

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA**



**PRODUCTOS DE CONCRETO S.A**

***PROYECTOS***

**PROGRAMA DE SUSTITUCIÓN DE EQUIPO MÓVIL Y MANUAL  
DE EVALUACIÓN DE SERVICIOS EXTERNOS**

**INFORME FINAL PARA ASPIRAR AL GRADO DE BACHILLER EN INGENIERÍA EN  
MANTENIMIENTO INDUSTRIAL**

Realizado por:

Federico Gómez Loría

Profesor asesor:

Ing. Julio Carvajal.

Asesor industrial:

Ing. Raúl Badilla Ureña.

Noviembre, 2002.

## **Agradecimiento**

A todos los que han estado a mi lado durante este período de estudio y me han brindado su ayuda incondicional.

Agradezco muy especialmente al Ing. Raúl Badilla y a los demás compañeros de Productos de Concreto S.A, por la oportunidad brindada, su apoyo y colaboración.

Al Ing. Julio Carvajal, profesor asesor, por su consejo y orientación.

A todos, muchas gracias.

## **Dedicatoria**

*A mi familia por todo su apoyo y confianza durante estos años, por sus valiosos consejos en los momentos más difíciles.*

## Resumen

El presente estudio se realizó en la empresa Productos de Concreto S.A, consta de dos proyectos, uno administrativo y el otro técnico. El primero consiste en un manual de evaluación de servicios externos y proveedores. El segundo proyecto se refiere a la elaboración de un modelo para la sustitución del equipo móvil.

Con el primer proyecto se busca crear una herramienta que permita elegir servicios externos y proveedores a partir de criterios objetivos y controlar la calidad de los servicios prestados. Para llegar a cumplir tales objetivos, se utilizarán como herramientas: la encuesta y la entrevista a personal de la empresa y la revisión de documentación relacionada con el tema. Se espera tener una herramienta ágil de control.

Con el segundo proyecto, se espera establecer un marco de decisión para sustituir el actual equipo móvil. Se compararán los costos actuales contra las opciones de compra directa, alquiler o leasing. Se elaborará un listado de las características técnicas que el equipo debe cumplir.

Para realizar lo propuesto, se entrevistará al personal técnico de la compañía, se hará una revisión de los datos históricos de los equipos y se realizará trabajo de campo para determinar las cargas. Se espera tener un marco de referencia para tomar una decisión definitiva en cuanto al futuro del equipo de la empresa.

Palabras claves: Manual de evaluación de servicios externos, sustitución equipo móvil.

## **Abstract**

The present study will consist of two projects, the one administrative and other technician. The first one, it consists of a manual of evaluation of external services and suppliers. The second one, talks about to the elaboration of a model for the substitution of the movable equipment.

With the first project, one looks for to create a tool that allows to choose the external services and suppliers from objective criteria and to control the quality of served. In order to get to fulfill such objectives, they will be used like tools: the survey and the interview to personnel of the company and the revision of documentation related to the subject. It is hoped to have an agile tool of control.

With the second project, it is hoped to establish the parameters necessary to carry out the substitution of the movable equipment of the company (forklift and shippers). In order to obtain it, the costs will be determined that imply to maintain the equipment in operation during an interval of seven months, to compare it with the cost that implies to acquire equipment under the modalities of direct purchase, rent and operative leasing.

It will be used like tool, the interview with technical personnel of the company, the revision of documentation related to the equipment. It is hoped to have a reference frame to make a definitive decision as far as the future from the equipment of the company.

**Keywords:** manual of evaluation of external services, substitution of movable equipment.

## INDICE

**CAPITULO I**

<b>1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>11</b>
1.1. Evaluación de servicios externos .....	11
1.2 Modelo de sustitución de equipo móvil .....	12
1.3 Justificación de los proyectos.....	13
1.3.1 Proyecto Administrativo .....	13
1.3.2 Proyecto técnico.....	14
1.4. Objetivos generales y específicos. ....	15
1.4.1. Objetivos Generales.....	15
1.4.2 Objetivos Específicos.....	15

**CAPITULO II****ANTECEDENTES E INFORMACION GENERAL DE LA EMPRESA**

<b>2. LA EMPRESA.....</b>	<b>17</b>
2.1 Misión y visión de la empresa. ....	17
2.2 Antecedentes y situación actual. ....	17
2.2.1 Antecedentes históricos .....	17
2.2.2 Ubicación geográfica. ....	19
2.2.3 Red de distribución. ....	19
2.2.4 Productos que desarrolla. ....	20
2.3 La Organización.....	21
2.3.1 Organización del departamento de mantenimiento. ....	23
2.3.2 Comunicación .....	24
2.3.3 Control de mano de obra.....	24
2.3.4 Sistemas de mantenimiento.....	25
2.4 El proceso productivo. ....	28
2.4.1 Planta Patarrá .....	28
2.4.2 Planta Belén.....	28
2.4.3 Planta Ochoмого.....	29
2.4.4 Planta Guápiles .....	29

**CAPITULO III****MANUAL DE EVALUACIÓN DE SERVICIOS EXTERNOS**

<b>3.1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>31</b>
<b>3.2. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>31</b>
<b>3.3 METODOLOGÍA.....</b>	<b>34</b>
3.3.1. Procedimiento de trabajo .....	34

3.3.2	Procesamiento de los datos .....	37
3.3.3	Elaboración del formato para la introducción de datos .....	39
<b>3.4</b>	<b>FUENTES CONSULTADAS.....</b>	<b>39</b>
3.4.1	Fuentes primarias .....	39
3.4.2	Fuentes secundarias .....	40
<b>3.5</b>	<b>ALCANCES Y LIMITACIONES .....</b>	<b>40</b>
3.5.1	Alcances .....	40
3.5.2	Limitaciones.....	40
<b>3.6</b>	<b>ANÁLISIS DE RESULTADOS .....</b>	<b>41</b>
3.6.1	Análisis cualitativo.....	41
3.6.1.1	Criterios generales .....	41
3.6.1.2	Criterios específicos.....	42
<b>c. Respaldo.....</b>		<b>43</b>
3.6.2	Análisis cuantitativo.....	45
3.6.2.1	Resultados de criterios generales .....	46
3.6.2.2	Resultados de criterios específicos.....	47
<b>3.7</b>	<b>Evaluaciones realizadas.....</b>	<b>48</b>
<b>CAPITULO IV</b>		
<b>MODELO DE SUSTITUCIÓN DE EQUIPO MÓVIL</b>		
<b>4.1.</b>	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>51</b>
<b>4.2.</b>	<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>51</b>
4.2.1	Equipo móvil para manejo de materiales .....	51
4.2.2	Factores para la selección de equipo .....	53
4.2.3	Factores para la selección de llantas .....	53
4.2.4	Factores para la selección de motores de combustión interna.....	54
4.2.5	Índices de mantenimiento .....	54
4.2.5.1	Disponibilidad del equipo .....	55
4.2.5.2	Utilización del equipo .....	55
4.2.6	Concepto de costo o coste .....	55
4.2.6.1	Cálculo de costo .....	56
4.2.6.2	Objetivos del cálculo de costos .....	56
4.2.6.3	Ventajas del control de costos.....	56
4.2.6.4	Centro de coste.....	56
4.2.6.5	Unidad de tiempo .....	57
4.2.6.6	Bases para el cálculo .....	57
4.2.6.7	Coste de la maquinaria.....	57
4.2.6.8	Conceptos relacionados con el desgaste de la maquinaria .....	58
<b>4.3</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>59</b>
4.3.1	Recopilación de información técnica .....	60
4.3.2	Determinación de las cargas críticas .....	60
<b>4.4</b>	<b>FUENTES CONSULTADAS.....</b>	<b>63</b>
4.4.1	Fuentes primarias .....	63
4.4.2	Fuentes secundarias .....	64

<b>4.5</b>	<b>ALCANCES Y LIMITACIONES .....</b>	<b>64</b>
4.5.1	Alcances del proyecto .....	64
4.5.2	Limitaciones del proyecto .....	64
<b>4.6</b>	<b>ANÁLISIS DE RESULTADOS .....</b>	<b>64</b>
4.6.1	Descripción del equipo existente .....	64
4.6.2	Funcionamiento en cada planta.....	66
4.6.2.1	Planta Belén (Prefa y tubos).....	66
4.6.2.2	Planta MASA.....	67
4.6.2.3	Planta Patarrá (Bloquera 2).....	68
4.6.2.4	Planta Guápiles (Bloquera 5).....	69
<b>4.7</b>	<b>DISTRIBUCIÓN DE CARGAS POR PLANTA.....</b>	<b>69</b>
4.7.1	Planta Belén.....	70
4.7.2	Planta Patarrá.....	71
	Cada rack contiene 42 paletas.....	71
4.7.3	Planta Guápiles.....	73
4.7.4	Planta Cartago.....	74
<b>4.8</b>	<b>Consideraciones generales.....</b>	<b>75</b>
<b>4.9</b>	<b>Listado de los equipos.....</b>	<b>75</b>
<b>4.10</b>	<b>Solicitud de cotización .....</b>	<b>75</b>
<b>4.11</b>	<b>Análisis de gráficos de disponibilidad y utilización.....</b>	<b>76</b>
<b>4.12</b>	<b>Análisis de costos.....</b>	<b>79</b>
<b>4.13</b>	<b>Comparación de los costos obtenidos .....</b>	<b>81</b>
<b>4.14</b>	<b>Ventajas y desventajas de los sistemas planteados.....</b>	<b>87</b>
<b>4.15</b>	<b>Sostenibilidad de la información .....</b>	<b>89</b>
<b>3.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>93</b>
<b>4.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>97</b>



<b>Anexos</b>	96
Anexo N°1 Encuesta realizada al personal	99
Anexo N°2 Formato de llenado	105
Anexo N°3 Hoja de inspección	110
Anexo N°4 <a href="#">Hoja</a> de cálculo del costo del equipo móvil	112
Anexo N°5 Tabla de montacargas	113
Anexo N°6 Lista de características de los equipos	114
Anexo N°7 Gráficas de disponibilidad y utilización	120
Anexo N°8 Flujoograma del procedimiento para la obtención de costos.	122
Anexo N°9 Cuadros comparativos de costos	125

# **CAPITULO I**

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

## **1. Planteamiento del problema**

### **1.1. Evaluación de servicios externos**

La contratación de terceros y proveedores, es efectuada por personal experimentado de la compañía, que generalmente basa sus decisiones en aspectos objetivos y concisos, que llevan a una elección adecuada del contratista que mejor satisface las condiciones por cumplir.

Pero esto no ocurre en la totalidad de los casos, debido a que en repetidas ocasiones, los encargados de dichas actividades tienden a contratar empresas o personas con las que guardan algún tipo de relación, y la decisión final al elegir entre varios candidatos se ve parcializada. Esto repercute en la calidad de los trabajos que se realizan, ya que son efectuados por contratistas que no cumplen cabalmente con su labor.

En este momento, la compañía carece de sistemas de monitoreo que permitan tener un control de estas situaciones, por lo que las contrataciones que se formalizan están abiertas a la posibilidad de que medien intereses personales.

A este respecto y por las razones citadas anteriormente, es necesario contar con un sistema de información que permita ordenar los procesos de contratación y compra en la empresa. Para realizar este ordenamiento, se propone la creación de una guía de evaluación que facilite la elección de servicios externos y proveedores con base en criterios objetivos.

## **1.2 Modelo de sustitución de equipo móvil**

Debido al tipo de proceso de fabricación que se halla en las plantas de la compañía -que incluye acarreo de grandes volúmenes de producto- es necesaria la utilización de equipo móvil con características constructivas y de funcionamiento que concuerden con las necesidades actuales de carga.

La maquinaria que se posee, es antigua y requiere mucho mantenimiento, por lo que el costo que implica mantenerla funcionando es muy alto en comparación con el beneficio que genera su utilización.

Aunado a lo anterior, la empresa carece de sistemas para el control de la información relacionada con el equipo móvil, que le permita conocer su situación real. Tampoco se manejan índices de mantenimiento que permitan predecir las tendencias que presentan los equipos durante su funcionamiento, tales como: porcentaje de disponibilidad y porcentaje de utilización.

En ocasiones, los equipos salen de funcionamiento por alguna falla, por lo que se debe contar con un sustituto para reponerlo. Un sistema muy utilizado en estos casos, es el alquiler de montacargas, que es una solución rápida y viable. Se basa en proporcionar un modelo (equipo) que se ajuste a las características técnicas que el arrendatario proporciona, suministrando el mantenimiento continuo de las máquinas.

Por esta razón se requiere conocer las cargas que se van a levantar, así como las dimensiones de las mismas. Sin embargo, la empresa no cuenta con un acumulado de información que sirva de base para los casos en que se requiera alquilar equipo.

A raíz de esta situación, se propone realizar un listado de las características que deben reunir los equipos en cuanto a cargas y condiciones de trabajo. De no realizarse dicho listado, cada vez que un montacargas deba ser reemplazado, habrá un atraso considerable en el proceso de sustitución, por la carencia de información técnica requerida.

### **1.3 Justificación de los proyectos**

#### **1.3.1 Proyecto Administrativo**

El acelerado aumento en el número de trabajos encargados a terceros y la constante compra de suministros a proveedores, hace necesaria la creación de un método de evaluación que mida la calidad de los servicios prestados y los productos proporcionados. Por ello es elemental contar con una herramienta ágil que sirva de marco de referencia para evaluar en forma eficaz a terceros y proveedores.

Generalmente, las compañías de servicio ofrecen condiciones de negocio favorables, y adquieren ciertos compromisos con la empresa que les solicita; con el objeto de llegar a convertirse en proveedores y asegurar la continuidad de las contrataciones. Pero a través del tiempo, suele disminuir la eficiencia en el servicio, la calidad y otros aspectos relevantes para el solicitante, y se incumplen los compromisos adquiridos inicialmente. Este comportamiento se observa tanto en terceros como en proveedores.

Debido a que los procesos dependen de la calidad de los productos que se adquieren, así como de los servicios que se contratan, la elaboración de un sistema de evaluación para regularlos, se encuentra ciertamente justificado.

Con base en este sistema, se espera poder discernir entre las compañías que satisfacen sustancialmente las necesidades de la empresa y las que incumplen los requerimientos de la misma.

### **1.3.2 Proyecto técnico**

El equipo móvil es uno de los activos críticos de la empresa, debido a la relación directa que guarda con algunos procesos vitales de la producción, de tal manera que cualquier avería del mismo, puede traducirse en un paro productivo. Tal es el caso de la sección de tubos en la planta Belén, donde los montacargas se utilizan para desmoldar los tubos.

La utilización de equipo cuya vida útil ha sido sobrepasada (tal es el caso de los montacargas), genera un aumento considerable en los costos de mantenimiento y pone en peligro la seguridad del personal que lo opera. A raíz de esta situación, es necesario escudriñar varias posibilidades que repercutan sobre los costos del equipo móvil, de manera que disminuyan gradualmente.

Se debe tener un punto de referencia que permita determinar cuál es la opción más adecuada, por lo que es necesario contar con un modelo técnico y económico que muestre la viabilidad de las opciones existentes. Para ello es necesario conocer el estado actual del equipo, así como la carga de trabajo de cada uno para elaborar un perfil de las características que deben cumplir los equipos para trabajar en óptimas condiciones.

Además, los costos generados por el equipo móvil se obtienen en forma general, es decir, no se hace un desglose que permita conocer cuáles son los que implican mayor gasto. Por esta razón, es importante elaborar un sistema de información que facilite la obtención de costos del equipo, integrando aspectos que van desde la reestructuración de las hojas de inspección hasta la creación de hojas de cálculo que faciliten la obtención de los mismos.

## **1.4. Objetivos generales y específicos.**

### **1.4.1. Objetivos Generales.**

- a. Crear un modelo para la implementación de un manual de evaluación, basado en criterios que permitan optar por los servicios externos y proveedores que representen un mayor beneficio para la compañía, con el fin de optimizar los costos.
- b. Establecer los parámetros de decisión para llevar a cabo la sustitución del equipo móvil basado en criterios técnicos y económicos.

### **1.4.2 Objetivos Específicos.**

- a. Establecer los parámetros a partir de los que se evaluará a proveedores y servicios externos.
- b. Realizar un sondeo entre los encargados de efectuar las compras y contratar los servicios, para obtener una ponderación adecuada de los parámetros de evaluación establecidos.
- c. Elaborar el formato que se utilizará para introducir los criterios de evaluación y como formulario de llenado.
- d. Recomendar la incorporación a una base datos de la información obtenida en cada formulario.
- e. Determinar los costos de mantenimiento y operación del equipo móvil
- f. Obtener gráficas de los siguientes índices: costo de mantenimiento por hora, porcentajes de disponibilidad y utilización.
- g. Elaborar un modelo para obtener los costos actuales del equipo móvil.
- h. Realizar un listado de información referente a las condiciones de trabajo y carga que debe cumplir el equipo móvil de la compañía.
- i. Crear una matriz de cargas por planta, que permita determinar las características que deben tener los equipos móviles para realizar los trabajos.
- j. Listar las diferentes opciones de adquisición de equipo móvil que se tienen para determinar la que mejor se ajuste a las necesidades de la empresa.

**CAPITULO II**  
**ANTECEDENTES E INFORMACIÓN**  
**GENERAL DE LA EMPRESA**



## **2. La empresa**

### **2.1 Misión y visión de la empresa.**

#### **a. Misión**

Satisfacer las necesidades de nuestros clientes mediante productos y servicios de alto valor percibido y agregado a través de la ingeniería aplicada a la tecnología del concreto, para el beneficio de nuestros clientes, accionistas y colaboradores.

#### **b. Visión**

- Somos una empresa líder en servicio al cliente.
- Somos una empresa líder en productos de concreto de alto valor percibido.
- Tenemos fuerte presencia nacional.
- Somos una organización integrada, liviana, competitiva y motivada.
- Somos una organización comprometida con el uso responsable del medio ambiente.
- Somos la empresa preferida de nuestros clientes, colaboradores, accionistas y comunidad.
- Crecemos rentablemente y en forma ordenada.

### **2.2 Antecedentes y situación actual.**

#### *2.2.1 Antecedentes históricos*

Todo inicia como un pequeño negocio en el año 1948, en el patio trasero de la casa del ingeniero Trino Araya. Bajo el nombre de "Figuls y Araya" se comienza a fabricar tubos de 7,5 cm a 20 cm de diámetro, con el tiempo la producción aumentó y

se diversificó el producto.

En 1958 se creó la firma “Productos de Concreto” mediante la fusión de tres compañías:

- a. Productos de Concreto Ltda
- b. Tubos Vibrapack
- c. Pretensora de Concreto Ltda

A partir de ese momento comienza el desarrollo paulatino de la empresa Productos de Concreto (PC), pionera en la producción de derivados del cemento, resultado de la continua innovación tecnológica.

Algunos de los productos más importantes, presentados en orden cronológico son:

- a. 1959: los bloques de concreto y pisos de terrazo.
- b. 1963: los sistemas de vivienda prefabricada.
- c. 1966: tubos de concreto de grandes diámetros.
- d. 1968: entrepisos de doble Tee.
- e. 1969: vigas de puente postensado y pavimentos de adoquines.
- f. 1971: naves industriales
- g. 1981: estadios, puertos y durmientes para ferrocarril.

En la década del ochenta, el desarrollo de la industria del cemento en Costa Rica sufrió una apreciable disminución en sus niveles. Pese a esto, se llevaron a cabo innovaciones en los sistemas de edificación, tanto en materiales prefabricados (paredes para vivienda “Prefa” ) como en sistemas para elaboración de postes de electrificación. Una muestra de ello es la realización de obras como el puente Juan Pablo II y el de la Hispanidad. Todo ello significó un aumento en la exportación de productos de concreto, como lo fue el caso de los enviados a Guatemala.

La década del noventa no fue la excepción en el esfuerzo por innovar, ya que se introdujeron nuevos sistemas como el prefabricado para condominios, se desarrollaron los entrepisos livianos (1992), el sistema de tierra armada para muros de retención y bastiones de puentes (1996), también se lanzó al mercado el teknoBLOCK, que fue un sólido representante de los productos de mampostería.

PC ha sufrido cambios paulatinos en su organización, como la fusión de las gerencias en el área de prefabricados para dar origen a un nuevo sistema de administración, que coordina las actividades de mercadeo, ventas y producción.

### ***2.2.2 Ubicación geográfica.***

Productos de Concreto cuenta con tres plantas de proceso, una ubicada en Cartago, otra en San Antonio de Belén y la otra en Patarrá. Por medio de éstas se encarga de suplir las necesidades de los clientes, teniendo gran cobertura sobre el área metropolitana debido principalmente a su ubicación estratégica. De esta manera, PC se ha desarrollado y extendido a través del tiempo.

Para el 2003, se tiene previsto el término de la construcción del “Centro Industrial Belén” en el lugar donde se encuentra actualmente la Planta Belén, el cual albergará diversos centros de fabricación que estarán centralizados para facilitar su administración. Las oficinas administrativas que se ubican actualmente en San Francisco de Dos Ríos y las localizadas en barrio Tournón, también se trasladarán al nuevo complejo.

### ***2.2.3 Red de distribución.***

Productos de Concreto cuenta con diferentes sucursales de ventas en el país, abarcando una amplia zona geográfica, algunas de ellas se encuentran en

Guanacaste, Alajuela, Heredia, Cartago y una amplia red de más de 100 distribuidores.

Paralelo a la venta de sus productos, PC se encarga de dar asesoría técnica a sus clientes, asegurando un servicio completo que supla las necesidades inmediatas de los compradores. Un elemento destacable de la compañía es el personal que la compone, el cual se encuentra altamente capacitado en las tareas que desarrollan.

La empresa ha extendido su mercado en los últimos años, al exportar algunos productos a varios países latinoamericanos, tal es el caso de República Dominicana, Nicaragua, Panamá, entre otros.

#### **2.2.4 Productos que desarrolla.**

PC ha desarrollado una variedad de productos, cuya calidad se encuentra regida por normas y procedimientos establecidos por organizaciones internacionales dedicadas a regular los procesos productivos (ASTM). Entre los más importantes se encuentran:

- a. Mampostería: bloques y sistemas prefabricados de paredes livianas.
- b. Edificios: sistemas de entresijos, muros, columnas y vigas.
- c. Drenaje: tuberías de concreto reforzado y sin refuerzo.
- d. Obras de infraestructura: alcantarillas, puentes, muelles y pavimentos de adoquines.
- e. Para electrificación: Postes y torres.
- f. Industria: edificios industriales
- h. Bloques: Arquitectónicos, tekno block.
- i. Aplicaciones especiales: tierra armada, pilotes y servicios de postensión.

Con el advenimiento de la automatización a los procesos de fabricación, se ha logrado aumentar la producción a niveles altamente competitivos. La compañía se ha preocupado por automatizar varios procesos importantes, acompañado de un

sistema eficiente de mercadeo que permite sostener la visión sobre los cambios de la industria, revelando la importancia de la actualización para el futuro de la empresa.

### **2.3 La Organización.**

Con la aparición de la competencia y la reducción en la demanda en los mercados nacionales e internacionales, las empresas han debido fortalecerse. Productos de Concreto no es la excepción, por lo que realizó una alianza estratégica con las empresas de la corporación INCSA con las que comparte sus esfuerzos: Cementos INCSA, Concretera Nacional, Concretera Total (Nicaragua), INPASA, Quebrador Cerro Minas, Quebrador Ochomogo e Hidroeléctrica Aguas Zarcas.

A raíz de este cambio, la estructura organizacional de la empresa ha sufrido ciertas modificaciones, como la creación de una junta directiva y fiscal la cual delega responsabilidades a los encargados de las áreas productivas y administrativas de PC, y dicta las medidas oficiales que se deben ejecutar.

