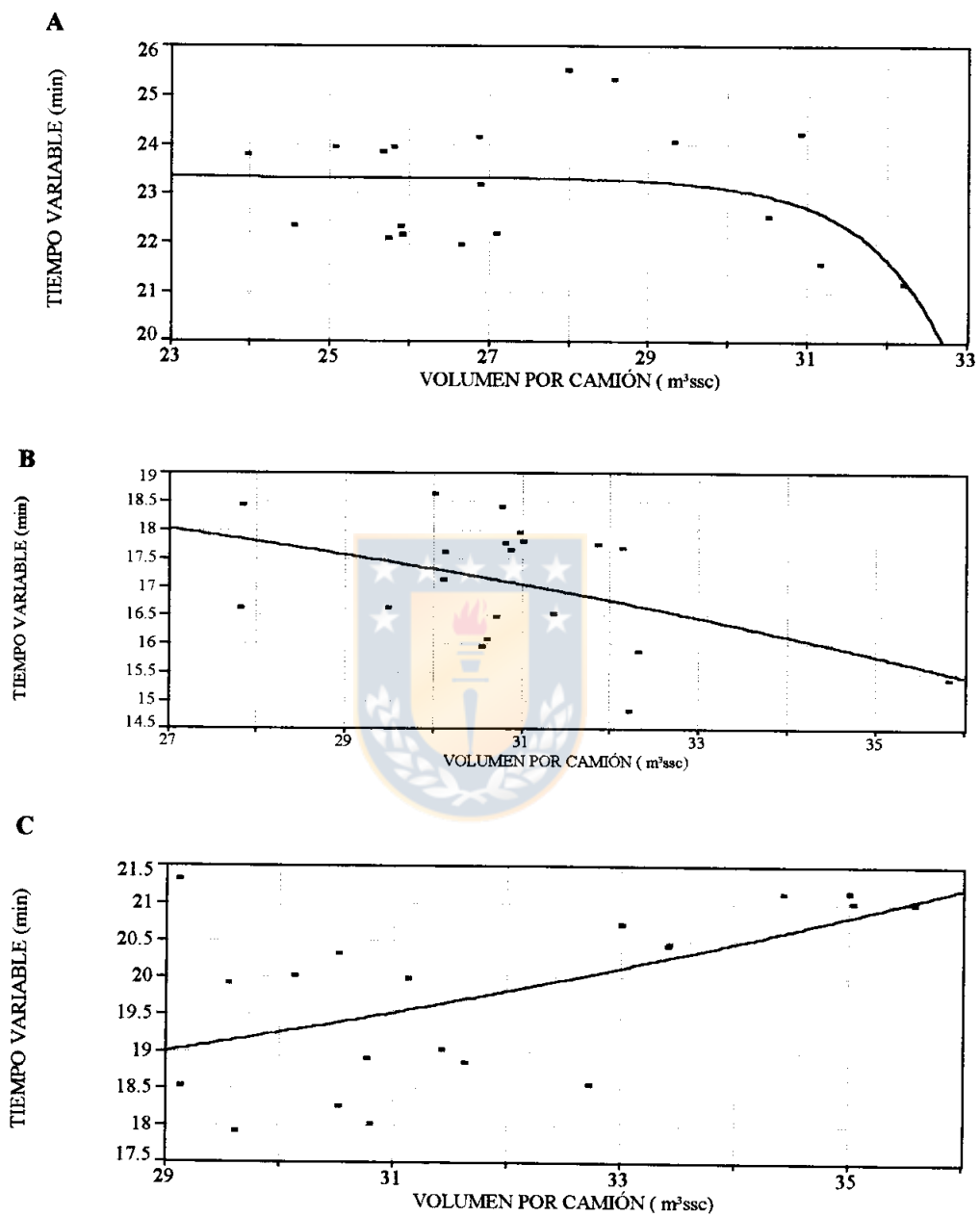


Figura 4A. Tiempo variable en función del volumen promedio de carga, para cada tipo de camión. Camión doble puente con carro (A), camión peerless (B) y camión rampa (C).

