



UNIVERSIDAD DE LAS AMERICAS

Facultad de Ingeniería y Negocio

DESARROLLO DE UN PLAN DE MEJORA EN MANTENCIONES  
PREVENTIVAS Y CORRECTIVAS EN CAMIONES COMBINADOS  
VACTOR EN EMPRESA INGGEPRO LTDA

Felipe Faúndez Castro  
Mauricio Miranda Sáez  
2017





**UNIVERSIDAD DE LAS AMERICAS**

Facultad de Ingeniería y Negocio

**DESARROLLO DE UN PLAN DE MEJORA EN MANTENCIONES  
PREVENTIVAS Y CORRECTIVAS EN CAMIONES COMBINADOS  
VACTOR EN EMPRESA INGGEPRO LTDA**

Trabajo de Titulación presentado en conformidad a los requisitos

Para obtener el título de Ingeniero Civil Industrial

Profesor Guía: Rodrigo Matamala Osben

10.040.953-4

**Felipe Faúndez Castro – 17.825.256-9**

**Mauricio Miranda Sáez – 15.176.316-2**

2017

**AGRADECIMIENTOS.**

Los resultados de esta tesis, están dedicados a todas aquellas personas que, de alguna forma, son parte de su culminación. Nuestros sinceros agradecimientos están dirigidos hacia Gerente General de la Empresa Ingerpo Ltda Francisco Dotnech., quien, con su ayuda desinteresada, nos brindó información relevante. A nuestras familias por siempre brindarnos su apoyo, tanto sentimental, como emocional y sin dejar a nuestros amigos que de alguna forma nos brindaron su apoyo.

**DEDICATORIA.**

Esta tesis está dedicada en especial a nuestros padres, Carlos Faundez, Jessica Castro, Luis Miranda y Alicia Sáez, que han sido una pieza clave para el desarrollo de nuestro trabajo al entregarnos amor y confianza en lo que hacemos.

También dedicaremos a dios por avernós dado la vida y permitirnos el haber llegado a este momento tan importante en nuestra formación profesional.

Ya que sin este equipo de trabajo no se habrían logrado los objetivos planteados.

## Contenido

1.	CAPITULO I: ANTECEDENTES GENERALES .....	10
1.1.	INTRODUCCIÓN .....	10
1.2.	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	12
1.3.	JUSTIFICACION.....	13
1.4.	OBJETIVOS .....	14
1.4.1.	OBJETIVO GENERAL.....	14
1.4.2.	OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	14
1.5.	DELIMITACIONES Y LIMITACIONES.....	14
1.5.1.	DELIMITACIONES.....	14
1.5.2.	LIMITACIONES .....	15
1.6.	ESTADO DEL ARTE .....	15
1.7.	METODOLOGIA.....	17
2.	CAPITULO II: DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA Y ANÁLISIS DE LOS PROCESOS .....	20
2.1.	DESCRIPCION DE LA EMPRESA. ....	20
2.1.1.	VALORES .....	20
2.1.2.	ÁREAS DE SERVICIOS .....	21
2.1.3.	FLUJO DE CAJA PROYECTADO .....	24
2.2.	DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LOS PROCESOS .....	24
2.2.1.	DESCRIPCION DE LOS PROCESOS .....	24
2.2.2.	ANALISIS DE LOS PROCESOS.....	38
3.	CAPITULO III: PROPUESTA DE MEJORA .....	40
3.1.	MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	40
3.1.1.	MANTENIMIENTO CORRECTIVO.....	41
3.2.	JUSTIFICACIÓN FINANCIERA.....	46
3.2.1.	PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	47
3.3.	DESCRIPCIÓN VACTOR MODELO 2100.....	60
4.	CAPITULO IV: ANALISIS ECONOMICO Y FINANCIERO.....	71
4.1.	CONCLUSIÓN .....	72
5.	REFERENCIAS.....	74

## **RESUMEN**

El presente proyecto se efectuó con la finalidad de estudiar los procesos que concernían en principio sólo al área de mantención de la empresa Inggepro Ltda. En la comuna de San Pedro. Sin embargo, al inicio de las primeras evaluaciones se dio a entender, que la problemática se extendía sobre los procesos claves de la empresa. Es así que se orientó a la mejora del proceso de mantenimiento total para comprender y diagnosticar la problemática actual de la empresa.