Seguido de la Junta Directiva y Fiscal, se encuentra el Gerente General, quien se encarga de tomar las decisiones de alta gerencia y de la administración y control de las diferentes secciones de la empresa.

### Organigrama de la empresa

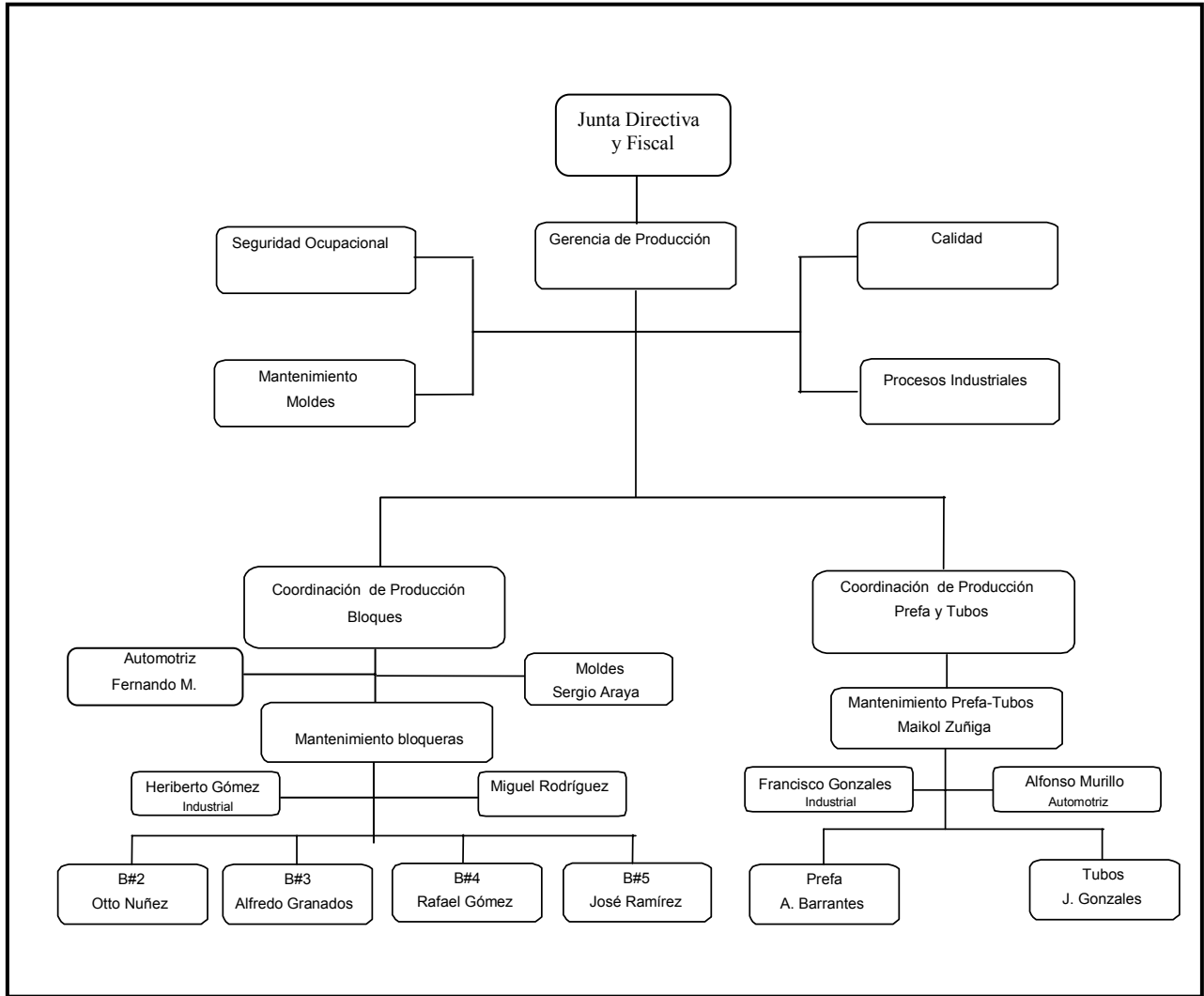


Figura 2.1 Organigrama de la empresa.

### **2.3.1 Organización del departamento de mantenimiento.**

El departamento de mantenimiento está conformado por células que se encargan de atender la maquinaria en los sectores productivos. Se encuentra encabezado por un coordinador de mantenimiento, que delega responsabilidades a los encargados de cada sector.

Al mismo tiempo, dirigen al personal técnico de la compañía (mecánicos, electricistas, soldadores, operadores de calderas) y se encargan de guiar proyectos relacionados con el cuidado y preservación de la maquinaria.

La principal función del departamento de mantenimiento es procurar que el equipo opere en óptimas condiciones, mejorando la disponibilidad del mismo al menor costo.

Además, se aplican procedimientos técnico-gerenciales sobre los activos físicos para garantizar un nivel de producción acorde con las demandas del mercado.

Otras funciones del departamento de mantenimiento son las siguientes:

- a. Ejecutar programas de mantenimiento preventivo en las máquinas.
- b. Realizar correcciones de las fallas que se presentan durante los períodos de producción.
- c. Efectuar modificaciones a las máquinas.
- d. Efectuar montajes de nuevas máquinas y reubicaciones de las ya existentes.
- e. Desarrollar programas para entrenamiento del personal.
- f. Poner en funcionamiento sistemas para el control de los costos de mantenimiento.

### **2.3.2 Comunicación**

En las plantas de Productos de Concreto (Belén, Patarrá, Cartago) la forma de comunicación más utilizada es la verbal, por medio de radios portátiles y teléfonos móviles que simplifican la interacción entre el personal. También se da la comunicación por medios electrónicos (correo). En caso de que ocurriera alguna eventualidad, inmediatamente se daría aviso a los encargados para que actúen en consecuencia. Actualmente se trabaja con los siguientes documentos en el departamento:

- a. Solicitud de materiales a bodega central.
- b. Transferencia de equipo, materiales, repuestos o herramientas.
- c. Solicitud de suministros (compra local o al exterior).

Durante cierto tiempo, se estuvo trabajando con diferentes documentos destinados a llevar un control de la mano de obra y de los trabajos asignados; tales como:

- a. hojas para el control de averías,
- b. hojas para inspecciones
- c. hojas de historial de la maquinaria.

Algunos de éstos resultaron poco eficientes en la práctica y no se utilizaron por mucho tiempo, debido a la falta de seguimiento y de sistemas automáticos para registrar información. Las hojas de inspección son los documentos que se utilizan más frecuentemente.

### **2.3.3 Control de mano de obra**

En la actualidad, las órdenes de trabajo no se encuentran en uso, debido a los problemas de incorporación que han tenido en años anteriores, ya que la cultura organizacional de la empresa dificulta el proceso de asimilación, porque se tiene poca adaptabilidad al cambio, ya que se trabaja sobre viejos esquemas.



Como ejemplo, se puede mencionar la carencia de sistemas de computación a niveles jerárquicos básicos , ya que el personal se ha mostrado reacio al cambio y a nivel gerencial no se ha dado el apoyo suficiente a los programas de modernización..

Esta situación constituye un problema al determinar las horas que fueron dedicadas a la reparación de equipos, porque se desconoce el tiempo invertido en los trabajos, así como los materiales utilizados. Se ha intentado introducir el sistema de órdenes de trabajo, pero la incorporación de éstas al departamento de mantenimiento se ha hecho difícil, lo cual impide el proceso de retroalimentación de los datos.

#### **2.3.4 Sistemas de mantenimiento**

En la empresa se aplican diversos tipos de mantenimiento, el correctivo, el programado y en un corto plazo se implantará el preventivo.

##### **a. Mantenimiento Correctivo**

Productos de Concreto lo ha aplicado durante muchos años en todas sus plantas, de manera que las máquinas operan incesantemente durante las jornadas de trabajo. Los sistemas de producción no se detienen, excepto cuando ocurre alguna falla considerable en la maquinaria.

##### **b. Mantenimiento Preventivo**

Actualmente se trabaja en la elaboración del programa de mantenimiento preventivo (PMP), para ser implementado a mediano plazo, además se intenta introducir el sistema de “mantenimiento para cementeras MAC”, que establece los parámetros de funcionamiento para cualquier planta de este tipo y que se encuentra operando en otras empresas de la corporación INCSA.

### **c. Mantenimiento Programado**

Se aplica anualmente, y consiste en una reparación mayor realizada al final de cada año y solamente al equipo crítico de producción.

Recientemente se ha incluido al personal de producción en las tareas de mantenimiento del equipo a través del mantenimiento autónomo; con lo que se intenta crear una conciencia basada en las ventajas que puede representar este sistema.

Por otro lado, los trabajos de reparación que no pueden ser atendidos en la planta (rebobinado de motores, reparación de mangueras de sistemas hidráulicos, trabajos de mecánica de precisión), son enviados a talleres externos.

### ORGANIGRAMA DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

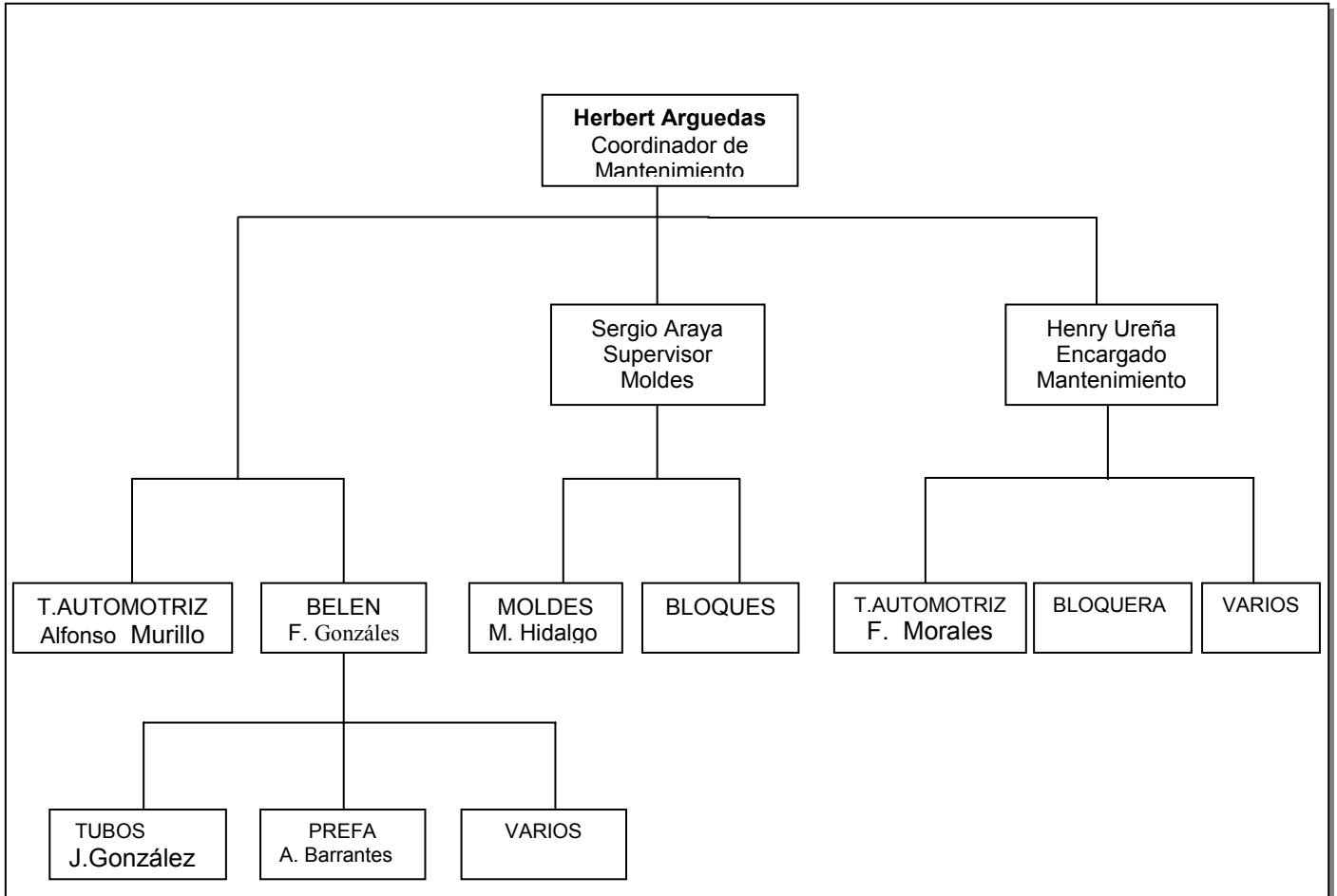


Figura 2. 2 Organigrama de Mantenimiento.

## **2.4 El proceso productivo.**

Productos de Concreto es una empresa líder en su campo, gracias a la calidad de sus productos y a la organización del área de Producción. Esta se encuentra dirigida por el Gerente de Producción, quien delega responsabilidades a tres ingenieros, encargados de desarrollar nuevos proyectos y optimizar los procesos existentes.

### **2.4.1 Planta Patarrá**

- a. Bloquera II: Está destinada a la producción de bloques de concreto, adoquines, etc.
- b. Productos Varios: en esta área se producen postes, viguetas de sistema Prefa, entrepisos de doble Tee.
- c. Pretensora: Es una de las secciones que genera mayor beneficio a PC ya que en ella se centra la producción de sistemas prefabricados a base de cemento para construcción de edificios comerciales, naves industriales, estadios y puentes.
- d. Taller automotriz: su función es dar mantenimiento a todo el equipo móvil de la empresa, que incluye montacargas, cargadores, grúas y vehículos.

### **2.4.2 Planta Belén**

- a. Columnas: En esta área se producen las columnas del sistema Prefa.
- b. Baldosas: Las baldosas que se fabrican para el sistema Prefa se fabrican en esta sección..
- c. Tubos: La tubería para alcantarillado, con o sin refuerzo es producida en esta área.
- d. Bloquera: Su función es la producción de bloques de concreto, adoquines, etc. Se cuenta con maquinaria de última tecnología.

- e. Indirectos: esta célula vela por el mantenimiento del centro de chorro, compresores, bombas de abastecimiento de agua y otros que son requeridos en la mayoría de los procesos.
- f. Taller automotriz: este se encarga del mantenimiento del equipo móvil de la planta .

#### **2.4.3 Planta Ochomogo**

- a. Bloquera: su función es la producción de bloques de concreto, adoquines, etc.

#### **2.4.4 Planta Guápiles**

- a. Bloquera: Producen bloques de concreto, adoquines, etc.

**CAPITULO III**  
**MANUAL DE EVALUACIÓN**  
**DE SERVICIOS EXTERNOS**

### **3.1. INTRODUCCIÓN**

Las nuevas tendencias del mercado, concernientes al manejo de los activos, han llevado a las empresas industriales y ramas afines, a adoptar nuevos métodos de gestión que contribuyan a la optimización de los costos y los procesos de fabricación.

Una de las tendencias que ha tomado gran fuerza en la actualidad, es la tercerización de servicios y procesos; con lo que se obtienen ventajas que se pueden medir desde el punto de vista de costos y de aumento de la productividad. La delegación de trabajos de mantenimiento y de producción a personal externo, se hace cada vez más frecuente, debido a la especialización de los procesos y a la intención de aumentar la disponibilidad del personal.

Para asegurar la calidad en los trabajos que se realizan, se debe contar con un sistema de evaluación que sirva de base para mantener un estricto control de los terceros y los proveedores. Por ello, es necesario contar con un cúmulo de información que sirva de guía al momento de tomar alguna decisión en cuanto a la elección de uno u otro.

### **3.2. MARCO TEÓRICO**

Recientemente, se ha venido dando en las empresas un aumento en la contratación de terceros para la ejecución de tareas de mantenimiento, debido al elevado volumen de los costos generados por dichas actividades y la escasa disponibilidad del personal existente, esto es conocido como tercerización.

“La tercerización es el proceso de contratación de terceros o externos en actividades que normalmente son ejecutadas por personal propio de la compañía”.<sup>1</sup>

Al respecto, el ingeniero Bernal Muñoz afirma:

*“...la causa que lleva a las empresas a tercerizar el mantenimiento, es la innovación y especialización de los procesos productivos, que requieren un alto grado de conocimiento técnico en áreas muy específicas que el personal desconoce o no domina en su totalidad. Por ello se contrata a personal ajeno a la compañía que efectúa los trabajos por contrato y cuyas cargas sociales se definen en el mismo”* (Muñoz, 2001:11).

Otro sector que está estrechamente ligado con la contratación de servicios externos, es el de adquisición de materiales y herramientas; los cuales son proporcionados por una serie de proveedores que por medio de un contrato previo, se encargan de satisfacer las necesidades inmediatas de las empresas.

Las actividades claves para la productividad de la compañía, se dejan en manos del personal de la empresa; y se tercerizan solamente las que no son prioritarias, o las que no pueden ser realizadas por carecer de equipo apropiado para su ejecución.

Según los ingenieros Edgar A. y Bernal Muñoz, la tercerización ofrece grandes ventajas, pero debe tener un nivel de control adecuado, como lo indican a continuación:

---

<sup>1</sup> Revista Mantenimiento, N°17- 2001,



“...es necesario establecer acuerdos de niveles de servicio donde se especifiquen los índices y resultados esperados, lo mismo *que el método de control*, de tal forma que el contratista se involucre como parte de la compañía, para que exista un beneficio mutuo de esta mejora”.<sup>2</sup>

Con respecto a la selección de contratistas , Edgar A y Bernal Muñoz opinan:

“...debe eliminarse la típica relación cliente-proveedor, debe existir una verdadera fusión con una responsabilidad compartida. El contratista debe demostrar la experiencia suficiente, tener solvencia económica, asumir todas las garantías y poseer la seriedad y credibilidad suficientes para poder asumir estas responsabilidades”.

La falta de controles sobre los servicios externos, trae consigo problemas derivados de la falta de compromiso y del incumplimiento de los deberes adquiridos. Por lo que, ciertamente, es necesaria la creación de métodos de vigilancia de los contratistas.

A este respecto, el ingeniero Lourival Tavares afirma:

“La inexistencia de un sistema continuo de investigación y evaluación de talleres o empresas prestadoras de servicio externo, normalmente produce una actividad considerada insatisfactoria por falta de normas de referencia”

---

<sup>2</sup> Tavares, Lourival. Administración Moderna de Mantenimiento, Editorial Novo Polo, Brasil, 1999

### **3.3 METODOLOGÍA**

En esta sección se muestra el procedimiento que se utilizará para determinar el contenido y la forma que deberá presentar el documento de evaluación. Para ello se hará uso de varias herramientas que provean la información necesaria.

Para la elaboración de este documento se contará con la ayuda del personal relacionado con los procesos de selección de proveedores y servicios externos de la compañía, para determinar los puntos de mayor relevancia en dichos procesos, de manera que sirvan de guía para la evaluación objetiva de los mismos.

#### ***3.3.1. Procedimiento de trabajo***

Inicialmente se determinarán los criterios que servirán de parámetro para la evaluación de servicios externos y proveedores, con base en la información que proporcione el personal de la compañía.

Una vez que se determinen los criterios que van a ser utilizados, se procederá a realizar una encuesta, con el objeto de darle un valor (porcentaje) apropiado a cada uno de ellos, dependiendo del nivel de importancia que se les adjudique.

**Ver anexo N°1**

La obtención del valor de cada criterio se desarrollará de la siguiente manera:

- a. Se clasificarán los parámetros de evaluación en los siguientes criterios generales: costo, servicio y calidad. Estos elementos, deberán tener juntos un valor numérico igual a 100.

**TABLA 3.1** Ejemplo de obtención del valor de los criterios generales

<b>Criterio General</b>	<b>Ponderación</b>
Costo	25
Servicio	45
Calidad	30
<b>TOTAL</b>	<b>: 100%</b>

- b. Una vez que se le de el valor adecuado a los criterios generales, se procederá a hacer lo mismo con los criterios específicos.

**TABLA 3.2** Obtención del valor de los criterios específicos

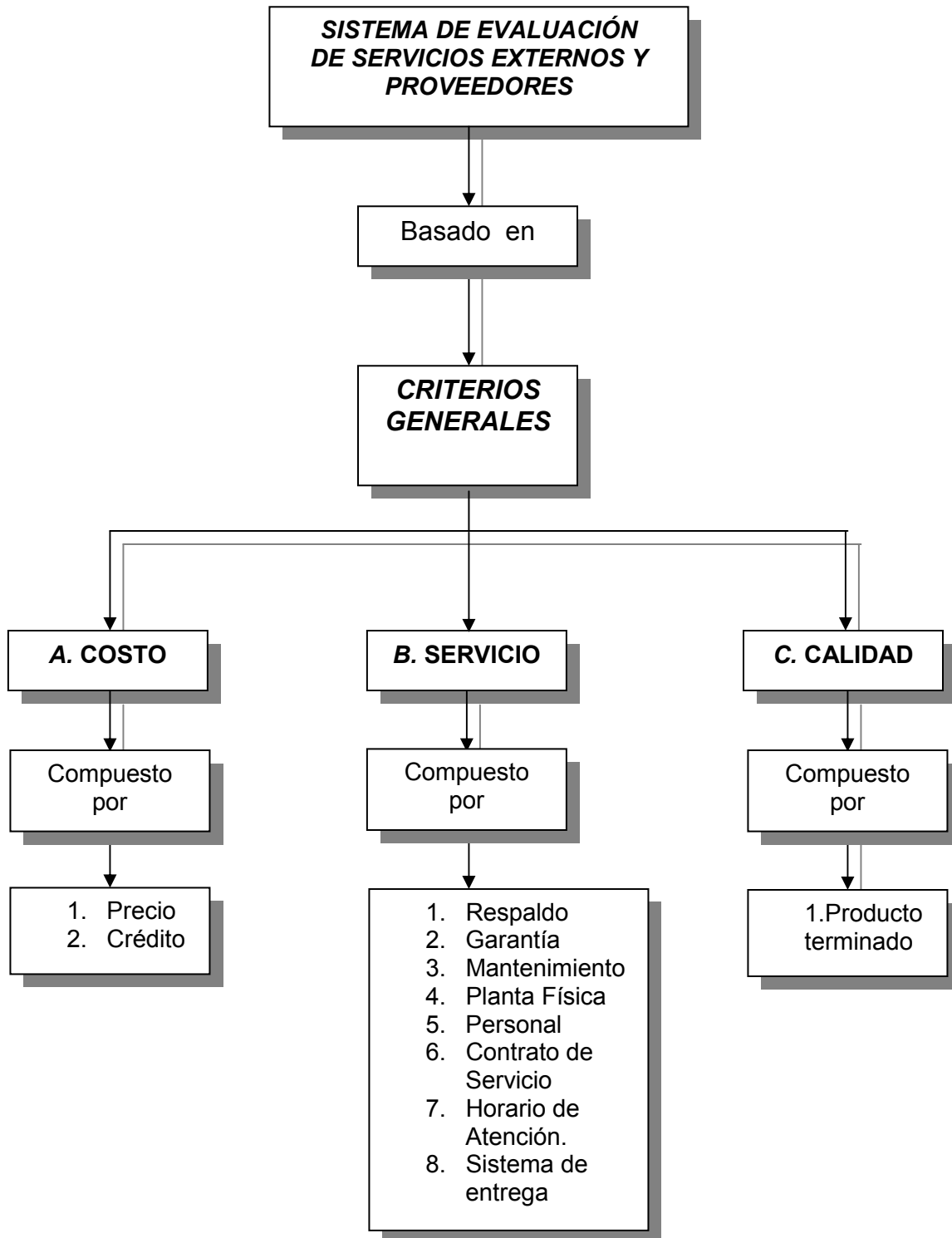
<b>Criterio específico</b>	<b>Ponderación</b>
Crédito	60
Precio	40
<b>TOTAL</b>	<b>: 100%</b>

- c. Así, se obtendrá el valor definitivo (final) de cada criterio, promediando los resultados dados por los evaluadores. Este número será el utilizado en el formato para ponderar los resultados obtenidos.