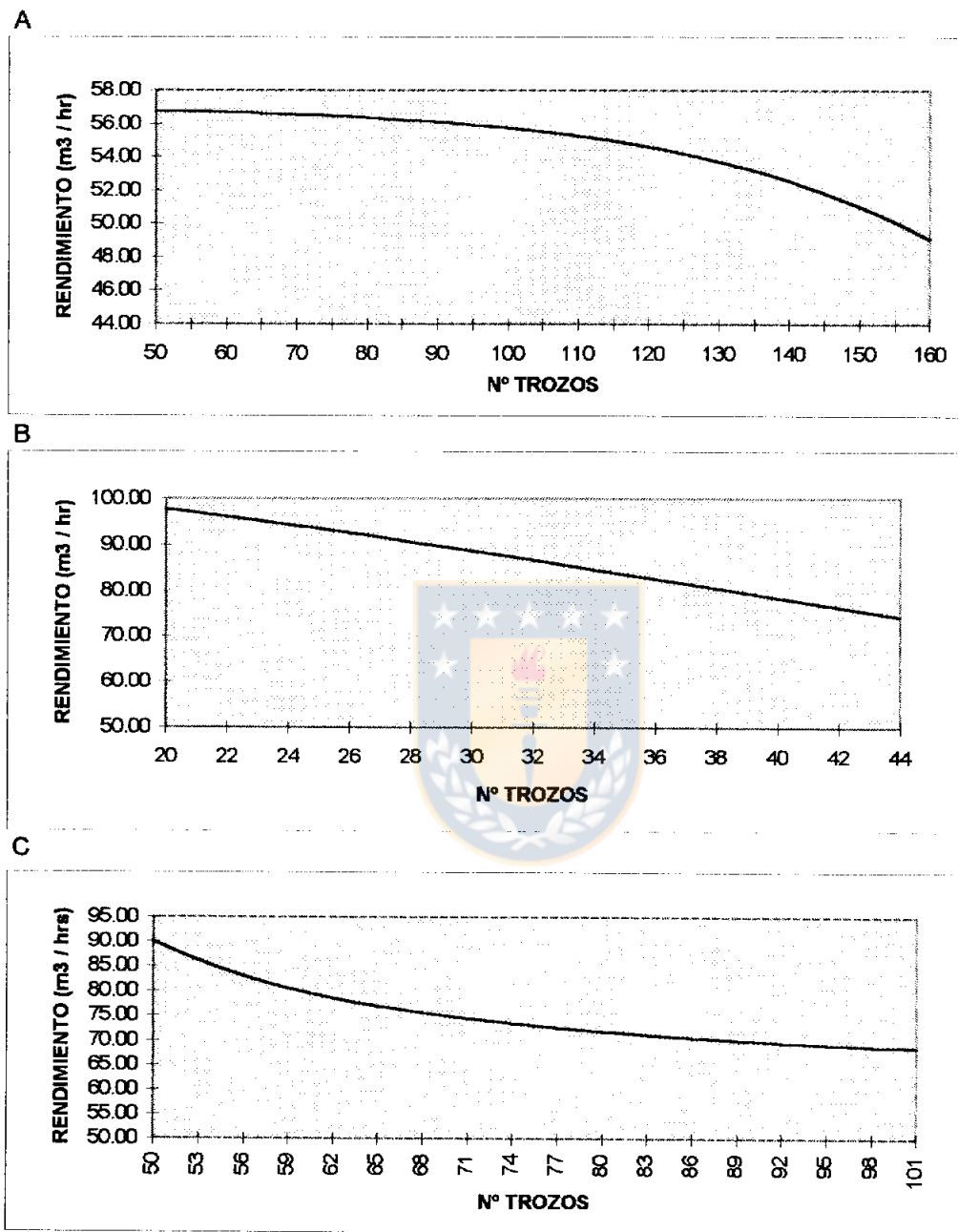


Figura 1A. Función de rendimiento para la grúa Prentice T-180D, según el tipo de camión. Camión doble puente con carro (A), camión peerless (B) y camión rampa (C).