El mercado de la sanitaria lleva en progreso de más de 18 años en Chile. Con ello existe posibilidad de que el mercado pueda evolucionar y diagnosticar proveedores nuevos, por ello la reacción de la empresa debe ser la óptima y debe estar a la altura tanto en calidad de producto como en calidad de servicio para enfrentar a la competencia.

El proyecto tiene como finalidad encontrar puntos en donde es posible mejorar todo el proceso de mantenimiento, potenciando los procesos débiles en procesos estables y fluidos que beneficien a la empresa directa e indirectamente, propiciando la mejora continua. Es evidente que no se reserva la posibilidad de expandir el estudio a otras áreas de la empresa que son precedentes y sucesoras.

Los beneficios económicos son evaluados como ahorro y costo de oportunidad para la empresa, bajo la premisa de un aumento en las utilidades estudiadas. La evaluación de datos y beneficios tienen un alcance de un periodo proyectado.

## **SUMMARY**

The present project was carried out with the purpose of studying the processes that concerned in principle only the maintenance area of Inggepro Ltda. In the commune of San Pedro. However, at the beginning of the first evaluations it was understood that the problem was extended to the key processes of the company. It is thus aimed at improving the overall maintenance process to understand and diagnose the current problems of the company.

The sanitary market has been in progress for more than 18 years in Chile. With this, there is a possibility that the market can evolve and diagnose new suppliers, so the reaction of the company must be the optimum and must be up to both product quality and quality of service to face the competition.

The project aims to find points where it is possible to improve the entire maintenance process, enhancing the weak processes in stable and fluid processes that benefit the company directly and indirectly, promoting continuous improvement. It is clear that it does not reserve the possibility of expanding the study to other areas of the company that are precedents and successors.

The economic benefits are evaluated as savings and opportunity cost for the company, under the premise of an increase in the profits studied. The evaluation of data and benefits have a scope of a projected period.

# **1. CAPITULO I: ANTECEDENTES GENERALES**

## **1.1. INTRODUCCIÓN**

Las aguas servidas que son conducidas por los colectores de la red pública de alcantarillados contienen depósitos que pueden alterar la capacidad de porteo de los mismos. Los sólidos orgánicos depositados pueden generar discontinuidades y deficiencias en la calidad del servicio, además de un deterioro acelerado de las propiedades estructurales de los ductos.

Las redes de alcantarillado presentan abundante incorporación de aguas externas (napa) situación que se acentúa en días de lluvia, siendo necesario determinar los sectores y tramos de la red con mayor vulnerabilidad (menos estancos). Estos sectores son identificados por La Empresa, específicamente por el personal del Departamento de Infiltraciones.

El ingreso de aguas externas al alcantarillado se puede manifestar a través de elementos con pérdida o falta de hermeticidad, por ejemplo, cámaras prefabricadas, en los empalmes de colector a cámaras, en empalmes de UD a colector, en uniones de tuberías, en empalmes entre tuberías de distinto material, roturas en manto del colector, etc. Particularmente cuando los problemas se identifican al interior de un colector, es cuando se necesita realizar una Limpieza exhaustiva e Inspección Televisiva.

INGGEPRO LTDA es la empresa que presta servicios de limpieza de colectores de aguas servidas en las localidades de la sexta, séptima y octava región, a través de un contrato que se adjudicó en el año 2015, la cual su rentabilidad es debido al contrato que mantiene actualmente con ESSBIO siendo este uno de los más importantes, ya que este permite mantener a la empresa estable a través del tiempo con un contrato de 36 meses del momento de su adjudicación, con un monto total del contrato de \$2.009.536.200, cabe destacar que también la empresa cuenta con contratos de menor envergadura de servicios industriales.