**TABLA 3.3** Ejemplo de obtención del promedio de cada criterio

<b>Evaluador</b>	<b>COSTO</b>	<b>SERVICIO</b>	<b>CALIDAD</b>
N°1	25	50	25
N°2	25	47	28
N°3	25	40	35
<b>PROMEDIO</b>	<b>25</b>	<b>45.7</b>	<b>29.3</b>

A manera de resumen, se presenta el siguiente diagrama:

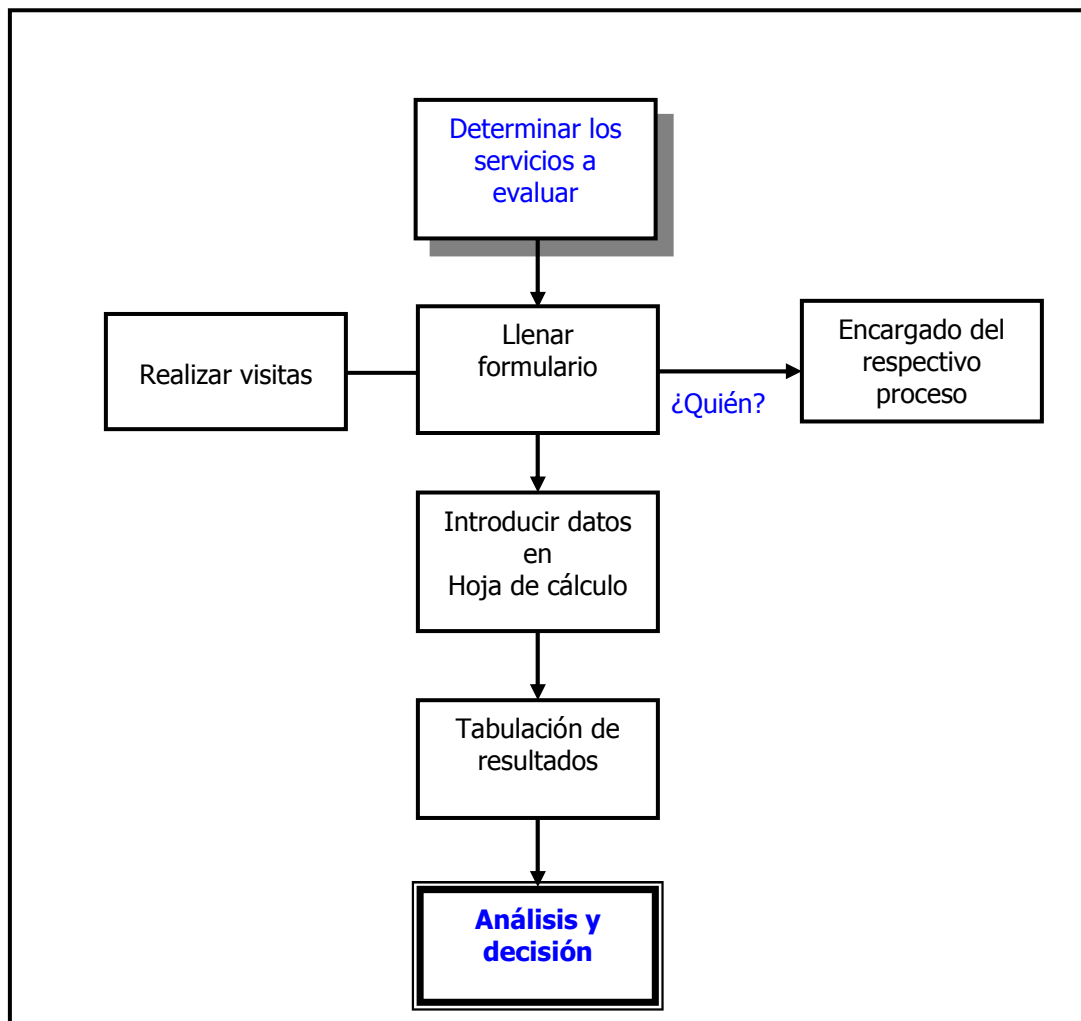


**Figura 3.1** Esquema del sistema de evaluación

### 3.3.2 Procesamiento de los datos

Una vez establecido el formato para la introducción de los datos, se procedió a afinar el método para el procesamiento de los mismos. Para ello, se utilizó como herramienta la hoja de cálculo electrónica, que permite simular las posibles situaciones que se pueden dar, lo cual lo convierte en un método de procesamiento muy eficiente.

Es importante conocer la forma en que se desarrollará la evaluación, por lo que se muestra el siguiente esquema ilustrativo:



**Figura 2. 2** Proceso para la evaluación de servicios externos y proveedores

Inicialmente se determinarán las empresas que serán evaluadas, tomando en cuenta aspectos como: el número de veces que se les factura al año, el monto total de las facturas, la relación que guardan con el correcto funcionamiento de los procesos productivos, entre otros.

Una vez que se determinen las empresas por evaluar, se procederá a realizar visitas para conocer el estado de la planta física, así como de la maquinaria que se utiliza; también se consultará con el personal que labora en estos lugares para poder evaluar en forma acertada. Posterior a la visita, el encargado de evaluar a la empresa, llenará el formulario, tomando en cuenta lo observado durante la visita y el período de entrevista con el personal.

Este proceso se efectuará con una frecuencia semestral, como mínimo y anual como máximo, dependiendo del tipo de servicio que se evalúe, debido a que existen empresas, que no presentan mayor variación en un plazo de seis meses, pero sí lo hacen para períodos mayores (el período se fijará posteriormente). Esto permitirá medir el avance que experimenta el contratista o el proveedor.

La información que se extrae del formulario de llenado, se introduce en una hoja electrónica para su respectivo procesamiento. Una vez que se obtienen las notas finales, se tabulan para medir el grado de avance (si lo hubo) que se experimentó en un plazo determinado.

A partir de la información recopilada, se tomarán las acciones respectivas, ya sea continuar adquiriendo los servicios del contratista o prescindir de éste.

### **3.3.3 Elaboración del formato para la introducción de datos.**

Una vez que a los criterios (generales y específicos) se les dé una ponderación adecuada, se procederá a crear un formato para la introducción de los ítemes con que se evaluará, con el fin de que el encargado pueda llenar la información requerida. Para ello, el formulario debe ser práctico y de fácil manejo.

#### **Ver anexo N°2**

El formato creado deberá cumplir ciertas condiciones, entre éstas se encuentran:

- *Claridad:* debe estar diseñado para que el usuario comprenda claramente su estructura y sepa lo que debe hacer.
- *Funcionalidad:* de manera que sea fácil de llenar, por lo que debe ser compacto y de ágil funcionamiento.
- *Versatilidad:* para poder evaluar diferentes empresas prestadoras de servicio, bajo el mismo formato.

## **3.4 FUENTES CONSULTADAS**

### **3.4.1 Fuentes primarias**

Para el desarrollo del documento, se utilizarán fuentes primarias que aporten información específica. Por lo tanto se realizarán entrevistas con el personal que se encarga de contratar los servicios y el que realiza las compras. Con el fin guiar las entrevistas, se utilizarán encuestas que deberán ser llenadas por el personal pertinente.

También se realizarán visitas a algunos talleres, para observar el estado en que se encuentran sus instalaciones y conocer la condición actual de la maquinaria que utilizan. Se investigarán las condiciones de trabajo de los operarios, así como el grado de conocimiento y experiencia que poseen.

### **3.4.2 Fuentes secundarias**

Se consultarán algunas fuentes secundarias. Se revisarán registros internos de la organización, que aporten datos importantes relacionados con los servicios externos y proveedores con los que se trabaja actualmente.

También se revisarán los manuales de formato similar para tomar los puntos que aporten alguna novedad en cuanto a estructura. Se consultará literatura relacionada con la gestión del mantenimiento en cuanto a la tercerización de los servicios.

## **3.5 ALCANCES Y LIMITACIONES**

### **3.5.1 Alcances**

El proyecto de evaluación de servicios externos, debe convertirse en marco de referencia para la implantación de un sistema que permita determinar la idoneidad de los servicios que se contratan y de los proveedores actuales.

El modelo de evaluación debe tener la capacidad de adecuarse a los diferentes tipos de servicio que se contratan en la compañía así como a los diferentes proveedores (internos y externos). Debe tener la suficiente flexibilidad para poder ser utilizado en departamentos diferentes de la compañía. Deberá convertirse en un método de control constante que retroalimente al sistema de información con cierta regularidad.

### **3.5.2 Limitaciones**

El proyecto se verá limitado por el grado de colaboración que muestren los encargados de los procesos de compra de productos y contratación de servicios, al momento de la aplicación de las evaluaciones .



También existirán limitaciones al momento de realizar las visitas a los talleres, ya que deben realizarse con personal autorizado de Productos de Concreto, para que se convierta en un proceso oficial aprobado tanto por el propietario del local, como por los encargados de las visitas en PC.

### **3.6 ANÁLISIS DE RESULTADOS**

Inicialmente, se determinaron una serie de parámetros de evaluación, con el fin de elaborar un formulario de llenado para ser aplicado a proveedores y servicios externos. Estos surgieron a raíz de las entrevistas hechas al personal de la empresa, quienes aportaron una cantidad significativa de información. Después, se llevó a cabo una clasificación de los parámetros, en criterios generales y específicos.

Paralelo al formulario, se diseñó una hoja electrónica en *Excel*, que determina el puntaje respectivo a cada uno de los sujetos evaluados a partir de las respuestas obtenidas, y sirve para clasificar el grado de cumplimiento que tiene la empresa contratada.

#### **3.6.1 Análisis cualitativo**

Con base en la información que se recolectó a través de las entrevistas realizadas al personal de la compañía, se determinaron una serie de criterios que sirvieron de parámetro para evaluar en forma objetiva a los sujetos en cuestión.

##### **3.6.1.1 Criterios generales**

Tomando en cuenta la experiencia del personal de la empresa en relación con la contratación de servicios, se determinaron tres criterios generales a partir de los cuales se formuló el método de evaluación.

**a. Costo:**

Este parámetro se incluye como uno de los principales, debido a que una parte sustancial del proceso de decisión se basa en su magnitud. Según los encuestados, la ponderación que se le dio al costo, depende mayormente del tipo de servicio que se contrata –si es especializado o no –así como de la complejidad del producto que se adquiere. También se relaciona directamente con el volumen de compra (en cuanto a productos).

**b. Servicio:**

Según los encuestados, éste es uno de los criterios más importantes que se debe tomar en cuenta al momento de decidir entre un servicio y otro. Esto se debe, principalmente, a la relación que guarda con la eficiencia de los procesos productivos; porque incide directamente sobre aspectos determinantes como: disponibilidad de los equipos, eficacia de los trabajos, rapidez, entre otros.

**c. Calidad:**

Para todos los encuestados, la calidad de los trabajos realizados, así como de los materiales adquiridos, es esencial para el adecuado funcionamiento de la maquinaria; por lo que la mayoría coincide en la importancia de tomar en cuenta la calidad, en una evaluación de esta naturaleza.

**3.6.1.2 Criterios específicos****a. Precio**

Este criterio es importante dentro de los procesos de contratación y compra, no obstante los encuestados coinciden en que es difícil de evaluar, debido a su variabilidad. Para que pueda ser valorado en forma objetiva, el sistema diseñado tomará en cuenta aspectos que disminuyan la posibilidad de parcialidad en los resultados.

**b. Crédito**

Se refiere a las opciones de pago que ofrecen las empresas para cancelar los trabajos que han realizado. Muchas compañías de servicio externo, fijan las formas de pago desde el momento que se convierten en proveedores pero dependiendo de las necesidades de la empresa contratante pueden tener cierta flexibilidad, esta característica será la que se tome en cuenta en la evaluación. En cuanto a la forma de pago, es importante determinar los sistemas más adecuados con relación al tipo de trabajo que se realiza. Igualmente, los plazos de pago serán tomados en cuenta.

Según los encuestados, la mayoría de las empresas presentan planes de crédito que satisfacen sus necesidades, no obstante, al comparar diferentes proveedores y terceros, hay opciones que representan un mayor beneficio con respecto a otras.

**c. Respaldo**

El respaldo fue catalogado por muchos de los encuestados, como uno de los criterios más importantes, ya que criterios tan importantes como calidad y costo, se ven disminuidos en tanto no haya un adecuado respaldo.

**d. Garantía**

Según las personas consultadas, la garantía es un rubro que no se debe pasar por alto, por lo que acordaron evaluar aspectos como: los plazos establecidos por cada empresa de servicio, el alcance que tiene, los medios para ejecutarla.

**e. Mantenimiento**

Los encargados de contratar servicios que incluyen mantenimiento, consideran que es importante, pero no es primordial en comparación con los demás puntos. Se evaluará en el caso de servicios que posean planes de mantenimiento, así como en proveedores que suministren productos que demanden manutención.

**f. Planta física**

La mayoría de los encuestados coincidió en que, a pesar de que sí es importante, muchas veces no se le toma en cuenta al momento de tomar decisiones. Este punto evalúa el estado de las instalaciones donde se realizan los trabajos, se aplica en el caso de talleres mecánicos, eléctricos y en los lugares donde se realicen operaciones con maquinaria y herramientas.

**g. Personal**

En opinión de los encuestados, para aplicar la evaluación al personal, se requiere tener un conocimiento claro del mismo, por lo que el encargado de aplicar la evaluación deberá tener contacto constante con los contratistas, de manera que su opinión al respecto sea válida. En los casos en que el personal externo realiza los trabajos en las instalaciones de la compañía contratante, la evaluación se simplificará. Cuando se evalúen talleres externos, y demás negocios cuyo personal no tenga contacto directo con los encargados de aplicar las evaluaciones, no se les aplicará; ya que no se tiene el conocimiento suficiente para hacerlo.

**h. Contrato de Servicio**

Según la encuesta realizada al personal, este punto no tiene gran relevancia en comparación con otros que se encuentran en la evaluación.

Este ítem, evalúa las condiciones que se estipulan dentro del contrato al momento de adquirir un servicio, porque es importante que las partes involucradas obtengan beneficios mutuos. Deben esclarecerse los deberes y derechos, así como los resultados que se esperan obtener.

### **I. Sistema de entrega**

Debido a la relación directa que guarda con los procesos productivos, a causa de los tiempos de respuesta se le dará la ponderación adecuada que represente fielmente su importancia.

### **J. Horario de atención**

Respecto a este criterio, existió cierta divergencia entre las opiniones de los encuestados, ya que algunos de ellos, le proporcionaron un valor alto con respecto a los demás criterios. En cambio, los demás encuestados le dieron un valor bajo, dependiendo éste, del área de desempeño del personal.

### **K. Producto terminado**

Al producto terminado le corresponde un valor fijo igual a la totalidad de los puntos (100%) debido a que es el único criterio específico contemplado dentro del criterio general "calidad".

### **3.6.2 Análisis cuantitativo**

Se aplicaron un total de once encuestas al personal (Anexo N°1), que generaron los resultados que se exponen seguidamente, a partir de los cuales se dará el peso correspondiente a los ítemes que conforman el formulario de llenado.

### 3.6.2.1 Resultados de criterios generales

A continuación se presentan los resultados obtenidos en las encuestas realizadas:

**Tabla 3.5** Valores obtenidos en la encuesta  
Criterios Generales

Costo	Servicio	Calidad
25	45	30

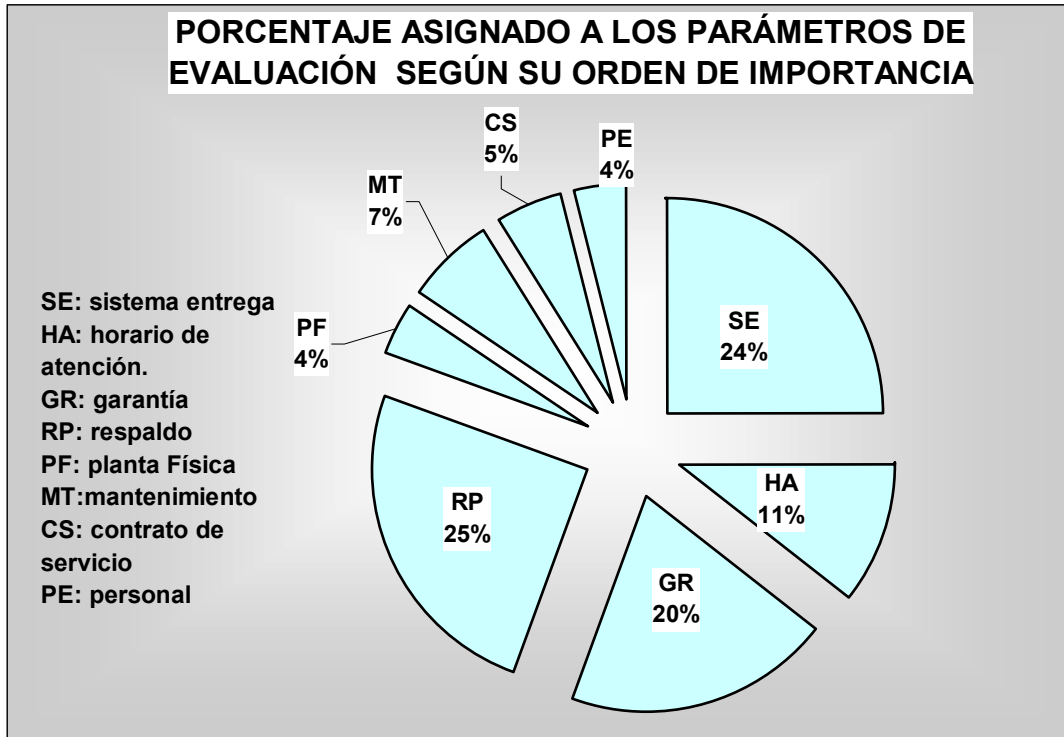
De acuerdo a los valores mostrados en la tabla anterior, se puede afirmar que el criterio más importante para el personal de la compañía es el servicio, le sigue en orden descendente la calidad y por último el precio.

**Tabla 3.6** Valores obtenidos en la encuesta  
Criterios Específico (Costo)

Precio	Crédito
45	55

En la tabla anterior se muestra el valor otorgado por el personal de Productos de Concreto S.A a los criterios específicos, dándole prioridad al crédito sobre el precio. Por lo que de manera cuantitativa, se demuestra lo que inicialmente se había afirmado (análisis cualitativo).

**3.6.2.2 Resultados de criterios específicos**



**Figura 2.3** (Porcentaje asignado a los parámetros de evaluación según su orden de importancia)

Excel

De la figura 2.3, se puede determinar el orden de prioridad otorgado a los criterios específicos que conforman el criterio general “servicio”. En orden de importancia, los parámetros quedan ordenados de la siguiente manera:

- 1- Respaldo (25%)
- 2- Sistema de entrega (24%)
- 3- Garantía (20%)
- 4- Horario de atención (11%)
- 5- Mantenimiento (7%)
- 6- Contrato de servicio (5%)
- 7- Personal (4%)
- 8- Planta física (4%)

Al criterio de calidad no se le aplica el desglose anterior, ya que se compone de un solo ítem, por lo que le corresponde un 100%.

### 3.7 Evaluaciones realizadas

Como resultado de la encuesta realizada al personal, se obtuvo la ponderación final que habría de introducirse en el formato de llenado. Una vez que éste se definió en cuanto a forma, se aplicó a varios talleres que le prestan servicio externo a la compañía.

Los talleres evaluados son los siguientes:

- a. Taller Precisión Colón.
- b. TIARSA, Taller industrial Artola.
- c. POSCAM
- d. Taller Córdoba
- e. Taller precisión Naranjo
- f. Taller Jorge Montoya
- g. Taller Eduardo Ramírez

Los resultados de las evaluaciones se resumen en la siguiente tabla

**Tabla 3.7** Valores obtenidos en las evaluaciones.

<b>Taller</b>	<b>Costo (25%)</b>	<b>Servicio (45%)</b>	<b>Calidad (30%)</b>	<b>Total obtenido (100%)</b>
Colón	20.31	40.73	30	91
TIARSA	24.2	37.7	30	91
POSCAM	20.63	44.2	30	96.05
Córdoba	24.25	41.8	30	96.05
Eduardo R.	23.12	41.54	30	97.73
Jorge Montoya	20.4	38.61	30	98.01



En la tabla 3.7, se muestra la calificación que obtuvo cada uno de los talleres evaluados durante el proyecto.

Nótese que las calificaciones se encuentran por encima de 90, lo que puede significar que los talleres analizados proporcionan un buen nivel de servicio - según el criterio de los evaluadores- o que las evaluaciones se realizaron en forma poco estricta por parte de los mismos. Estos resultados, están sujetos al criterio personal, por lo que los valores que se obtienen lo llevan implícito.

Todos los evaluadores, otorgaron la totalidad de los puntos al criterio de calidad en todos los talleres, que se refiere a la cualidad de los materiales utilizados y al grado de concordancia que existe entre lo que se solicita y lo que se obtiene. Esto puede denotar bajos niveles de exigencia por parte del personal que evalúa, porque en la práctica, se han dado casos de elementos cuyo material no responde en forma satisfactoria a los trabajos para los cuales ha sido diseñado, es decir presenta una baja calidad.

**CAPITULO IV**  
**MODELO DE SUSTITUCIÓN**  
**DE EQUIPO MOVIL**

## **4.1. INTRODUCCIÓN**

El creciente monto en los costos de mantenimiento y operación del equipo móvil demanda la implantación de un sistema que permita agilizar el proceso de determinación de costos y conocer los rubros que representan mayor gasto. Además en los casos en que se desea adquirir equipo móvil, no se tiene un archivo de las características que deben cumplir.

Por ello es necesario contar con toda la información que permita a la compañía, tomar alguna decisión en cuanto al futuro de la actual flotilla móvil la sustitución de montacargas y cargadores.

## **4.2. MARCO TEÓRICO**

### ***4.2.1 Equipo móvil para manejo de materiales***

En la mayoría de las compañías de manufactura, se utiliza equipo móvil para el acarreo de los productos, por lo que éste se convierte en parte integral de los procesos de fabricación.

Según la información preparada por K.W. Tunnel Company, Inc. en el Manual de Mantenimiento Industrial, “el equipo móvil para manejo de materiales se clasifica en cinco grupos generales”<sup>3</sup>, cada uno de los cuales se cita a continuación:

---

<sup>3</sup> Rosales, Robert; Rice, James. *Manual de Mantenimiento industrial*. Mc Graw Hill, México, 1972

- a. Carretillas y carros de mano.
- b. Carretillas en general, manuales o hidráulicas.
- c. Tractores y trenes con tractor
- d. Grúas industriales móviles.
- e. Montacargas motorizados.

Con respecto a la fuente de potencia para su movimiento, en el Manual de Mantenimiento Industrial se incluye la siguiente clasificación:

- b. El motorizado, que depende de su fuente de potencia integral para su operación.*
- c. El no motorizado, que depende de una máquina motriz desconectable, que puede ser un tractor o en muchos casos, la fuerza de un operario.*

Según la compañía Tunnel, el equipo móvil tiene un bajo nivel de utilización en la mayoría de los casos, excepto en aplicaciones donde su uso es fundamental para la producción. El equipo motorizado se utiliza mucho después de que ha finalizado su vida económica, por lo que aumentan sus costos debido a los inventarios de piezas de repuesto, así como el mantenimiento y la reducción de la productividad.

Con respecto a la vida económica del equipo móvil, la compañía Tunnel afirma: “la vida promedio de un equipo de éstos es de 11 000 horas o su equivalente en años, aproximadamente unos cinco años de operación del motor de combustión interna”

Con respecto a la selección de equipo, en el Manual de Mantenimiento Industrial se da la siguiente clasificación:

#### **4.2.2 Factores para la selección de equipo**

Las consideraciones que se deben tener para establecer los requisitos del equipo a utilizar, son las siguientes:

- a. Condiciones de la carga unitaria y su tamaño y centros de masa.
- b. Terreno, condiciones ambientales y ancho de los pasillos de las zonas de movimiento.
- c. Requisitos de ubicación de las cargas.
- d. Riesgos inherentes en la zona de movimiento.
- e. Economía de operación y facilidad de movimiento.
- f. Mantenimiento y piezas de repuesto.
- g. Normalización y estandarización del equipo
- h. Naturaleza crítica de las operaciones de la planta a las cuales sirven.

#### **4.2.3 Factores para la selección de llantas**

*Ruedas macizas:* Se hacen con hierro semiacerado, acero forjado, plásticos moldeados, caucho duro y materiales compuestos. Se limitan a diámetros pequeños y movimiento a baja velocidad y no se deben utilizar para transmitir potencia.

Las ruedas sólidas o macizas, tienen poca resistencia al giro, y muy corta duración si van sobrecargadas o se emplean en pisos malos. Además, producen vibración de la carga porque no tienen amortiguación.

*Ruedas con llantas neumáticas:* estas ruedas tienen llantas neumáticas de caucho vulcanizado y reforzado, muy similares a las de los vehículos automotores. Son de los tipos con cámara y sin cámara. Su capacidad de carga es menor, para su tamaño, que las llantas sólidas. Su estructura amortigua más la carga, permite más velocidad, mantenimiento más fácil y reduce los daños en el piso.

#### **4.2.4 Factores para la selección de motores de combustión interna**

Los motores de combustión interna se utilizan para trabajo a la intemperie, en interiores con muy buena ventilación, en atmósferas no peligrosas y cuando no importa mucho el nivel de ruido. Su vida útil comprende aproximadamente las 10 000 horas antes del primer overhaul.

Los motores diesel son los más utilizados en equipo pesado, se instalan en máquinas muy grandes donde el tamaño y costo adicionales no son importantes. Este tipo de motor requiere menor mantenimiento que el motor gasolina o eléctrico, además el combustible es muy económico.

Los montacargas motorizados tienen horquillas (uñas) para llevar una carga unitaria, además se utilizan diversos aparejos que se colocan en las uñas para facilitar el transporte de materiales específicos. Pueden operar en gran variedad de terrenos, según sea su diseño y, en forma específica, depende de la combinación de ruedas y llantas.

Las capacidades de los montacargas varían desde una tonelada hasta más de 18 ton. Hay montacargas con capacidades superiores a 45 toneladas; éstos son para uso a la intemperie, para apilar y mover los contenedores grandes para embarques.

#### **4.2.5 Índices de mantenimiento**

Para poder llegar a tener una gestión eficaz del mantenimiento, se deben utilizar índices que muestren la evolución de los sistemas que se implantan en una empresa, al respecto el ingeniero Lourival Tavares se refiere a algunos de éstos en su libro "Administración moderna del mantenimiento":

#### **4.2.5.1 Disponibilidad del equipo**

Es la relación entre la diferencia del número total de horas del período (horas calendario), con el número de horas mantenimiento (preventivo, correctivo, otros) en cada ítem controlado y el número de total de horas del período considerado.

Representa el porcentaje del tiempo que los ítemes quedan a disposición del órgano de operación, es decir, el lapso que pueden ser utilizados para producción.

Este índice es de gran importancia para la gestión del mantenimiento pues a través de éste, puede ser hecho un análisis selectivo de los equipos cuya disponibilidad esté debajo de los estándares establecidos.

#### **4.2.5.2 Utilización del equipo**

Indica qué porcentaje del total del tiempo de trabajo disponible, es utilizado el equipo.

#### **4.2.6 Concepto de costo o coste**

Desde un punto de vista económico el costo puede admitirse como:

- a) La suma de bienes y servicios que deben utilizarse para llevar a cabo determinado acto productivo.
  
- b) Como el consumo, valorado de dinero, de bienes y servicios utilizados para la producción que constituye el objeto de la empresa.

#### **4.2.6.1 Cálculo de costo**

Está constituido por la selección de las cargas y gastos que se consideran incorporables, su distribución y su imputación a las cuentas de costes.

#### **4.2.6.2 Objetivos del cálculo de costos**

- a) Conocer lo más exactamente posible los consumos realizados o previstos para conseguir un producto.
- b) Establecer previsiones y controlarlas.
- c) Establecer comparaciones para estudiar el grado de eficiencia lograda por las secciones de la empresa.

#### **4.2.6.3 Ventajas del control de costos**

- a) Pone de manifiesto de ítemes de la empresa que se operan sin beneficio o con pérdida.
- b) Permite establecer comparaciones del costo efectivo de procesos.
- c) Permite dirigir con acierto la empresa, formulando claras decisiones del porvenir.

#### **4.2.6.4 Centro de coste**

El registro de los costes y su análisis, imponen la división de la empresa en cierto número de centros contables.

Tal división puede ser:

- a) Según trabajos efectuados en el mismo taller u oficina. División topográfica.
- b) Según las máquinas y personal que ejercen las mismas funciones en toda la extensión de la empresa. División funcional.



#### 4.2.6.5 Unidad de tiempo

Depende de la actividad realizada; la elección de la unidad de tiempo de una y otra clase es básica para el estudio de rendimientos. La unidad de tiempo elemental más usada es la hora o el día. La unidad global puede ser el mes o un múltiplo fijo de días.

#### 4.2.6.6 Bases para el cálculo

El cálculo exacto de los costos totales significa la configuración y presupuestación precisa de todos los costes primarios. Para calcular los costos, hay que tomar como norma los *consumos de valor económico y no los desembolsos financieros*.

“En el coste industrial deben calcularse los consumos de valores económicos independientes de los desembolsos financieros (intereses, depósitos)”<sup>4</sup>

Según Duch: “...los costes deben quedar afectados por los distintos precios de los consumos que la empresa puede conseguir según las combinaciones financieras que se estipulen para su pago...en la normalización de costos debe establecerse el valor de las consumos refiriéndolos a una modalidad de compra y pago constante usual en el ramo, para así poder lograr costos comparables.”

#### 4.2.6.7 Coste de la maquinaria

Se encuentran comprendidos por los siguientes puntos:

- a) Cuota de depreciación
- b) Consumos requeridos para el mantenimiento
- c) Gastos de reparación

---

<sup>4</sup> Duch, Antonio. Manual de cálculo de costos y contabilidad industrial, Boixareu editores, Barcelona, 1978

Estos elementos sufren un desgaste correlativo con su uso. Todos los bienes integrados en este grupo, tienen por lo común una duración útil superior al período administrativo a que se refiere el cálculo de costos (vida útil económico).

#### **4.2.6.8 Conceptos relacionados con el desgaste de la maquinaria**

- a) *Depreciación*: Es la disminución del aprecio de un bien, como valor en venta. Influyen en ella varios factores, tales como: el uso, los avances tecnológicos, la situación general del mercado, los daños extraordinarios.
- b) *Obsolescencia*: Es un aspecto de la desvalorización que se produce cuando hay un envejecimiento prematuro por riesgos generales de la producción, por la aparición de nuevos procesos productivos, pérdida de mercado, etc.
- c) *Desgaste por el uso normal*: Es un factor de la depreciación. Se manifiesta por aumentos en los gastos de mantenimiento, mayores períodos de improductividad (tiempo de reparación de la maquinaria).

Siempre existe un aumento en los costos relacionado con el desgaste: En las máquinas, conforme transcurre el tiempo, los gastos de mantenimiento y de reparaciones van creciendo. La productividad será alta en los primeros años, bajando en progresión rápidamente a medida que la máquina envejezca.

El valor de desecho es propiamente el valor en venta de la máquina. Cuando el desgaste se acentúa, éste valor también lo hace, hasta reducirse al precio de venta como chatarra o desperdicios.

### 4.3 METODOLOGIA

#### Procedimiento general

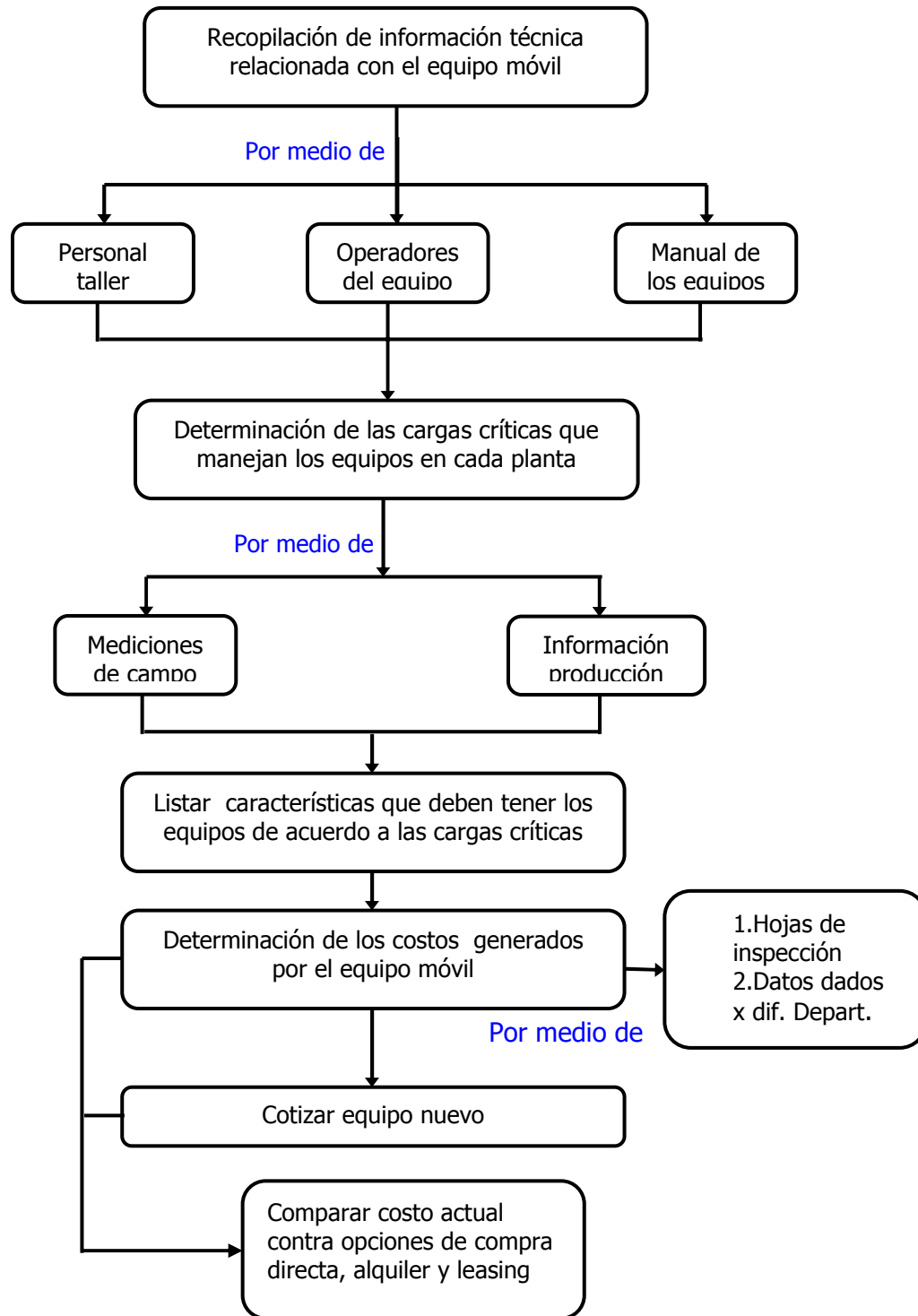


Figura 4.1 Procedimiento que se seguirá para la ejecución del proyecto.

#### **4.3.1 Recopilación de información técnica**

Para obtener información referente al equipo móvil (montacargas y cargadores), se entrevistará al personal técnico del taller automotriz y a los operadores de las máquinas. Después se revisará la información que aparece en los manuales de los equipos para extraer los datos importantes.

Todo esto se realizará con el fin de tabular los datos y obtener las características técnicas actuales, para que sirvan de base para la determinación de los requerimientos que deben cumplir los equipos en caso de adquirir maquinaria en un futuro.

#### **4.3.2 Determinación de las cargas críticas**

Para obtener los valores de carga crítica en cada planta, se realizarán algunas mediciones de campo, utilizando como instrumento un dinamómetro (instrumento de medición que proporciona el peso en toneladas fuerza, por lo que ya se incluye el valor de la gravedad). Además se utilizará la información que maneja el departamento de producción de la compañía.

Se tomarán los valores críticos de carga, para determinar las características que deben cumplir los equipos que operen en cada planta. Una vez que se obtengan estos datos, se realizará un listado de características para tener un bagaje de información que pueda ser utilizado a futuro.

### **4.3.3 Determinación de costos del equipo móvil**

La recopilación de datos se llevará a cabo mediante la revisión de las hojas de inspección diaria que llena cada operador de los equipos en estudio. Estas se analizarán minuciosamente, para extraer la información requerida para la obtención de los costos.

Las hojas de inspección se utilizan actualmente para tener un control del estado físico del equipo así como para determinar la cantidad de horas que opera y el consumo de combustible, **ver anexo N°3**. Pero en el presente documento, se hará un análisis de la información referente a los costos que se obtengan a partir de estas hojas.

Cada operador de equipo móvil porta esta hoja de inspección , la cual debe ser llenada diariamente. Al final de cada mes debe ser entregada al encargado del taller automotriz.

La hoja de inspección consta de dos partes, la primera, donde los operadores anotan los tiempos de trabajo, las horas que el equipo permanece ocioso, así como el tiempo en mantenimiento. Al final se anota el total de horas trabajadas (horas laboradas + horas ociosas).

La segunda hoja viene adjunta a la anterior, en ella se anota el dato de los horímetros (inicial y final), se anota el período al que corresponde y el nombre del operador responsable. Además se anota el consumo de combustible del equipo.

La información que se extraiga de las hojas de inspección se introducirá en una hoja electrónica, que calculará el costo que implica mantener funcionando el equipo mensualmente y por horas. **Ver anexo N°4**

La hoja electrónica se utilizará para determinar los costos generados por el equipo, pero también proporcionará información acerca de la disponibilidad y la utilización del mismo (porcentaje) A continuación se muestran las fórmulas que se encuentran contenidas en la hoja de cálculo para obtener los datos de disponibilidad, utilización, costo/hora de mantenimiento.

a. Disponibilidad:

$$\frac{\text{Tiempo total (horímetro)} - \text{tiempo total detenido}}{\text{Tiempo total (horímetro)}} \times 100$$

b. Porcentaje de utilización:

$$\frac{\text{Tiempo total (horímetro)}}{\text{Jornada de trabajo}}$$

c. Costo por mes de mantenimiento:

$$\frac{\text{Liquidación de orden} + \text{tiempo en mantenimiento} \times \text{costo del mantenimiento.}}{\text{costo del mantenimiento.}}$$

**Nota:** Liquidación de orden es un valor que corresponde al gasto por mano de obra de terceros, lubricantes y repuestos.

d. Costo por hora de mantenimiento:

$$\frac{\text{Costo/mes de mantenimiento}}{\text{Jornada de trabajo.}}$$

e. Costo total de operación por mes:

$$(\text{Costo del combustible} \times \text{Consumo de diesel}) + \text{Costo de operación} + \text{Costo/mes de mantenimiento.}$$

**Nota:** Costo de operación = salario del operador

f. Costo por hora de operación:

$$\frac{\text{Costo/mes de operación}}{\text{Jornada de trabajo.}}$$

**Nota:** La jornada de trabajo es la suma de horas ociosas y horas laboradas.

## 4.4 FUENTES CONSULTADAS

### 4.4.1 Fuentes primarias

Se realizarán entrevistas con el personal técnico del taller automotriz, para obtener información certera acerca de los equipos de la compañía, así como con los operadores de los mismos. También se obtendrá datos acerca de los productos acarreados, por medio del personal de Producción.

#### **4.4.2 Fuentes secundarias**

Se revisará la documentación relacionada con los equipos móviles, tales como: hojas de inspección, bitácora de reparaciones. Además se recopilará información relacionada con las cargas de trabajo que será proporcionada por el Departamento de Producción.

### **4.5 ALCANCES Y LIMITACIONES**

#### **4.5.1 Alcances del proyecto**

El estudio debe representar una ayuda para tomar una decisión final en cuanto a la conveniencia de adquirir nuevo equipo. Para esto se basará en las características técnicas y condición actual de los equipos de PC (montacargas y cargadores)

#### **4.5.2 Limitaciones del proyecto**

El proyecto estará limitado por el grado de cooperación del personal relacionado con los procesos que se analizan. Además se encuentra sujeto a la eficiencia con que la casas de alquiler de equipo pesado suministren la información que se les solicita.

### **4.6 ANALISIS DE RESULTADOS**

#### **4.6.1 Descripción del equipo existente**

La flotilla vehicular de Productos de Concreto que se analiza en este documento, está compuesta por montacargas de diversas capacidades (desde 2 toneladas hasta 13 toneladas) y cargadores frontales.



Actualmente la compañía cuenta con trece equipos con una vida útil muy variada, algunos de los cuales tienen más de veinticinco años de antigüedad.

El equipo móvil se utiliza para ejecutar tareas de acarreo y estiba en cada planta; pero algunas aplicaciones no concuerdan con el tipo de equipo que se tiene, por lo que se deben analizar las características de carga por planta para determinar la idoneidad del equipo que se tiene.

La siguiente tabla muestra las características técnicas de la maquinaria existente en la compañía.

**TABLA 4 .1** Equipo móvil analizado

EQUIPO	DESCRIPCION	MARCA	MODELO	MOTOR	AÑO	CAPACIDAD
CL-24	Montacargas	Clark	GPX-30CE	Perkins	1995	2,7 ton
CL-06	Montacargas	Clark	C500Y55D	Perkins	1976	2,3 ton
CL-15	Montacargas	Clark	C500Y9720	Detroit	1984	9,09 ton
CL-11	Montacargas	Clark	C500-300DR	Perkins	1978	13,64 ton
CL-07	Montacargas	Clark	DPH-70PK	Perkins	1995	7,0 ton
CL-22	Montacargas	Clark	C500Y155	Perkins	1987	7,0 ton
CL-14	Montacargas	Clark	CDP-30	Mitsubishi	1995	2,5 ton
CL-02	Montacargas	Clark	CDP-30	Mitsubishi	1980	2,5 ton
CL-16	Montacargas	Clark	DPH-70PK	Perkins	1995	7,0 ton
MO-07	Montacargas	Hyster	H165XL2	Mitsubishi	1999	7,5 ton
MO-08	Montacargas	Hyster	H165XL2	Mitsubishi	1999	7,5 ton
C-10	Cargador	Caterpillar	910	Caterpillar	1983	1,5 m <sup>3</sup>
C-11	Cargador	Caterpillar	926E	Caterpillar	1988	1,5 m <sup>3</sup>

#### **4.6.2 Funcionamiento en cada planta**

En cada planta se dan diferentes condiciones de operación, por lo tanto se realiza el estudio individual de montacargas y cargadores, para conocer por separado las funciones de cada equipo.

##### **4.6.2.1 Planta Belén (Prefa y tubos)**

Los montacargas que se encuentran operando en PC (Belén) realizan tareas muy diversas, dependiendo de la capacidad en toneladas del equipo. A continuación se da un listado de las mismas:

**a.** Para el acarreo de tubos en los patios y el cambio de moldes en la máquina de tubos. El montacargas se utiliza para colocar los moldes de los tubos encima del núcleo, para que posteriormente se chorree el material entre ambos elementos para la fabricación del tubo, por el método de vibración, la máquina donde se realiza dicho proceso se llama Drycast.

Para el transporte de los moldes se utilizan aditamentos especiales que facilitan el transporte de los tubos, pero que aumentan la carga total a transportar. Por lo tanto, dicha carga viene dada por el cuerpo del molde mas el aparato de sujeción. Debido a que las cargas movilizadas son grandes (del orden de las seis toneladas), los montacargas utilizados – *el CL-15 y el CL-11*- tienen capacidad de elevar cargas de nueve y trece toneladas respectivamente.

**b.** Para el transporte y estiba de columnas y baldosas en la zona de los patios de almacenaje de la planta. Para realizar dichas tareas se utilizan dos montacargas de 2,5 toneladas, el CL-06 y el CL-24. Estos equipos trasladan el producto desde la zona de estiba hasta los camiones donde serán despachados.

#### **4.6.2.2 Planta MASA**

La MASA es una planta de elaboración de adoquines y bloques que se encuentra localizada en Belén, y cuyo proceso de fabricación se encuentra completamente automatizado. Los montacargas que operan allí, transportan el producto ya cubicado desde las bandas de despacho de la máquina, hasta los patios de almacenamiento, donde posteriormente el producto será colocado en camiones.

Para el transporte de los cubos se utilizan aparatos de izaje (arañas) que suman con su peso, el total de carga a levantar. Los montacargas realizan dichas tareas son el CL-02 y CL-24 , que cuentan con una capacidad de tres toneladas.

Un aspecto muy importante que está relacionado con el funcionamiento adecuado de los montacargas es el estado de los suelos. Para el caso de la planta Belén y la MASA, éstos se encuentran muy deteriorados, ya que se componen de arcillas que al mojarse se producen depresiones que son altamente perjudiciales para la maquinaria móvil. Las condiciones de operación de los equipos son extremas, debido a la contaminación constante del aire con partículas de polvo y al grado de deterioro en que se encuentran los patios.

Los montacargas están diseñados para tener un rodaje suave sobre suelos uniformes, ya que no cuentan con sistemas de suspensión. Por esta razón, cualquier irregularidad en el terreno produce vibraciones violentas del equipo y de la carga, y que son perjudiciales para el mismo.

#### **4.6.2.3 Planta Patarrá (Bloquera 2)**

En esta planta se encuentra localizado otro centro de fabricación de bloques de varios tamaños, así como pretensados. Allí operan dos montacargas en y un cargador. La jornada de trabajo de los equipos es doble, por lo que sufren más desgaste que los equipos de la planta Belén.

El estado de los patios representa, al igual que en las demás plantas, un elemento desfavorable para el funcionamiento de los equipos móviles, ya que existen marcados declives que provocan fuertes sacudidas sobre los sistemas de dirección y elevación de los montacargas. Es importante recalcar, que el sistema de elevación de carga también sufre las consecuencias del mal estado del suelo.

Los montacargas que se encargan de transportar los racks de la bloquera, tienen una capacidad de 7 toneladas, la cual es aprovechada para transportar los bloques desde la banda transportadora de la máquina Besser, hasta los patios donde serán estibados manualmente.

En esta planta, los montacargas deben cumplir ciertos requerimientos, debido a que deben moverse dentro de la nave principal, por lo tanto no deben sobrepasar ciertas dimensiones. Tal es el caso de los equipos MO-08 y CL-16, los cuales deben introducirse dentro de los cuartos de curado de los bloques, que tiene dimensiones determinadas que limitan la operación de éstos equipos.

#### **4.6.2.4 Planta Guápiles (Bloquera 5)**

En éste lugar se produce bloques de varios tamaños, con material procesado en el quebrador que se encuentra contiguo a la planta (Quebrador Ochomogo). En la bloquera, las condiciones de trabajo de los equipos son más favorables, debido principalmente a que una porción de la ruta de los montacargas, se encuentra adoquinada.

Por tal razón, el equipo móvil que se encuentra operando en Guápiles – el CL-22 y el CL-07- sufre menos desgaste al existir menos vibraciones generadas por las irregularidades del terreno. Estos montacargas realizan el mismo trabajo que los equipos ubicados en Patarrá y tienen similares restricciones en cuanto a tamaño, porque deben pasar libremente al interior de la nave cuando se transportan los racks; pero a diferencia de Bloquera 2, el curado de los bloques se hace al aire libre y con rociado de agua, por lo que se prescinde de un cuarto diseñado para tal fin.

### **4.7 DISTRIBUCIÓN DE CARGAS POR PLANTA**

Las cargas se determinaron por secciones, de manera que se encontraran las cargas críticas que debían levantar los montacargas en cada una de ellas. Cada una de las plantas cuenta con características propias, por lo que el estudio se hizo por separado.

En las tablas que se muestran a continuación se dan las cargas que se manejan en cada planta, cuyos datos fueron proporcionados por el departamento de producción. Algunas cargas se determinaron en el campo, utilizando como instrumento un dinamómetro.

### 4.7.1 Planta Belén

**Tabla 4.2** Cargas más críticas (Sección de tubos)

Descripción	Peso Ton (N)*
<b>Aparato izaje</b>	0,58 (580)
<b>Núcleo</b>	0,80 (800)
<b>Molde</b>	1,29 (1290)
<b>Tubo</b>	4,50 (4 500)
<b>CARGA TOTAL</b>	7,17 (7 170)

\*( ) Unidades en el SI

En la tabla 4.2 se muestra el valor de la carga más crítica que debe levantar el montacargas asignado a la sección de tubos. Esta carga corresponde al tubo de concreto 213, que presenta las siguientes características: Tubo clase C-3 (2,13 m de diámetro interno x 1.25 m de altura).

El montacargas CL-11 (13 toneladas), es el único que tiene la capacidad de levantar la carga que se muestra en la tabla 4.2, por lo que se convierte en un elemento crítico del proceso productivo.

Es importante tomar en cuenta que este equipo debe cumplir una función para la cual no existe sustituto, por lo que en caso de ocurrir alguna falla, no se cuenta con respaldo alguno. Por esta razón, se debe considerar la posibilidad de adquirir maquinaria nueva, cuyas características sean similares a las del CL-11.

Más adelante se mostrarán los valores críticos de las secciones de columnas y baldosas de la planta Belén.

#### 4.7.2 Planta Patarrá

**Tabla 4.3** Peso de bloques más críticos (Planta Patarrá)

Tipo de bloque	Unidades por rack	Peso por bloque (kg)	Bloques por paleta	Peso total (kg)
Número 12	210	10.30	5	3 661.00
Número 15	168	13.31	4	4 500.00
Número 20	126	15.42	3	3 440.92
Tipo A	84	24.85	2	3 585.40
Tipo K	168	12.40	4	3 581.20
Tipo O	84	23.50	2	3 472.00
Tipo U	42	28.15	1	2 680.30
Viga12	168	10.74	5	3 302.32
Tecnoblock15	168	4.78	4	2 301.04
Tecnoblock 30	126	9.35	3	2 676.10

Fuente: Departamento de producción

**Nota:**

**Cada rack contiene 42 paletas.**

*El peso total está conformado por la suma de los siguientes elementos:*

- El peso de los bloques transportados por rack.
- El peso del rack: 1000 kg.
- El peso de las paletas: (19 kg/unidad) x 42 unidades = 798 kg.

En la tabla 4.1 se muestran los pesos de los bloques transportados en los Racks **(Ver anexo N°5)**. En este caso, el peso más crítico corresponde a 4,5 toneladas, pero el montacargas debe tener la capacidad de transportar ese peso a lo largo de una distancia considerable y a una altura determinada (20 cm aproximadamente), por lo que debe ser un montacargas de más de 5 toneladas de capacidad. Además, el mal estado de los patios genera un desbalance de las cargas transportadas que provocan fuertes sacudidas sobre los montacargas

Esto se explica en el hecho de que el montacargas está capacitado para levantar las cargas nominales (de diseño) siempre y cuando se encuentre detenido. En el momento que el equipo empieza a moverse, tiende a desequilibrarse a causa del desplazamiento del centro de masa de su carga actual, con respecto al centro de carga del equipo. Ver anexo **N°6**

Por esta razón, los equipos se especifican para tonelajes mayores al de la carga más crítica. En el caso de los equipos que se encuentran trabajando en bloqueras, su capacidad media es de siete toneladas, a pesar de que la carga más crítica elevada no supera las cinco.

En el caso de la planta Patarrá, los bloques se introducen en los cuartos de cura, que tienen las siguientes dimensiones:

- a. **Altura:** 3,45 m
- b. **Ancho:** 3,10 m
- c. **Profundidad:** 15 m



El montacargas que opera en esta zona, debe introducirse sin problemas dentro del cuarto, para transportar los bloques (por medio de los rack; ver anexo N°5) hasta los patios donde serán estibados. Por esta razón, deben cumplir ciertas especificaciones técnicas y constructivas.

### 4.7.3 Planta Guápiles

Esta planta se dedica a la producción de bloques de similares dimensiones y peso a los que se producen en Patarrá. Por lo que los equipos que allí operen deben cumplir con características similares.

**Tabla 4.4** Peso de bloques más (Planta Guápiles)

Tipo de bloque	Unidades por rack	Peso por bloque (kg)	Bloques por paleta	Peso total (kg)
Número 12	210	10.70	5	3 661.00
Número 15	168	13.50	4	4 300.00
Número 20	126	15.50	3	3 440.92
Tipo A	84	25.00	2	3 585.40
Tipo k	168	12.40	4	3 581.20
Tipo O	84	23.70	2	3 472.00
Tipo U	42	28.15	1	2 680.30
Viga12	168	10.80	5	3 302.32
Tecnoblock15	168	5.00	4	2 301.04
Tecnoblock 30	126	9.50	3	2 676.10

**Nota:**

*El peso total está conformado por la suma de los siguientes elementos:*

- El peso de los bloques transportados por rack.
- El peso del rack: 1000 kg.
- El peso de las paletas: 19 kg/unidad

Como se observa en la tabla 4.4, las cargas máximas por elevar son similares en las bloqueras, por lo que a partir de este momento, se especificarán los montacargas de estas plantas bajo los mismos conceptos, ya que sus aplicaciones son similares.

#### 4.7.4 Planta Cartago

Debido a la similitud de los bloques que se procesan en esta planta con los producidos en las plantas Patarrá y Guápiles, los equipos se especificarán de manera que sean capaces elevar cargas iguales a 4,5 toneladas en promedio.

**Tabla 4.5** Resumen de cargas críticas por planta

Planta	Departamento	Carga crítica de trabajo
Belén	Tubos	7 ton*
	Baldosas	1.94 ton **
	Columnas	2 ton***
	MASA	3,00 ton
Patarrá	Bloquera #2	4,50 ton
Cartago	Bloquera #3	3,70 ton
Guápiles	Bloquera #5	4,3 ton

**Fuente:** Departamento de producción

**NOTA:** Las cargas mostradas en la tabla corresponden a los máximos valores de trabajo.

\* Tubo C-3 (2130x1.25), incluye peso del molde y del aparato de izaje.

\*\*Corresponde a la baldosa de 1,95 m (81kg/unidad) transportada en grupos de 24 unidades.

\*\*\* Columnas tipo CE 45 ;3,30 m (136.143 kg/unidad) transportadas en grupos de 7 unidades.

Con base en la información obtenida en el análisis de cargas por planta, se determinaron las características que debían cumplir los equipos, lo cual se realizó tomando el valor máximo de carga como referencia. Una vez que tales características fueron determinadas, se procedió a realizar un listado.

#### **4.8 Consideraciones generales**

Para realizar el listado de características que deben cumplir los montacargas, se deben tomar en cuentas la siguientes consideraciones:

- a. Tamaño de la carga.
- b. Terreno, condiciones ambientales.
- c. Ubicación de las cargas.
- d. Estandarización del equipo.
- e. Selección del tipo de llanta adecuada.

#### **4.9 Listado de los equipos**

Una vez obtenidas las características propias de cada planta, se determinaron las especificaciones que debían cumplir los equipos, y se estandarizaron según las capacidades y finalidades de operación. Esto con el fin de que cumplan con el principio de intercambiabilidad, que les permita operar en diferentes plantas que tengan características similares (ejemplo: bloqueras).

Las listas se encuentran en el **anexo N°7**.

#### **4.10 Solicitud de cotización**

Una vez que las listas de todos los equipos fueron levantadas, se enviaron cotizaciones a las siguientes compañías :

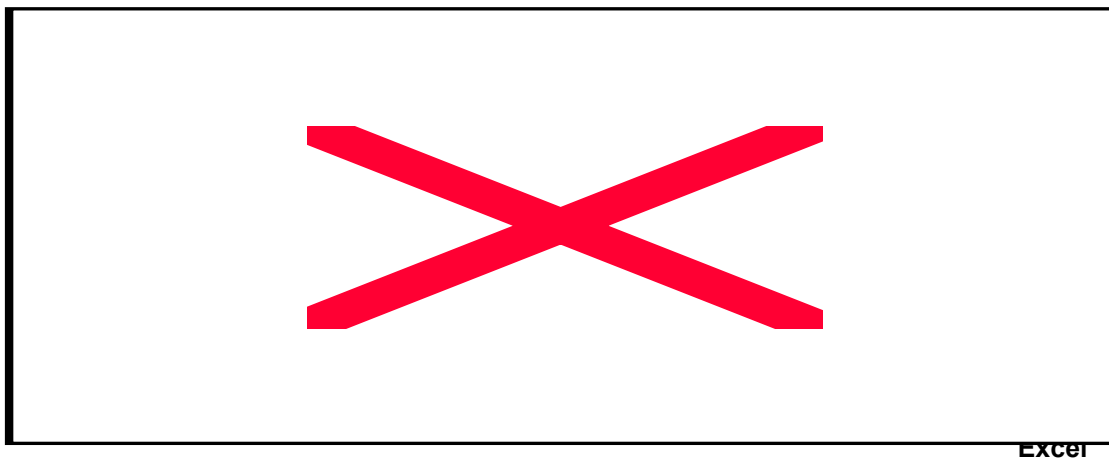
- a. ENCASPI
- b. MATRA
- c. YALE
- d. LARCE
- e. AGROMEC
- f. TRACTOMOTRIZ

### Ver Anexo N°8

La mayoría de estas compañías presentaron sus ofertas para les tres modalidades (compra directa, alquiler y leasing). Algunas de ellas no presentaron oferta en la opción de leasing (YALE, Agromec).

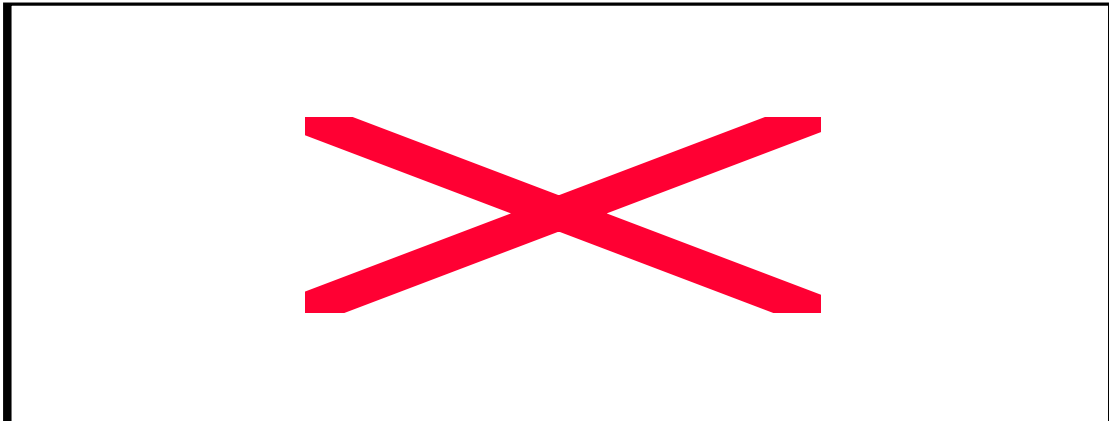
### 4.11 Análisis de gráficos de disponibilidad y utilización

Los gráficos que se presentan a continuación, describen el comportamiento del equipo en los últimos siete meses. **Ver anexo N°9**



**Gráfico 4.1** (Porcentaje de disponibilidad y utilización del equipo CL-06)

Excel



Excel

**Gráfico 4.2** (Porcentaje de disponibilidad y utilización del equipo CL-02)

Como se observa en los gráficos anteriores, la disponibilidad de los montacargas de las plantas de PC puede coincidir con su utilización (CL-02), o no hacerlo (CL-06). Esto depende directamente de la ubicación del equipo, ya que hay plantas donde la jornada de trabajo es intensa y el equipo no se detiene a menos que sufra algún percance.

En el gráfico 4.2, se observa el comportamiento del equipo CL-02 que al momento de los análisis se encontraba trabajando en la planta automatizada MASA. En este lugar, los equipos operan en jornadas continuas de 400 horas semanales, por lo que la utilización es muy elevada y alcanza prácticamente el intervalo de disponibilidad del que dispone el montacargas.

Para resumir los valores obtenidos a través de los siete meses con respecto al equipo, a continuación se muestra un promedio de valores que representa la disponibilidad y utilización de algunos montacargas y cargadores de la compañía.

**Tabla 4.6** Resumen de disponibilidad y utilización de varios equipos

Capacidad	Equipos	%Disponibilidad	%Utilización	%Ocioso
2.5 ton	CL-14	96.17	74.94	21.23
2.5 ton	CL-02	95.60	89.70	5.90
2.5 ton	CL-24	97.13	66.88	30.25
2.5 ton	CL-06	95.17	67.38	27.79
7.0 ton	MO-08	93.00	81.70	11.30
7.0 ton	CL-16	92.9	86.8	6.10
1.5 m <sup>3</sup>	C-10	89.17	73.91	15.26
1.5m <sup>3</sup>	C-11	96.00	86.30	9.70

Como se extrae de la tabla 4.6, equipos como el CL-02 presentan una disponibilidad promedio de 95.61%, y una utilización media de aproximadamente el 90% del tiempo.

Este equipo tiene aproximadamente veintidós años de estar en funcionamiento constante, manteniendo a pesar de ello, una disponibilidad mayor al 85%. Es decir, se mantiene dentro de un margen aceptable, ya que presenta un margen de disponibilidad similar al de equipos más nuevos.

El CL-06 presenta un comportamiento constante en cuanto a su disponibilidad, se halla en un promedio cercano al 95%. Este montacargas permanece ocioso cierta parte del tiempo, (ver gráfico 4.1) ya que su utilización es muy baja en comparación con la disponibilidad que presenta.

Los equipos de 7 toneladas (CL-16 y el MO-08) cuentan con un período de disponibilidad similar, a pesar de tratarse de montacargas de diferente modelo (año). Esto evidencia el hecho de que en la empresa, los equipos se mantienen en condiciones operables la mayoría del tiempo, independientemente de la antigüedad del mismo.

El 46% de los equipos analizados, fue adquirido después de 1995, por lo que se encuentran aún dentro del período de vida útil (aproximadamente 5 años), pero el 54% restante, es maquinaria que ya ha sobrepasado por un margen considerable, su expectativa de vida. En algunos casos, tienen más de diez años de haber concluido su período útil de funcionamiento, y han entrado en etapa de obsolescencia dentro del mercado.

Por último, cabe destacar la relación que existe entre los costos de mantenimiento y la utilización de equipo que ha entrado en período de obsolescencia. Se sabe que mantener funcionando un equipo por más tiempo del que se le ha previsto, trae consigo un aumento elevado en los costos de mantenimiento de la unidad.

#### **4.12 Análisis de costos**

En la empresa se lleva un control mensual de los costos de mantenimiento del equipo móvil, éste contempla los siguientes ítemes:

- a. Consumo combustible
- b. Material mantenimiento mecánico
- c. Material mantenimiento eléctrico
- d. Material mantenimiento automotriz

- e. Material mantenimiento civil
- f. Lubricantes
- g. Capacitación de personal
- h. Servicios de terceros en mantenimiento
- i. Mecánico, eléctrico, automotriz y civil
- j. Servicio reparación de mantenimiento automotriz
- k. Servicio reparación de mantenimiento eléctrico
- l. Gastos misceláneos.

Todas estas cuentas son cargadas a un mismo centro de costo, que se encuentra clasificado por área productiva y tipo de maquinaria.

Esta información se introduce cada mes bajo el concepto de liquidación de orden en un sistema informático que se utiliza a nivel de toda la compañía, el cual maneja datos de producción, costos e información relacionada con la maquinaria y los procesos. Debe quedar claro, que no se trata de un software aplicado al mantenimiento, sino a la producción en general.

Cabe resaltar, que los datos que conforman la liquidación de orden pertenecen a diferentes tipos de costos, como: mano de obra, herramientas, materiales. Todos se encuentran unificados en un mismo centro de costo.

En esta enumeración de los costos que se hace actualmente, no se toma en cuenta la mano de obra directa (mecánicos). Solamente se lleva el control del combustible consumido, materiales utilizados, servicio de terceros, ya que son fáciles de determinar por medio de la revisión de las facturas emitidas durante el mes.



Actualmente, no se determina el costo total que implica mantener el equipo funcionando, porque los controles requeridos no se han implantado del todo. Se necesita para ello, extraer la información de las hojas de inspección que llenan los operarios diariamente. La cual proporciona los siguientes datos:

- Horas máquina
- Horas ociosas del equipo
- Horas en mantenimiento (preventivo, correctivo)
- Consumo de combustible

A partir de esta información es posible determinar los costos totales que implica mantener en funcionamiento el equipo móvil actual (montacargas y cargadores).

#### **4.13 Comparación de los costos obtenidos**

Mediante la revisión de la documentación existente e introduciendo la información en hojas de cálculo (**Ver anexo N°4**), se determinaron los costos generados por el equipo móvil de la compañía. La información obtenida se resume en la tabla 4.7. Los datos que allí se muestran, corresponden a los equipos de las plantas Patarrá, Belén, Cartago y Guápiles.

Consideraciones importantes:

1. En la empresa, el departamento de contabilidad obtiene el valor de depreciación empleando el método de depreciación lineal.
2. No se le da valor de desecho a los activos. Por lo tanto:  
$$\text{depreciación} = \text{valor de adquisición dividido entre vida útil.}$$
3. Según la normativa interna de la compañía, los activos ( montacargas y cargadores) se deprecian en un período de 10 años.

Tabla 4.7 Costo del equipo móvil

Capacidad ton (kg)	Equipo	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
2.5 (2 500)	CL-06	126.07	15.54	2.48	14.95	2.68	5.83	3.23
	CL-02	3.81	5.00	3.57	2.72	2.87	3.40	3.60
	CL-14	4.05	5.51	2.33	3.03	3.45	4.51	3.74
	CL-24	5.65	6.65	5.88	10.53	5.33	13.76	17.44
7,0 (7 000)	CL-16	5.23	4.16	5.01	0.00	19.08	5.27	4.70
7.5 (7 500)	M-07	8.06	12.18	11.01	8.20	8.64	12.17	8.78
	M-08	7.43	6.76	4.42	13.12	24.85	4.59	5.20
9.3 (9 300)	CL-15	6.32	9.05	9.45	9.58	2.72	8.85	8.46
13.6 (13 600)	CL-11	8.04	7.40	13.66	16.16	13.06	10.80	5.17
Cargadores	C-10	8.09	7.71	5.94	5.26	5.36	6.15	3.96
	C-11	11.92	9.28	8.78	7.80	3.19	8.25	6.14

**Nota:** Estos valores no incluyen el costo por combustible para facilitar las comparaciones con los valores mensuales que resulten de la adquisición de equipo por compra, alquiler o leasing.

La tabla anterior muestra el costo promedio por capacidad de los equipos. Se tomó el costo que generaba cada uno de los equipos y se agruparon por capacidades 2.5 ton, 7 ton y 13 ton ; también se consideraron los cargadores.

Este agrupamiento se realizó para simplificar los cálculos que se debían realizar, y se justifica en el hecho de que los montacargas de iguales capacidades generan un costo similar, además para facilitar la comparación con la información suministrada por las empresas que suministran equipo pesado.

**Tabla 4.8** Costo promedio del equipo móvil según capacidad

	COSTO MENSUAL PROMEDIO DEL EQUIPO			
ITEMES DE COSTO	2,5 ton	7,0 ton	13,0 ton	Cargador
Mantenimiento (\$/h)	10.03	7.25	8.21	7.12
Operación (\$/h)	3.00	2.54	2.36	2.67
Depreciación (\$/h)	0.71	2.06	0	1.19
<b>COSTO TOTAL</b>	<b>13.74</b>	<b>11.85</b>	<b>10.57</b>	<b>10.98</b>

A partir de la información sustraída de la tabla anterior, se procedió a comparar los costos que implica mantener el equipo actual, contra las opciones de adquisición dada por las empresas de alquiler y venta de equipos. El costo que ahí se muestra, no considera el consumo de combustible, con el fin de simplificar los cálculos al momento de comparar las opciones. Además, independientemente de la opción que se estudie, el costo de combustible será constante debido a que la empresa siempre correrá con ese gasto.

**Tabla 4.9** Comparación de costos (opción alquiler)

	COSTO DEL ALQUILER DEL EQUIPO					
ITEMES DE COSTO	2,5 ton	3,0 ton	4,0 ton	7,0 ton	13,0 ton	Cargador
Alquiler (\$/h)	5	5.75	7.75	10	15.75	17.5
Operación (\$/h)	3.00	3.00	3.00	2.54	2.36	4.39
Depreciación (\$/h)	0	0	0	0	0	0
<i>Costo total alquiler (\$/h)</i>	<b>8</b>	<b>8.75</b>	<b>10.75</b>	<b>12.54</b>	<b>18.11</b>	<b>21.89</b>
<i>Costo actual PC (\$/h)</i>	<b>13.74</b>	<b>13.74</b>	<b>13.74</b>	<b>12.14</b>	<b>10.57</b>	<b>9.23</b>
<b>AHORRO</b>	<b>5.74</b>	<b>4.99</b>	<b>2.99</b>	<b>-0.40</b>	<b>-7.54</b>	<b>-12.66</b>

Fuente: MATRA alquiler

La tabla anterior corresponde a los datos proporcionados por una empresa de alquiler, que brindó la mejor oferta con respecto a las demás empresas. **Ver anexo N°10**

Se debe aclarar que Productos de Concreto S.A. no cuenta con equipos de 3 ton y 4 ton, pero se comparan las opciones con equipos de tal capacidad, como sustitutos de los de 2,5 toneladas.

Como se observa en la tabla 4.10, en el caso que se cambiara toda la flotilla por equipo de alquiler, habría equipos que generan un ahorro de casi seis dólares por hora. Por lo tanto, si se alquilan solamente los equipos de 2,5 toneladas, pero se mantienen los de 7 y 13 toneladas que se tienen actualmente, será necesario seguir contando con los servicios del taller automotriz de la compañía, lo cual implica un costo por mano de obra, que seguirá generándose cada mes.

Si se multiplican los ahorros generados por la cantidad de equipos y se suman los totales, ocurre lo siguiente:

a. Equipos de 2,5 toneladas:	$4 \times 5,74 = 22,96$	(\$/h)
b. Equipos de 7 toneladas	$3 \times -0,40 = -1,2$	(\$/h)
c. Equipos de 13 toneladas	$2 \times -7,54 = -15,08$	(\$/h)
d. Cargadores	$2 \times -12,66 = -25,32$	(\$/h)
<hr/>		
TOTAL DE AHORRO	-18,62	(\$/h)

De lo anterior se muestra, que no habría ahorro si se alquilara toda la flotilla. Pero se observa un ahorro en equipos de menos de 7 toneladas de capacidad. Estos precios son negociables con las compañías de alquiler, por lo que se puede solicitar un descuento que genere un ahorro al alquilar toda la flotilla.

**Tabla 4.10** Comparación de costos (opción compra)

ITEM DE COSTO	COSTO MENSUAL DE EQUIPO NUEVO					
	2,5 ton	3,0 ton	4,0 ton	7,0 ton	13,0 ton	Cargador
Mantenimiento (\$/h)	5.82	5.98	6.39	7.36	10.53	17.5
Operación (\$/h)	3.00	2.80	2.80	2.54	2.36	4.39
Depreciación (\$/h)	1.20	1.36	1.76	1.39	5.27	4.07
Costo total (\$/h)	<b>10.02</b>	<b>10.14</b>	<b>10.95</b>	<b>11.29</b>	<b>18.16</b>	<b>25.96</b>
Costo actual PC (\$/h)	<b>13.74</b>	<b>13.74</b>	<b>13.74</b>	<b>11.85</b>	<b>10.57</b>	<b>10.98</b>
<b>AHORRO</b>	<b>3.72</b>	<b>3.60</b>	<b>2.79</b>	<b>0.56</b>	<b>-7.59</b>	<b>-14.98</b>

Fuente: MATRA venta de equipos.

Como se observa en la tabla 4.10, la opción de compra genera ahorro en equipos de capacidades menores a las 13 toneladas, Pero para saber si existe ahorro en forma global, se debe multiplicar el ahorro unitario por la cantidad de equipos, y sumar los resultados.

Al realizar la operación descrita anteriormente, se obtiene:

a. Equipos de 2,5 toneladas:	$4 \times 3,72 = 14,88$	(\$/h)
b. Equipos de 7 toneladas	$3 \times 0,56 = 1,68$	(\$/h)
c. Equipos de 13 toneladas	$2 \times -7,59 = -15,18$	(\$/h)
d. Cargadores	$2 \times -14, = -29,96$	(\$/h)
<b>TOTAL DE AHORRO</b>	<b>-28,58</b>	<b>(\$/h)</b>

De la misma manera que el alquiler, la opción de compra no genera ahorro si se cambia la totalidad de la flotilla. Esto se debe principalmente al alto costo de los equipos de 13 toneladas y los cargadores frontales, cuyo mantenimiento y valor de depreciación mensual es muy alto.

Aunado a lo anterior, la opción de compra implica una inversión inicial muy alta, por lo que en caso de optar por ésta, la empresa debe tener un alto grado de liquidez.

**Tabla 4.11** Comparación de costos (opción leasing)

EQUIPO MOVIL PC	COSTO DE ADQUISICIÓN POR LEASING					
	2,5 ton	3,0 ton	4,0 ton	7,0 ton	13,0 ton	Cargador
Alquiler (\$/h)	3.08	6.89	4.48	3.46	11.68	No proporcionó datos
Operación (\$/h)	3.00	3.00	3.00	2.54	2.36	
Depreciación (\$/h)	0	0	0	0	0	
Costo total alquiler (\$/h)	<b>6.08</b>	<b>9.89</b>	<b>7.48</b>	<b>6</b>	<b>14.04</b>	<b>0</b>
Costo actual PC (\$/h)	<b>13.74</b>	<b>13.74</b>	<b>13.74</b>	<b>12.14</b>	<b>10.57</b>	<b>0</b>
<b>AHORRO</b>	<b>7.66</b>	<b>3.85</b>	<b>6.26</b>	<b>6.14</b>	<b>-3.47</b>	<b>0.00</b>

Fuente: Arrendadora Improsa (información proporcionada a MATRA)

En el caso de adquisición de equipo por leasing, se observa mayor ahorro en cuanto al costo mensual. Nótese la diferencia entre los montos de alquiler que se observan en las tablas 4.10 y 4.11. Esto se debe principalmente, al depósito inicial que se debe otorgar a la empresa arrendadora (20% del valor del equipo), lo cual repercute en la disminución de las tarifas.

Si se multiplican los ahorros generados por la cantidad de equipos y se suman los totales, ocurre lo siguiente:

a. Equipos de 2,5 toneladas:	$4 \times 7,66 = 30,64$	(\$/h)
b. Equipos de 7 toneladas	$3 \times 6,14 = 18,42$	(\$/h)
c. Equipos de 13 toneladas	$2 \times -3,47 = -6,94$	(\$/h)
d. Cargadores	-----	

---

TOTAL DE AHORRO 42,12 (\$/h)

La opción de leasing es la única que genera ahorro (mensualmente) en caso de cambiar la totalidad de la flota, este ahorro sería aproximadamente de 42.12 (\$/h). A este dato habría que restarle el valor de la mensualidad de los cargadores (no se proporcionó) pero según los datos dados anteriormente, es probable que el ahorro se mantenga pero a un monto más bajo.

La gran desventaja de este sistema consiste en que para poder alquilar el equipo bajo las tarifas mostradas en la tabla 4.11, se debe pagar un depósito correspondiente al 20% del valor del equipo. Esta inversión inicial implica que la empresa debe contar con un alto grado de liquidez (al igual que en la compra). Quedaría por estimar, el ahorro a largo plazo para saber si se llega a compensar el monto del depósito inicial (análisis financiero)

Debe quedar claro, que el presente documento muestra un análisis del costo actual, y no contempla proyecciones a futuro (análisis financiero), por lo que los datos obtenidos son una guía para determinar las ventajas (ahorro) que podrían darse mensualmente en caso de adquirir equipo por compra directa, alquiler o leasing.

#### **4.14 Ventajas y desventajas de los sistemas planteados**

##### **a. Compra directa:**

Desventajas:

- La inversión debe realizarse tomando en cuenta la tasa de retorno, la vida útil, el costo de depreciación.
- Se requiere de una inversión inicial muy alta, deben pagarse impuestos.
- Es difícil determinar los costos que implica la utilización y operación del equipo.
- La empresa debe encargarse del mantenimiento y material de reparación.

Ventajas:

- El equipo nuevo presenta mayor disponibilidad.
- Se puede disponer del equipo, en caso de que sea necesario realizar alguna adaptación en su estructura para que se ajuste a las necesidades de la empresa.

### **b. Alquiler**

Desventajas:

- No se puede realizar modificaciones a los equipos en caso de que se necesite.

Ventajas:

- Se puede prescindir del taller automotriz y se genera un ahorro al evitar el pago de salario y cargas sociales al personal de mantenimiento relacionado.
- Las unidades que se suministran son nuevas y están renovando cada tres meses.
- El dinero que normalmente se invertía en activos, puede ponerse a rotar dentro de la empresa.
- Es más fácil obtener los costos relacionados con la maquinaria, debido a que existe un control por medio de facturas.

### **c. Leasing**

Ventajas:

- Presenta la posibilidad de adquirir el activo una vez que se ha pagado el acumulado de cuotas mensuales, cuyo total representa el valor inicial del activo( activo contingente).



- En caso de incluir mantenimiento total, se puede prescindir del taller automotriz, y se da un ahorro por la evitación del pago de cargas sociales y costos relacionados con el personal que da mantenimiento al equipo.
- Se puede adquirir equipo nuevo, pagando cuotas mensuales a un plazo de tres meses.
- Mientras se pagan las cuotas, el activo no es propiedad de PC.

Desventajas:

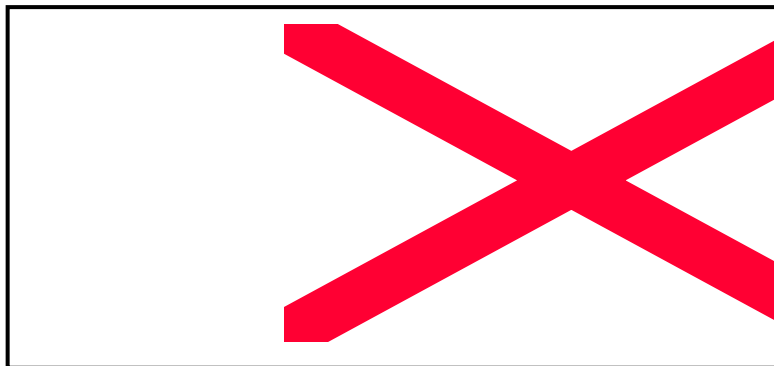
- La efectividad de los programas de mantenimiento estará sujeto a los sistemas de respuesta con que se cuente en las empresas arredadoras.

#### 1.4. Sostenibilidad de la información

Para llevar un control de los costos generados por el equipo móvil de Productos de Concreto, se utilizará una hoja electrónica en formato excel, en la cual se introducirán los datos necesarios para calcular los indicadores del comportamiento del equipo (costo de mantenimiento por hora, costo de operación por hora, porcentajes de disponibilidad y utilización).

##### a. **Introducción de datos generales:**

Para la introducción de estos datos, se utilizará el formato mostrado en la figura 4.1.



**Gráfico 4.1** Tabla excel. (formato para introducción de datos)

- En la casilla “mes” se introducirá el periodo al que se refiere el documento, de igual forma se introducirá el año en el espacio correspondiente.
- El costo del diesel será proporcionado por el personal de bodega, el cual lo enviará cada día seis del mes actual.

**b. Introducción de los datos para generar indicadores:**

Los datos se introducirán en la hoja electrónica que se muestra.

		HOJA DE CONTROL DE EQUIPO MÓVIL								
		Planta Patarrá			Cartago	MASA		Planta Guápiles		
		CL-16	MO-08	C-10	MO-07	CL-14	CL-2	CL-22	CL-7	
35	DATOS									
36	HORAS MÁQUINA (HORIMETRO)	Hrs	275	260	380	301	141	150	345	165
37	CONSUMO DE DIESEL	lts	1500	458	1380	1071	279	312	500	400
38	LIQUIDACIÓN DE ORDEN	¢	264,789.30	301,245.80	120,345.00	244,044.04	98,500.00	62,304.00	372,140.00	304,255.68
39	JORNADA DE TRABAJO	Hrs	315	300	400	398	292	294	359	171
40	TIEMPO EN MANTENIMIENTO	Hrs	6	10	4	34	4	1	3	4
41	SALARIO (MECANICO)	¢	275,000.00	275,000.00	275,000.00	275,000.00	300,000.00	300,000.00	275,000.00	275,000.00
42	COSTO MANT. AUTOMOTRIZ	¢	1,322.12	1,322.12	1,322.12	1,322.12	1,442.31	1,442.31	1,322.12	1,322.12
43	COSTO OPERACIÓN	¢	289,456.78	185,425.00	250,321.00	376,764.43	257,913.60	272,506.00	181,645.38	219,860.82
44	INDICES OBTENIDOS:									
45	DISPONIBILIDAD	%	97.8%	96.2%	98.9%	88.7%	97.2%	99.3%	99.1%	97.6%
46	UTILIZACIÓN	%	87.3%	86.7%	95.0%	75.6%	48.3%	51.0%	96.1%	96.5%
47	CONSUMO DE DIESEL	lts/h	5.45	1.76	3.63	3.56	1.98	2.08	1.45	2.42
48	COSTO DE MANT/ MES	¢	272,721.99	314,466.95	125,633.46	288,995.96	104,269.23	63,746.31	376,106.35	309,544.14
49	COSTO MANT/ HORA	¢	865.78	1048.22	314.08	726.12	357.09	216.82	1047.65	1810.20
50	COSTO OPERACION/ MES	¢	778,928.77	566,072.95	575,364.46	820,519.89	402,498.33	381,336.31	630,001.73	587,204.96
51	COSTO OPERACION/ HORA	¢	2,472.79	1,886.91	1,438.41	2,061.61	1,378.42	1,297.06	1,754.88	3,433.95
52	En dolares									

Figura 4.2. Tabla excel (Hoja de control de equipo móvil)

- Horas máquina:  
La cantidad correspondiente a las horas máquina, se extraerá de las hojas de inspección que llena cada uno de los operadores de los equipos “horas máquina”.
- Consumo de diesel:  
El dato del consumo de combustible, se extrae también de las hojas de inspección “Consumo de diesel/ mes”.
- Liquidación de orden :  
Este dato debe ser proporcionado cada día seis del mes en curso por el encargado de mantenimiento vía correo electrónico.

- Jornada de trabajo:

El dato referente a la jornada de trabajo se encuentra en la hoja de inspección bajo el nombre “total de horas/mes”. La jornada de trabajo incluye las horas máquina y las horas ociosas.
- Tiempo en mantenimiento:

Las horas que el equipo permanece en mantenimiento, son registradas en la hoja de inspección, por lo que el dato se extrae directamente de la misma, se encuentra bajo la denominación de “total horas de mantenimiento/mes”.
- Salario bruto (mecánico):

Esta casilla debe completarse con los datos correspondientes al salario bruto de los mecánicos de cada planta.
- Costo de mantenimiento automotriz:

Se refiere al costo del mantenimiento automotriz. Corresponde al salario mensual de los mecánicos dividido por el número de equipos que atienden.
- Costo operación:

Para rellenar los espacios de costo de operación, deben introducirse los salarios brutos de los operadores del equipo móvil.

Una vez que los datos anteriores han sido introducidos, se genera una hoja resumen que muestra los índices de costo y funcionamiento del equipo.

La tabla se muestra a continuación:

		B#2			B#4	MASA		B#5	
		CL-16	MO-08	C-10	MO-07	CL-14	CL-2	CL-22	CL-7
<b>COSTO MANT/ HORA</b>	\$	2.45	2.97	0.89	2.06	1.01	0.61	2.97	5.13
<b>COSTO OPERACIÓN/ HORA</b>	\$	7.01	5.35	4.08	5.84	3.91	3.68	4.97	9.73
<b>DISPONIBILIDAD</b>	%	97.8%	96.2%	98.9%	88.7%	97.2%	99.3%	99.1%	97.6%
<b>UTILIZACIÓN</b>	%	87.30%	86.67%	95.00%	75.63%	48.29%	51.02%	96.10%	96.49%

**Figura 4.3.** tabla excel (Cuadro resumen de índices esperados)

Con base a la información que se genere en la tabla anterior, se enviará la información al encargado de mantenimiento, quien se encargará de recibir la información y analizarla, así como obtener las conclusiones respectivas.

Todo este proceso se resume en el flujograma que se muestra como anexo N°8, y se observan en forma esquematizada las funciones que debe ejercer cada elemento del proceso.

El anexo N°10 se muestra un cuadro de responsabilidades y deberes que presenta el personal que se encargará del proceso de determinación de costos.

### 3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### RECOMENDACIONES

##### a. Manual de evaluación

- Cada contratista, debe informar acerca de las características de su sistema de trabajo, conocer las exigencias técnicas, económicas y legales de la compañía.
- Delegar a entidades externas, solamente las actividades que no sean esenciales para el desarrollo de los sistemas productivos.
- Establecer un marco de índices y resultados esperados, contra el cual se pueda comparar las calificaciones que obtengan los contratistas y proveedores, que sea depurado a través de la experiencia que se adquiera con la aplicación del sistema de evaluación.
- Clasificar los servicios externos y proveedores en categorías, de manera que sean evaluados en forma uniforme de acuerdo a características comunes.
- Las evaluaciones se deben realizar en forma *estricta y objetiva*, para asegurar la efectividad del sistema.

##### b. Modelo de sustitución de equipo móvil

- Utilizar sistemas de control de costos que determinen en forma precisa, cuáles son los ítemes que están generando mayor gasto en el equipo móvil.
- Mejorar el estado de los patios, utilizando materiales que se encuentran en la empresa (ej: adoquines).

- Capacitar al personal que opera los equipos acerca del funcionamiento de los mismos, para disminuir la incidencia de fallas.
- Para montacargas de más de siete toneladas, se recomienda utilizar en la piña (doble llanta) una llanta sólida en la parte interior, y otra neumática en la parte exterior. Esto para que la que tiene mayor resistencia al peso, en este caso la sólida, sea la que soporte la carga.
- En caso de adquirir nuevo equipo, se recomienda estandarizar la flotilla, de manera que todos los equipos correspondan a una misma marca, y se tengan en capacidades iguales para iguales zonas productivas (por ejemplo, equipos de siete toneladas en las plantas bloqueras).
- Distribuir eficientemente las actividades de los montacargas de igual capacidad, por medio de los datos de disponibilidad y utilización que se obtengan, de manera que los tiempos ociosos disminuyan en beneficio de la producción.

## CONCLUSIONES

### a. Manual de evaluación

- Es necesaria la implantación de sistemas de control de los servicios externos, para mantener un buen nivel de optimización de los costos.
- La efectividad del sistema de evaluación, está directamente relacionada con el grado de asimilación del proceso, que muestre el personal de la empresa evaluadora.

### b. Modelo de sustitución de equipo móvil.

- Los equipos móviles nuevos que se han adquirido generan un costo similar al equipo viejo, por lo que la opción de compra no representa un beneficio significativo.
- La utilización de modelos alternos para la adquisición de equipo, no generan ahorro a corto plazo.
- Los sistemas de alquiler y leasing, aventajan a la opción de compra, en cuanto a la renovación constante de los equipos.
- Ciertos equipos (montacargas) de modelo reciente, generan costos semejantes, e incluso mayores, que los equipos viejos.

- Algunos de los daños más frecuentes que presentan los equipos, son consecuencia de la mala operación (problemas en la transmisión debido al arranque en “segunda velocidad”).
- La condición de la planta es un factor que genera desgaste en los montacargas, debido al mal estado de los suelos.
- No existe un perfil adecuado para la contratación de operadores de equipo móvil, que repercuta en un funcionamiento adecuado del mismo.
- La tercerización completa de la flota, no presenta ventajas desde el punto de vista de ahorro, pero implica la adquisición de equipos nuevos (sustituibles cada tres años) a un costo similar.



#### 4. BIBLIOGRAFÍA

Goxens, Antonio. Manual de cálculo de costos y contabilidad industrial. Boixareu, Barcelona, 1978

Muñoz, Bernal. “La contratación del mantenimiento”, Revista Mantenimiento, Año 4, N°17, Mayo-Junio. 2001

Rosales, Robert; Rice, James. Manual de Mantenimiento industrial. Mc Graw Hill, México, 1972

Tavares, Lourival. Administración Moderna de Mantenimiento, Editorial Novo Polo, Brasil, 1999

# **ANEXOS**



**DETERMINACION DE PARAMETROS PARA LA EVALUACIÓN  
DE PROVEEDORES Y SERVICIOS EXTERNOS**



**ANEXO N°1 Encuesta realizada al personal**

**OBJETIVO:** Determinar los parámetros a partir de los cuales se evaluará a proveedores y servicios externos.

**ALCANCE:**

El presente documento se dirige a todo el personal relacionado con los procesos de compra y contratación en la compañía.

**RESUMEN INTRODUCTORIO:**

Para estructurar el formato del manual de evaluación, se requiere definir el grupo de ítems que servirán de herramienta para evaluar objetivamente a los proveedores de la compañía y servicios externos. Para ello se debe contar con el apoyo del personal encargado de dichos procesos. A cada uno se le dará una copia del formato de determinación de parámetros, para que así incluyan los ítems que consideren necesarios.

El manual se dividirá en tres criterios generales sobre los que se basará la evaluación.

Estos son:

- 1- Costo
- 2- Servicio
- 3- Calidad

Al mismo tiempo, éstos se dividen en ítems específicos, listados a continuación:

**Costo:** 1- Crédito  
2- Precio

**Servicio:** 1-Sistema de entrega  
2- Respaldo  
3- Mantenimiento  
4- Garantía  
5-Planta Física  
6-Personal  
7-Contrato de servicio  
8- Horario de atención



**Calidad:** 1-Producto terminado

**PROCEDIMIENTO:**

- 1- Revise todos los puntos que se enumeran en el documento, para determinar si cumplen con el objetivo propuesto.
- 2- Una vez que haya revisado cada uno, agregue en los espacios en blanco los que considere necesarios.
- 3- Proceda a darle un valor numérico a cada uno de los criterios generales (costo, servicio y calidad) de manera que la suma de ellos sea igual a 100.

Ej: Costo: 30  
Servicio: 45  
Calidad: 25  
-----  
Total: 100

- 4- Después de otorgarle el peso correspondiente a los ítems generales, proceda a darle valor a los específicos, de manera que su sumatoria sea igual a 100.

DETERMINACION DE PARAMETROS PARA LA EVALUACIÓN DE PROVEEDORES Y SERVICIOS EXTERNOS		
<b>NOTA:</b> Para complementar la información que se muestra en el documento, introduzca los ítemes de evaluación que a su criterio no han sido contemplados.		
	<b>1. COSTO</b>	
<b>1.1. CREDITO:</b>		
<b>1.1.1</b>		¿Los plazos de pago son favorables para la compañía?
<b>1.1.2</b>		¿Es flexible en cuanto al sistema de pago?
<b>Agregar</b>		
<b>Agregar</b>		
<b>Agregar</b>		
<b>Agregar</b>		
<b>1.2. PRECIO: ____</b>		
<b>1.2.1</b>		¿El precio corresponde con el valor cotizado?
<b>1.2.2</b>		¿Corresponde al valor promedio de mercado?
<b>1.2.3</b>		¿Aplican políticas claras de descuento?
<b>Agregar</b>		
<b>Agregar</b>		
<b>Agregar</b>		
<b>1.COSTO: Asigne un valor a los siguientes ítemes, de manera que la suma de ellos sea igual a 100 dando mayor puntuación al que considere más importante:</b>		
1. PRECIO		
2. CREDITO		
<b>Sumatoria</b>	100%	



<b>2. SERVICIO</b>
--------------------

<b>2.1. SISTEMA DE ENTREGA:</b>
---------------------------------

<b>2.1.1</b>	¿Las entregas se realizan justo a tiempo?	
<b>2.1.2</b>	¿El plazo de entrega cumple las necesidades de la empresa?	
<b>2.1.3</b>	El envío del producto se realiza sin problemas	
<b>2.1.4</b>	La empresa cuenta con una flotilla móvil adecuada.	
<b>2.1.5</b>	Realiza entregas inmediatas en planta.	
<b>2.1.6</b>	Los envíos se realizan sin establecer volúmenes mínimos	
<b>2.1.7</b>	S desplazan a diferentes lugares del país.	
<b>2.1.8</b>	El producto se encuentra debidamente empacado.	
<b>2.1.9</b>	Se responsabilizan por errores de envío.	
<b>2.1.10</b>	Está regido por parámetros internacionales.	
<b>Agregar</b>		
<b>Agregar</b>		
<b>Agregar</b>		

<b>2.2 RESPALDO:</b>
----------------------

<b>2.2.1</b>	¿Proporciona la asesoría en cuanto a nuevos productos y servicios?	
<b>2.2.2</b>	¿Cuentan con personal calificado para brindar la asesoría?	
<b>2.2.3</b>	Cuenta con inventario de repuestos	
<b>2.2.4</b>	Los repuestos proporcionados son de alta calidad.	
<b>2.2.5</b>	Se trasladan a cualquier zona del país.	
<b>2.2.6</b>	Se da capacitación al personal de la empresa.	
<b>2.2.7</b>	Se ofrece mercadería por consignación	
<b>Agregar</b>		
<b>Agregar</b>		
<b>Agregar</b>		

 	
<b>2.3 MANTENIMIENTO:</b>	
<b>2.3.1</b>	¿El mantenimiento correctivo se aplica eficientemente?
<b>2.3.2</b>	¿El correctivo lo realiza personal calificado?
<b>2.3.3</b>	¿Los planes de mantenimiento preventivo se ejecutan periódicamente?
<b>2.3.4</b>	¿Utilizan equipo apropiado para realizar las rutinas de mantenimiento?
<b>2.3.5</b>	¿El personal de mantenimiento se traslada a cualquier parte del país?
<b>Agregar</b>	
<b>Agregar</b>	
<b>Agregar</b>	
<b>2.4 GARANTIA:</b>	
<b>2.4.1</b>	¿El servicio de garantía es rápido y efectivo?
<b>2.4.2</b>	¿Los plazos dados son favorables a la compañía?
<b>2.4.3</b>	¿Cuentan con equipo o repuestos sustitutos, mientras se repone el defectuoso?
<b>Agregar</b>	
<b>Agregar</b>	
<b>Agregar</b>	
<b>Agregar</b>	
<b>2.5 PLANTA FISICA</b>	
<b>2.5.1</b>	¿El espacio de trabajo se encuentra limpio y ordenado?
<b>2.5.2</b>	¿Los equipos y componentes de trabajo se ubican en lugares adecuados?
<b>2.5.3</b>	¿Las áreas destinadas al trabajo manual y mecánico presentan condiciones ambientales favorables? (por ejemplo: iluminación, temperatura adecuada)
<b>2.5.4</b>	¿Se cuenta con el equipo necesario para efectuar los trabajos?
<b>2.5.5</b>	¿El equipo se encuentra en buen estado?

<b>2.6 PERSONAL</b>		
<b>2.6.1</b>	¿Se encuentra debidamente calificado?	
<b>2.6.2</b>	¿Cuentan con la experiencia necesaria?	
<b>2.6.3</b>	¿Están actualizados en cuanto a nuevos productos y servicios?	
<b>2.6.4</b>	¿Muestran un alto grado de conocimiento técnico?	
<b>2.6.5</b>	¿El trato personal es adecuado?	
<b>Agregar</b>		
<b>Agregar</b>		
<b>Agregar</b>		
<b>2.7 CONTRATO DE SERVICIO</b>		
<b>2.7.1</b>	Contempla las obligaciones de las partes involucradas(seguros, garantía).	
<b>2.7.2</b>	¿Se establece la forma de pago?	
<b>2.7.3</b>	¿Se estipula la aplicación de multas por incumplimiento?	
<b>2.7.4</b>	¿Se denota el plazo para realizar el trabajo?	
<b>Agregar</b>		
<b>Agregar</b>		
<b>Agregar</b>		
<b>2.8 HORARIO DE ATENCION</b>		
<b>2.8.1</b>	¿Presenta flexibilidad en los horarios de atención?	
<b>2.8.2</b>	¿El personal de atención es fácilmente localizable?	
<b>2.8.3</b>	¿Se da atención los fines de semana y días feriados?	
<b>Agregar</b>		
<b>Agregar</b>		
<b>Agregar</b>		
<b>I. SERVICIO: Asigne un valor a los siguientes puntos de manera que sumen un 100%, dando mayor puntuación a los que considere más importantes</b>		
1. SISTEMA ENTREGA		



<b>3. CALIDAD</b>									
<b>3.1. PRODUCTO TERMINADO</b>									
<b>3.1.1</b>	Los productos o servicios se encuentran regidos bajo alguna norma de calidad nacional o internacional								
<b>3.1.2</b>	¿ Los materiales utilizados son de alta calidad?								
<b>3.1.3</b>	¿El resultado obtenido concuerda con lo solicitado?								
<b>Agregar</b>									
<b>Agregar</b>									
<b>Agregar</b>									
<b>Agregar</b>									
<b>PONDERACIÓN DE LOS CRITERIOS: COSTO, SERVICIO Y CALIDAD.</b>									
<p><b>Asigne un valor a los siguientes criterios de manera que sumen un 100%, Los valores asignados por usted, deben reflejar el grado de importancia que tiene cada uno con respecto al otro.</b></p>									
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 80%; text-align: center;">1. COSTO</td> <td style="width: 20%;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2.SERVICIO</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3. CALIDAD</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">SUMATORIA</td> <td style="text-align: center;">100%</td> </tr> </table>	1. COSTO		2.SERVICIO		3. CALIDAD		SUMATORIA	100%
1. COSTO									
2.SERVICIO									
3. CALIDAD									
SUMATORIA	100%								





**MANUAL DE EVALUACIÓN  
DE SERVICIOS EXTERNOS**

<b>Planta:</b> _____	<b>Fecha de aplicación:</b> _____
<b>Aplicado por:</b> _____	<b>Compañía evaluada:</b> _____
<b>Tipo de servicio prestado:</b> _____	
<b>RESULTADOS</b>	
<b>OBSERVACIONES:</b> _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____	
<b>INDICACIONES:</b>	
1- Marque las casillas con un check según corresponda ( ) ✓	
2- En los casos en que la respuesta sea negativa, el porcentaje no se marca.	
3- En caso de que la respuesta sea afirmativa, marque el porcentaje de cumplimiento.	
5- Si el punto no aplica en el caso evaluado, marque "NA"	


		1. COSTO		Página 1 de 4			
<b>1.1. CREDITO</b> ____				<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
				<b>25%</b>	<b>50%</b>	<b>75%</b>	<b>100%</b>
<b>1.1.1</b>	Los plazos de pago cumplen con las necesidades de la empresa.	<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> NA			
<b>1.1.2</b>	Es flexible en cuanto al sistema de pago.	<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> NA			
<b>1.2. PRECIO:</b> ____				<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
				<b>25%</b>	<b>50%</b>	<b>75%</b>	<b>100%</b>
<b>1.2.1</b>	El precio corresponde con el valor cotizado	<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> NA			
<b>1.2.2</b>	Corresponde al valor promedio de mercado.	<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> NA			
<b>1.2.3</b>	Cuenta con una política clara de descuentos.	<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> NA			
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">2- SERVICIO</div>							
<b>2.1. SISTEMA DE ENTREGA:</b> ____				<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
				<b>25%</b>	<b>50%</b>	<b>75%</b>	<b>100%</b>
<b>2.1.1</b>	Las entregas se realizan justo a tiempo.	<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> NA			
<b>2.1.2</b>	El plazo de entrega cumple las necesidades de la empresa.	<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> NA			
<b>2.1.3</b>	El envío del producto se realiza sin problemas.	<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> NA			
<b>2.1.4</b>	La empresa cuenta con una flotilla móvil adecuada.	<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> NA			
<b>2.1.5</b>	Realiza entregas inmediatas en planta.	<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> NA			
<b>2.1.6</b>	Los envíos se realizan sin establecer volúmenes mínimos	<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> NA			
<b>2.1.7</b>	S desplazan a diferentes lugares del país.	<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> NA			
<b>2.1.8</b>	El producto se encuentra debidamente empacado.	<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> NA			
<b>2.1.9</b>	Se responsabilizan por errores de envío.	<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> NA			
<b>2.1.10</b>	Está regido por parámetros internacionales.	<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> NA			
<b>2.1.11</b>	Cumple con los requisitos de la compañía en cuanto a facturación	<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> NA			

2.2 RESPALDO: _____					A	B	C	D
					25%	50%	75%	100%
2.2.1	Proporciona la asesoría en cuanto a nuevos productos y servicios .	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> NA						
2.2.2	Cuenta con personal calificado para brindar la asesoría.	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> NA						
2.2.3	Cuenta con inventario de repuestos	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> NA						
2.2.4	Los repuestos proporcionados son de alta calidad.	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> NA						
2.2.5	Se trasladan a cualquier zona del país.	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> NA						
2.2.6	Se da capacitación al personal de la empresa.	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> NA						
2.2.7	Se ofrece mercadería por consignación	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> NA						
2.3 MANTENIMIENTO: _____					A	B	C	D
					25%	50%	75%	100%
2.3.1	Cuentan con planes eficientes de mantenimiento correctivo.	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> NA						
2.3.2	El correctivo lo realiza personal calificado.	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> NA						
2.3.3	Cuentan con planes eficientes de mantenimiento preventivo.	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> NA						
2.3.4	Utilizan equipo apropiado para realizar las rutinas de mantenimiento	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> NA						
2.3.5	El personal se traslada a cualquier parte del país.	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> NA						
2.4 GARANTIA: _____					A	B	C	D
					25%	50%	75%	100%
2.4.1	El servicio de garantía es rápido y efectivo.	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> NA						
2.4.2	Los plazos dados son favorables a la compañía.	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> NA						
2.4.3	Cuentan con equipo o repuestos sustitutos, mientras se repone el defectuoso.	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> NA						

2.5 PLANTA FISICA _____					A	B	C	D
					25%	50%	75%	100%
2.5.1	La zona de trabajo se encuentra limpia y ordenada.	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> NA						
2.5.2	Las partes y componentes de trabajo se ubican en lugares adecuados.	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> NA						
2.5.3	Las áreas destinadas al trabajo manual y mecánico presentan condiciones ambientales favorables (por ejemplo: iluminación, temperatura adecuada.)	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> NA						
2.5.4	Se cuenta con el equipo necesario para efectuar los trabajos.	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> NA						
2.5.5	El equipo se encuentra en buen estado: calibrado.	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> NA						
2.5.6	Los métodos de almacenamiento son adecuados.	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> NA						
2.5.7	La ubicación geográfica es ventajosa.	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> NA						
2.6 PERSONAL _____					A	B	C	D
					25%	50%	75%	100%
2.6.1	Se encuentra debidamente calificado	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> NA						
2.6.2	El nivel de experiencia es el adecuado	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> NA						
2.6.3	Están actualizados en cuanto a nuevos productos y servicios.	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> NA						
2.6.4	Grado de conocimiento técnico.	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> NA						
2.6.5	Cuentan con una buena presentación personal	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> NA						
2.6.6	El trato personal es el adecuado.	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> NA						
2.7 CONTRATO DE SERVICIO _____					A	B	C	D
					25%	50%	75%	100%
2.7.1	Contempla las obligaciones de las partes involucradas(seguros, garantía).	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> NA						
2.7.2	Se establece la forma de pago.	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> NA						
2.7.3	Se estipula la aplicación de multas por incumplimiento.	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> NA						
2.7.4	Se denota el plazo para realizar el trabajo.	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> NA						

2.8 HORARIO DE ATENCION ____					A	B	C	D
					25%	50%	75%	100%
2.8.1	Presenta flexibilidad en los horarios de atención.	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> NA						
2.8.2	El personal de atención es fácilmente localizable.	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> NA						
2.8.3	Se da atención los fines de semana y días feriados.	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> NA						
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block; margin: 10px auto; width: 60%;"> <b>3. CALIDAD</b> </div>								
C.1 ACABADO FINAL ____					A	B	C	D
					25%	50%	75%	100%
3.1.1	Los productos o servicios se encuentran regidos bajo alguna norma de calidad nacional o internacional	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> NA						
3.1.2	Los materiales utilizados son de alta calidad.	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> NA						
3.1.3	El resultado obtenido concuerda con lo solicitado.	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> NA						


ANEXO N°3																														
	Operador _____	Equipo _____	Fecha _____																											
<b>REVISIONES DEL EQUIPO MOVIL</b>															C: correcto	R: reportar														
Descripción	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Revisar nivel aceite motor																														
Revisar nivel aceite hidráulico																														
Revisar nivel aceite transmisión																														
Nivel de Agua de radiador																														
Líquido de frenos																														
Limpiar y revisar nivel de electrolito de batería																														
Revisar fajas abanico y de alternador																														
Limpiar filtro de aire																														
Revisar si existen fugas de combustible, aceite.																														
Revisar presión de llantas.																														
Soplar radiador																														
Verificar arranque normal																														
Revisar estado de luces																														
Revisar freno de mano																														
Revisar freno de pie																														
Revisar pedal corte servo																														
Revisar instrumentos																														
Observaciones																														
REPORTE DE HORAS DEL EQUIPO MOVIL																														
Descripción	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
HORAS LABORADAS																														
HORAS OCIOSAS																														
HORAS MANT. PREVENTIVO																														
HORAS MANT. CORRECTIVO																														
TOTAL DE HORAS/DIA																														



FECHA \_\_\_\_\_

EQUIPO \_\_\_\_\_

OPERADOR \_\_\_\_\_



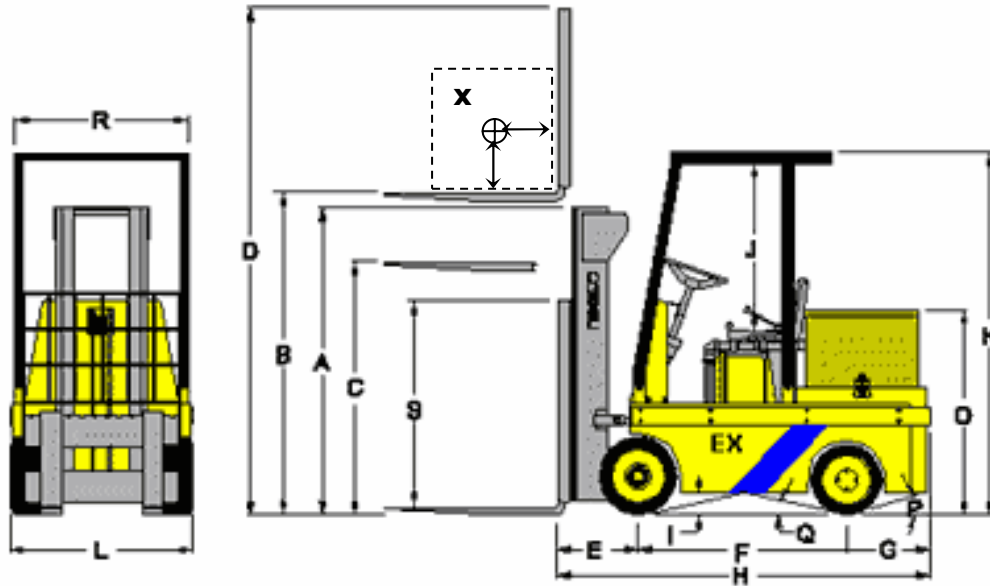
DIA	DATOS HORIMETRO		CONSUMO DIESEL
	HORIMETRO INICIAL	HORIMETRO FINAL	
1			lts.
2			lts.
3			lts.
4			lts.
5			lts.
6			lts.
7			lts.
8			lts.
9			lts.
10			lts.
11			lts.
12			lts.
13			lts.
14			lts.
15			lts.
16			lts.
17			lts.
18			lts.
19			lts.
20			lts.
21			lts.
22			lts.
23			lts.
24			lts.
25			lts.
26			lts.
27			lts.
28			lts.
29			lts.
30			lts.
31			lts.

## ANEXO N°4

		CORPORACION <b>INCSA</b>		ABRIL		349.81		CONTROL DE EQUIPO MÓVIL	
				B#2		B#4		MASA	
				CL-16	MO-08	C-10	MO-07	CL-14	CL-2
HORIMETRO INICIAL	Hrs	0	7122	2269	8565	1062	1233		
HORIMETRO FINAL	Hrs	0	7500	2544	8985	1173	1498		
CONSUMO DE DIESEL	lts	0	1342	1070	2613	252	518		
COSTO DE DIESEL	¢/lts	0	145.04	145.04	145.04	145.04	145.04		
LIQUIDACIÓN DE ORDEN	¢	182,807.21	1,347,338.69	46,437.28	647,078.54	38,055.83	52,513.48		
JORNADA DE TRABAJO	Hrs	0	395	368	430	260	335		
TIEMPO EN MANTENIMIENTO	Hrs	0	14	0	0	25.5	7		
COSTO MANT. AUTOMOTRIZ	¢	713,397.00	713,397.00	713,397.00	713,397.00	330,667.41	330,667.41		
TOTAL DE TIEMPO DETENIDO	Hrs		14	0	0	17.5	6		
COSTO OPERACIÓN	¢		346,114.75	511,665.15	467,113.17	190,649.84	219,507.22		
DISPONIBILIDAD (%)			96.3%	100.0%	100.0%	84.2%	97.7%		
UTILIZACIÓN (%)			95.7%	74.7%	97.7%	42.7%	79.1%		
CONSUMO DE DIESEL (lts/Hr)	lts/hrs		3.55	3.89	6.22	2.27	1.95		
COSTO / MES DE MANT.	¢	896,204.21	2,060,735.69	759,834.28	1,360,475.54	368,723.24	383,180.89		
COSTO / HORA MANT.	¢		5,217.05	2,064.77	3,163.90	1,418.17	1,143.82		
COSTO / MES OPERACIÓN	¢	896,204.21	2,601,494.12	1,426,692.23	2,206,578.23	595,923.16	677,818.83		
COSTO / HORA OPERACIÓN	¢		6,586.06	3,876.88	5,131.58	2,292.01	2,023.34		
<i>En dolares</i>									
COSTO / MES DE MANT.	\$	2561.97	5891.01	2172.13	3889.18	1054.07	1095.40		
COSTO / HORA MANT.	\$	0.00	14.91	5.90	9.04	4.05	3.27		
COSTO / MES OPERACIÓN	\$	2561.97	7436.88	4078.48	6307.93	1703.56	1937.68		
COSTO / HORA OPERACIÓN	\$	0.00	18.83	11.08	14.67	6.55	5.78		
Costo combustible	\$	-	194,643.68	155,192.80	378,989.52	36,550.08	75,130.72		
Costo total (sin combustible)/ mes	\$	2,561.97	6,880.45	3,634.83	5,224.52	1,599.08	1,722.90		
Costo total /hora	\$	#¡DIV/0!	17.42	9.88	12.15	6.15	5.14		



## ANEXO N°5 Tabla de montacargas



ITEM	ESPEFICACIONES
A	Altura mástil replegado
B	Altura máxima de cuchillas
C	Altura del mástil sin extensión
D	Altura total del mástil
L	Ancho total del equipo
F	Distancia entre ejes
H	Frente de mástil al contrapeso
X	Centro de carga

**Nota:** Diagrama de montacargas eléctrico

El centro de carga está basado en un cubo de carga de 1200 mm de lado. Por lo que su centro de masa se encuentra a 600 mm del tope de las horquillas (uñas), al centro geométrico del cubo. La capacidad del montacargas se verá disminuida conforme el centro de masa de la carga transportada, se distancie del centro de carga (x).

## ANEXO N° 6 LISTA DE CARACTERISTICAS DE LOS EQUIPOS

## ANEXO N°6

**Capacidad del equipo: 2,5 ton****Unidades requeridas: 1**Características:

- Torre: tres etapas.
- Torre vista panorámica 100% (pistones laterales)
- Altura libre de levantamiento (free lift): 4 m
- Altura de torre replegada: Sin restricción
- Transmisión automática: una velocidad hacia adelante, y una hacia atrás.
- Motor: combustible diesel.
- Sistema de dirección: Pin flotante o de pistón directo (preferible).
- Largo de las uñas: 1,20 m
- Ancho del equipo: 1,5 m
- Tipo de llantas: Semisólidas.
- Accesorios: pito, control de temperatura, de presión de aceite, de combustible, de carga de batería, amperímetro, voltímetro, debe incluir horímetro. Luces traseras y delanteras, alarma de retroceso.
- Radio de giro: 2 m
- El filtro de aire, preferiblemente colocado en la parte superior de la cabina.
- Debe incluir llanta de repuesto con aro.

**Capacidad del equipo: 3 toneladas****Unidades requeridas: 1**Características:

- *Motor: combustible diesel.*
- *Transmisión automática: una velocidad hacia delante, una velocidad en reversa.*
- *Torre de 3 etapas.*
- *Altura libre de levantamiento: 4,5 m.*
- *Altura torre replegada: sin restricción.*
- *Torre vista panorámica (pistones laterales)*
- *Largo de uñas: 1,30 m*
- *Sistema de dirección: pin flotante o de pistón directo (preferible)*
- *Tipo de llantas: semisólidas.*
- *Accesorios: pito, controles de temperatura, presión de aceite, combustible, de carga de batería, amperímetro, voltímetro, debe incluir horímetro. Luces traseras y delanteras, alarma de retroceso.*
- *Radio de giro: 2,5 m*
- *Filtro de aire: preferiblemente colocado en la parte superior de la cabina para evitar la contaminación.*
- *Debe incluir llanta de repuesto con aro.*

**Capacidad del equipo: 4 toneladas****Unidades requeridas: 1**Características:

- *Motor: combustible diesel.*
- *Transmisión automática: dos velocidades hacia delante, dos velocidad en reversa.*
- *Torre de 3 etapas.*
- *Altura libre de levantamiento: 4,5 m*
- *Altura del mástil replegado: sin restricción.*
- *Torre vista panorámica (pistones laterales)*
- *Largo de uñas: 1,30 m*
- *Sistema de dirección: pin flotante o de pistón directo (preferible)*
- *Tipo de llantas: semisólidas.*
- *Accesorios: pito, controles de temperatura, presión de aceite, combustible, de carga de batería, amperímetro, voltímetro, debe incluir horímetro. Luces traseras y delanteras, alarma de retroceso.*
- *Radio de giro: 2,5 m*
- *Filtro de aire: preferiblemente colocado en la parte superior de la cabina para evitar la contaminación.*

**Capacidad del equipo: 7 ton****Unidades requeridas: 1****Características:**

- *Torre de dos etapas.*
- *Altura libre de levantamiento: 4 m.*
- *Altura del mástil replegado: 3,0 m*
- *Transmisión automática: tres velocidades hacia adelante, y dos en reversa.*
- *Motor: combustible diesel.*
- *Sistema de dirección: Pin flotante o de pistón directo (preferible ).*
- *El ancho del equipo no debe sobrepasar los 2,80 m*
- *Largo de las uñas: 1,20 m*
- *Tipo de llantas: Semisólidas.*
- *Accesorios: pito, control de temperatura, de presión de aceite, de combustible, de carga de batería, amperímetro, voltímetro, debe incluir horímetro. Luces traseras y delanteras, alarma de retroceso.*
- *Radio de giro: 3,0 m*
- *El filtro de aire debe estar ubicado preferiblemente en la parte superior de la cabina para evitar la contaminación.*

**Capacidad del equipo: 13 toneladas**

**Unidades requeridas: 1**

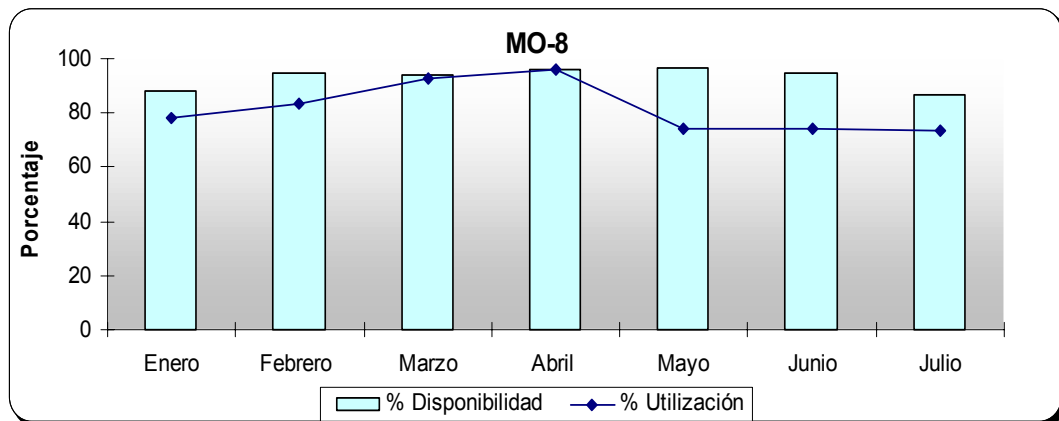
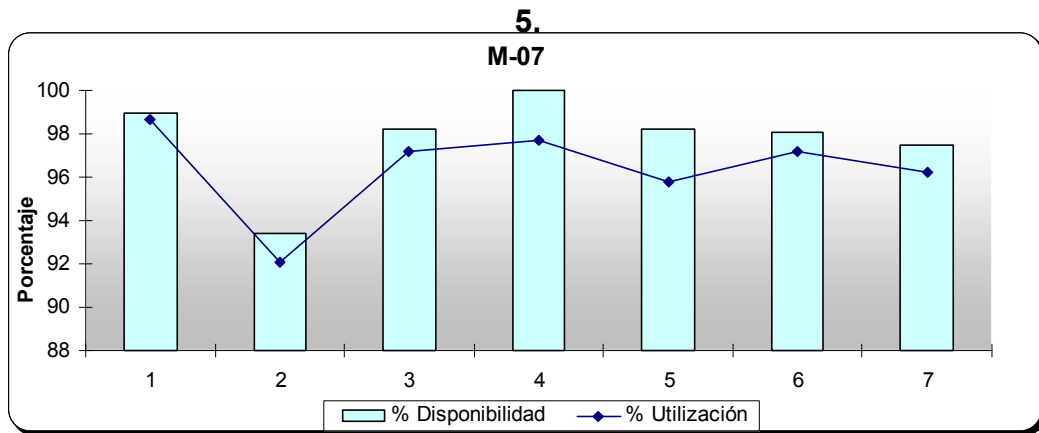
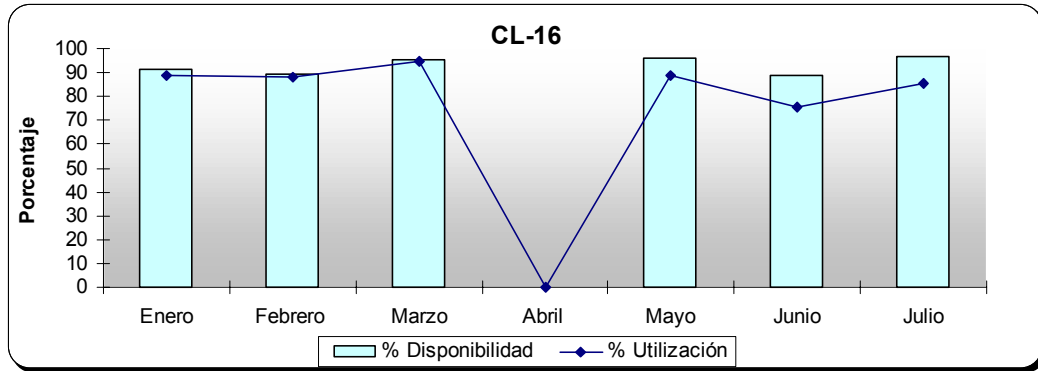
Características:

- *Motor: combustible diesel.*
- *Transmisión automática: tres velocidades hacia delante, tres velocidades en reversa.*
- *Altura libre de levantamiento: 5 metros.*
- *La altura del mástil replegado no debe sobrepasar los 4,5 metros.*
- *Torre de 2 etapas*
- *Torre vista panorámica (pistones laterales).*
- *Sistema de frenos: de aire.*
- *Tipo de llantas: semisólidas.*
- *Accesorios: pito, controles de temperatura, presión de aceite, combustible, de carga de batería, amperímetro, voltímetro, debe incluir horímetro. Luces traseras y delanteras, alarma de retroceso.*
- *Radio de giro: 4 m.*
- *El filtro de aire, debe estar ubicado preferiblemente en la parte superior de la cabina.*
- *Debe traer llanta de repuesto con aro.*

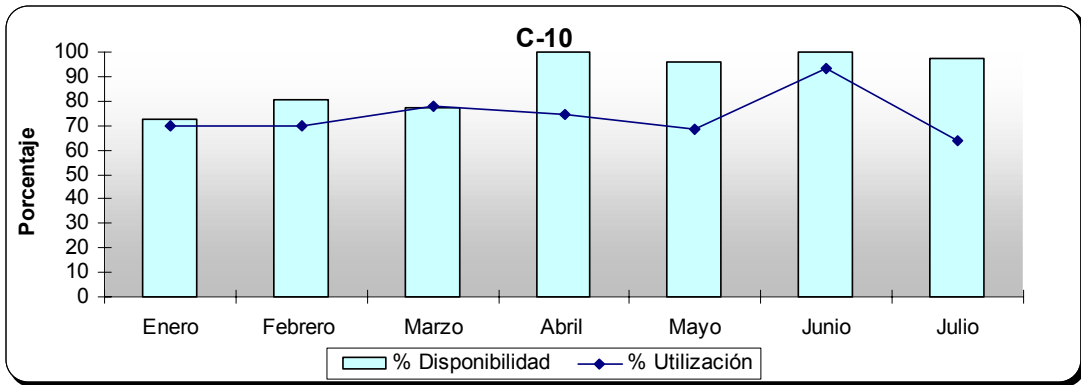
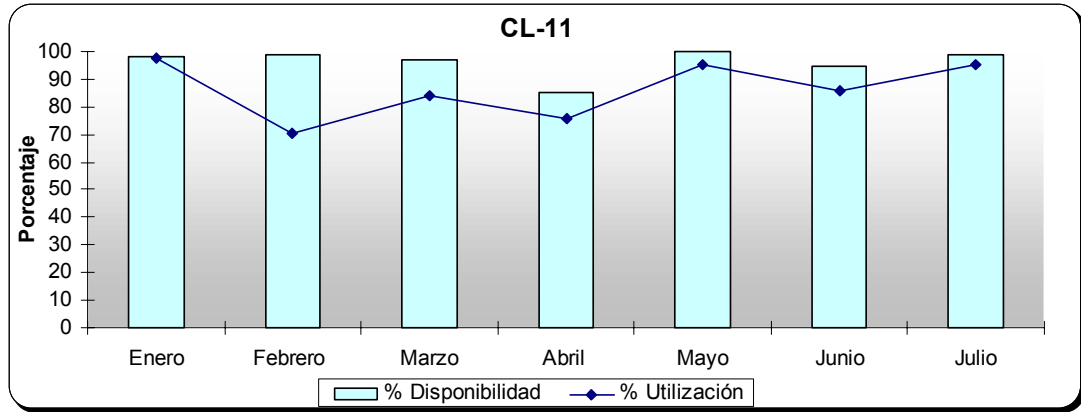
**Equipo: Cargadores****Unidades requeridas: 1**Características:

- *Capacidad : 1,5 m<sup>3</sup>*
- *Motor: combustible diesel.*
- *Transmisión automática: cuatro velocidades hacia delante, tres velocidades en reversa.*
- *Para transportar piedra y arena.*

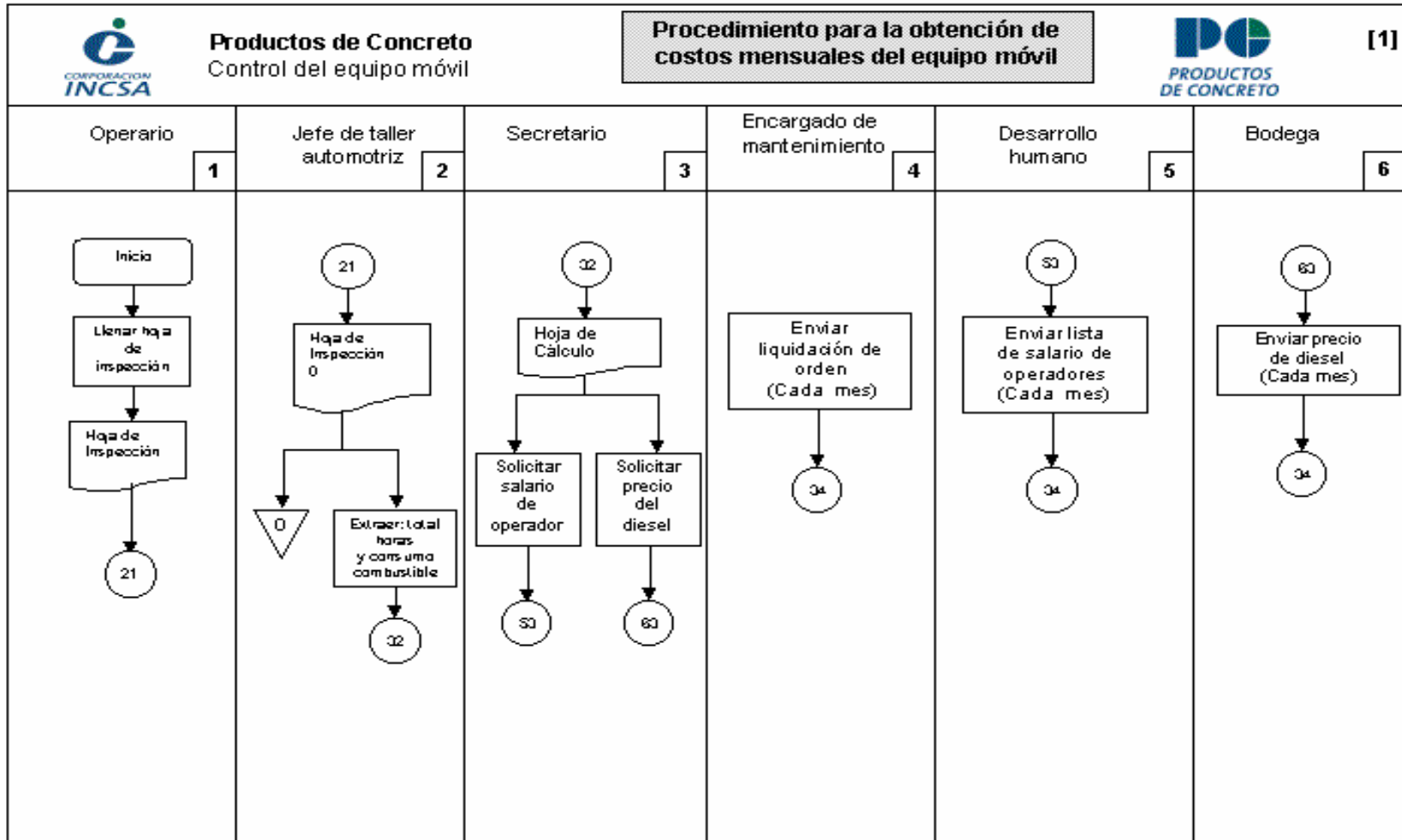
ANEXO N°7 GRAFICAS DE DISPONIBILIDAD Y UTILIZACION

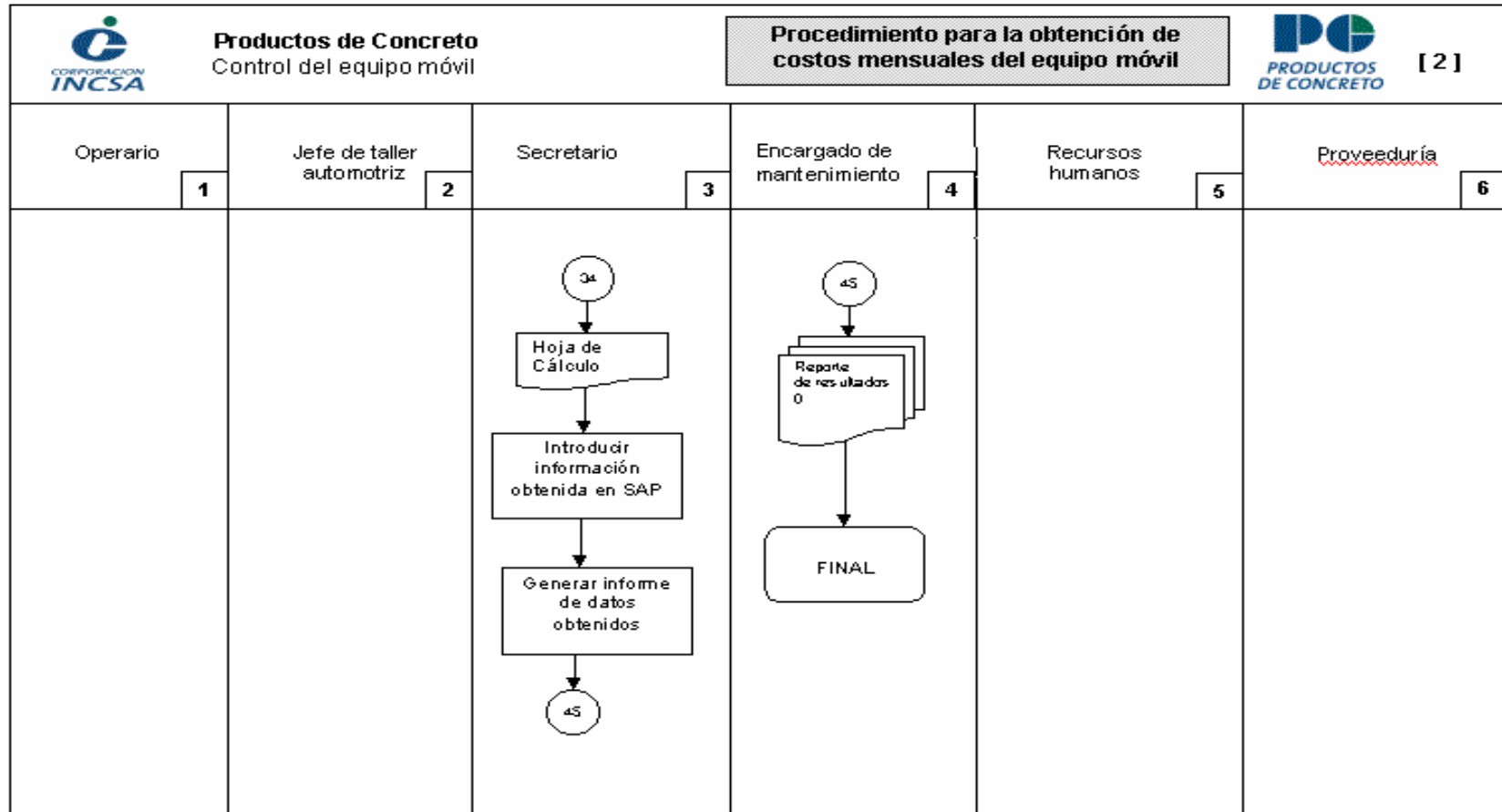






## ANEXO N°8 FLUJOGRAMA DEL PROCESO DE SOSTENIBILIDAD







## ANEXO N°9

### OPCIÓN LEASING

<b>MATRA</b>						
<b>COSTO DE ADQUISICIÓN POR LEASING</b>						
<b>EQUIPO MOVIL PC</b>	2,5 ton	3,0 ton	4,0 ton	7,0 ton	13,0 ton	Cargador
Alquiler (\$/h)	3.08	6.89	4.48	3.46	11.68	No proporcionó datos
Operación (\$/h)	3.00	3.00	3.00	2.54	2.36	
Depreciación (\$/h)	0	0	0	0	0	
<i>Costo total alquiler (\$/h)</i>	<b>6.08</b>	<b>9.89</b>	<b>7.48</b>	<b>6</b>	<b>14.04</b>	<b>0</b>
<i>Costo actual PC (\$/h)</i>	<b>13.74</b>	<b>13.74</b>	<b>13.74</b>	<b>12.14</b>	<b>10.57</b>	<b>0</b>
<b>AHORRO</b>	<b>7.66</b>	<b>3.85</b>	<b>6.26</b>	<b>6.14</b>	<b>-3.47</b>	<b>0.00</b>

<b>LARCE</b>						
<b>COSTO DE ADQUISICIÓN POR LEASING</b>						
<b>EQUIPO MOVIL PC</b>	2,5 ton	3,0 ton	4,0 ton	7,0 ton	13,0 ton	Cargador
Alquiler (\$/h)	3.61	3.95	6.04	8.84	14.68	Sin oferta
Operación (\$/h)	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	
Depreciación (\$/h)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
<i>Costo total alquiler (\$/h)</i>	<b>6.61</b>	<b>6.95</b>	<b>9.04</b>	<b>11.84</b>	<b>17.68</b>	<b>3</b>
<i>Costo actual PC (\$/h)</i>	<b>11.76</b>	<b>11.76</b>	<b>11.76</b>	<b>11.58</b>	<b>13.17</b>	<b>9.15</b>
<b>AHORRO</b>	<b>5.15</b>	<b>4.81</b>	<b>2.72</b>	<b>-0.26</b>	<b>-4.51</b>	<b>6.15</b>

Nota: Estas empresas fueron las que presentaron oferta de leasing.

<b>AGROMECC</b>						
<b>COSTO DE ADQUISICIÓN POR LEASING</b>						
<b>EQUIPO MOVIL PC</b>	2,5 ton	3,0 ton	4,0 ton	7,0 ton	13,0 ton	Cargador
Alquiler (\$/h)	3.61	3.95	6.04	8.84	14.68	Sin oferta
Operación (\$/h)	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	
Depreciación (\$/h)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
<i>Costo total alquiler (\$/h)</i>	<b>6.61</b>	<b>6.95</b>	<b>9.04</b>	<b>11.84</b>	<b>17.68</b>	<b>3</b>
<i>Costo actual PC (\$/h)</i>	<b>11.76</b>	<b>11.76</b>	<b>11.76</b>	<b>11.58</b>	<b>13.17</b>	<b>9.15</b>
<b>AHORRO</b>	<b>5.15</b>	<b>4.81</b>	<b>2.72</b>	<b>-0.26</b>	<b>-4.51</b>	<b>6.15</b>

**OPCIÓN ALQUILER**

<b>ENCASPI</b>						
<b>COSTO DEL ALQUILER DEL EQUIPO</b>						
<b>EQUIPO MOVIL PC</b>	2,5 ton	3,0 ton	4,0 ton	7,0 ton	13,0 ton	Cargador
Alquiler (\$/h)	12.12	Sin oferta	16.17	24.25	53.9	Sin oferta
Operación (\$/h)	3.00	3.00	3.00	2.54	2.36	0.00
Depreciación (\$/h)	0	0	0	0	0	0
<b>Costo total alquiler (\$/h)</b>	<b>15.12</b>	<b>3</b>	<b>19.17</b>	<b>26.79</b>	<b>56.26</b>	<b>0</b>
<b>Costo actual PC (\$/h)</b>	<b>13.74</b>	<b>13.74</b>	<b>13.74</b>	<b>12.14</b>	<b>10.57</b>	<b>0</b>
<b>AHORRO</b>	<b>-1.38</b>	<b>0.00</b>	<b>-5.43</b>	<b>-14.65</b>	<b>-45.69</b>	<b>0.00</b>

<b>MATRA</b>						
<b>COSTO DEL ALQUILER DEL EQUIPO</b>						
<b>ITEMES DE COSTO</b>	2,5 ton	3,0 ton	4,0 ton	7,0 ton	13,0 ton	Cargador
Alquiler (\$/h)	5	5.75	7.75	10	15.75	17.5
Operación (\$/h)	3.00	3.00	3.00	2.54	2.36	4.39
Depreciación (\$/h)	0	0	0	0	0	0
<b>Costo total alquiler (\$/h)</b>	<b>8</b>	<b>8.75</b>	<b>10.75</b>	<b>12.54</b>	<b>18.11</b>	<b>21.89</b>
<b>Costo actual PC (\$/h)</b>	<b>13.74</b>	<b>13.74</b>	<b>13.74</b>	<b>12.14</b>	<b>10.57</b>	<b>9.23</b>
<b>AHORRO</b>	<b>5.74</b>	<b>4.99</b>	<b>2.99</b>	<b>-0.40</b>	<b>-7.54</b>	<b>-12.66</b>

<b>YALE</b>						
<b>COSTO DEL ALQUILER DEL EQUIPO</b>						
<b>EQUIPO MOVIL PC</b>	2,5 ton	3,0 ton	4,0 ton	7,0 ton	13,0 ton	Cargador
Alquiler (\$/h)	4.60	4.60	9.50	13.00	22.00	16.83
Operación (\$/h)	3.00	3.00	3.00	2.54	2.36	4.39
Depreciación (\$/h)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Costo total alquiler (\$/h)</b>	<b>7.60</b>	<b>7.60</b>	<b>12.50</b>	<b>15.54</b>	<b>24.36</b>	<b>21.22</b>
<b>Costo actual PC (\$/h)</b>	<b>13.74</b>	<b>13.74</b>	<b>13.74</b>	<b>12.14</b>	<b>10.57</b>	<b>10.98</b>
<b>AHORRO</b>	<b>6.14</b>	<b>6.14</b>	<b>1.24</b>	<b>-3.40</b>	<b>-13.79</b>	<b>-10.24</b>

## OPCIÓN COMPRA DIRECTA

MATRA						
COSTO DE ADQUISICIÓN POR LEASING						
EQUIPO MOVIL PC	2,5 ton	3,0 ton	4,0 ton	7,0 ton	13,0 ton	Cargador
Alquiler (\$/h)	3.08	6.89	4.48	3.46	11.68	No proporcionó datos
Operación (\$/h)	3.00	3.00	3.00	2.54	2.36	
Depreciación (\$/h)	0	0	0	0	0	
<i>Costo total alquiler (\$/h)</i>	<b>6.08</b>	<b>9.89</b>	<b>7.48</b>	<b>6</b>	<b>14.04</b>	<b>0</b>
<i>Costo actual PC (\$/h)</i>	<b>13.74</b>	<b>13.74</b>	<b>13.74</b>	<b>12.14</b>	<b>10.57</b>	<b>0</b>
<b>AHORRO</b>	<b>7.66</b>	<b>3.85</b>	<b>6.26</b>	<b>6.14</b>	<b>-3.47</b>	<b>0.00</b>

LARCE						
COSTO DE ADQUISICIÓN POR LEASING						
EQUIPO MOVIL PC	2,5 ton	3,0 ton	4,0 ton	7,0 ton	13,0 ton	Cargador
Alquiler (\$/h)	3.61	3.95	6.04	8.84	14.68	Sin oferta 3.00 0.00
Operación (\$/h)	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	
Depreciación (\$/h)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
<i>Costo total alquiler (\$/h)</i>	<b>6.61</b>	<b>6.95</b>	<b>9.04</b>	<b>11.84</b>	<b>17.68</b>	<b>3</b>
<i>Costo actual PC (\$/h)</i>	<b>11.76</b>	<b>11.76</b>	<b>11.76</b>	<b>11.58</b>	<b>13.17</b>	<b>9.15</b>
<b>AHORRO</b>	<b>5.15</b>	<b>4.81</b>	<b>2.72</b>	<b>-0.26</b>	<b>-4.51</b>	<b>6.15</b>

Nota: Estas empresas fueron las que presentaron oferta de leasing.

AGROMECA						
COSTO DE ADQUISICIÓN POR LEASING						
EQUIPO MOVIL PC	2,5 ton	3,0 ton	4,0 ton	7,0 ton	13,0 ton	Cargador
Alquiler (\$/h)	3.61	3.95	6.04	8.84	14.68	Sin oferta 3.00 0.00
Operación (\$/h)	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	
Depreciación (\$/h)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
<i>Costo total alquiler (\$/h)</i>	<b>6.61</b>	<b>6.95</b>	<b>9.04</b>	<b>11.84</b>	<b>17.68</b>	<b>3</b>
<i>Costo actual PC (\$/h)</i>	<b>11.76</b>	<b>11.76</b>	<b>11.76</b>	<b>11.58</b>	<b>13.17</b>	<b>9.15</b>
<b>AHORRO</b>	<b>5.15</b>	<b>4.81</b>	<b>2.72</b>	<b>-0.26</b>	<b>-4.51</b>	<b>6.15</b>