Una de las áreas fundamentales de INGGEPRO LTDA es precisamente las mantenencias preventivas y correctivas de los camiones VACTOR para la sustentabilidad de la empresa, como también para la satisfacción de los clientes en referentes del producto y disponibilidad de cuando es solicitado en el cumplimiento de la entrega del servicio. Este tipo de mantenimiento puede resultar más costoso a corto plazo, sin embargo, probablemente resulten menos costosos a lo largo de la vida útil de los camiones.

Actualmente la empresa no solo compite en términos de costos, el factor tiempo se ha vuelto importante en el mercado, donde unas horas o un día de atraso puede ser causa de perder uno o más clientes por contrato. El concepto tiempo, es un factor clave para la cadena de valor, para dar cumplimiento a las metas establecidas por el cliente.

Entendido lo anterior, se tiene que esta empresa que compite por tiempo de producción debe ver reflejado el esfuerzo que esto implica no solo en el área comercial, sino que también mejorar la gestión de los planes de mantenimiento preventivos y correctivos de ahorro de costos de los camiones VACTOR. Es decir, un buen compromiso con los tiempos que comprenden un plan de mantenimiento preventivo y correctivo, debe repercutir en un beneficio para la empresa.

Este plan de mejora se realizará en INGGEPRO LTDA ubicada en kilómetro 14,5, camino a coronel, Portal industrial

## 1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

INGGEPRO LTDA, cuenta con diferentes procesos al momento de prestar su servicio de limpieza de colectores de aguas servidas en las localidades de la sexta, séptima y octava región, la cual existe una desviación en el correcto cumplimiento de las metas establecidas por el cliente.

La situación actual de la empresa no es la óptima, se puede mejorar varios aspectos de los procesos de la empresa, una vez siendo identificada la causa raíz del problema que conlleva a los procesos que son logística, de servicio, mantención y ventas se puede mejorar los cumplimientos y tiempos establecidos por el cliente.

INGGEPRO LTDA si bien logra su objetivo, lo hace de manera ineficiente, provocando varias desviaciones, como lo es el tiempo extraordinario, planificaciones del área que son alteradas para la entrega del servicio. Provocar un retraso en la entrega del servicio altera la planificación de la empresa incurriendo en pérdidas y demoras en tiempos, esto finalmente provoca una disconformidad en el cliente en vez de causar confianza en él.

El problema surge básicamente a la hora de que un camión presente problemas mecánicos o fallas en el equipo VACTOR, se ve involucrado la calidad y el tiempo del servicio a entregar a los clientes, reflejando pérdidas de producción de \$300.000 días por camión detenido y así tener menor producción y ganancias al momento de realizar el estado de pago para la empresa.

Al tener camión o camiones detenidos conlleva a una pérdida de producción, una mala calidad del servicio y no cumplimiento de las metas establecidas por el cliente, ya que estos son los que generan los ingresos para así poder facturar de forma mensual y al tener esos incumplimientos no se producirá los pagos. Con todos estos factores se cuestiona todos los servicios entregados por Inggepro, llegando a perder el contrato con Esbbio y además no poder participar de futuras licitaciones.

### 1.3. JUSTIFICACION

El desarrollo de un plan de mejora en los procesos de INGGEPRO LTDA, cuyos antecedentes se establecieron en la descripción del problema antes mencionada. De no llevar una mejora en los procesos la empresa de acuerdo a los problemas citados se mantendría funcionando de la misma manera que se detalla a continuación:

- La falta de stock crítico de ciertos repuestos ocasiona problemas en la entrega del camión.
- Al no tener una mantención preventiva y correctiva adecuada, concurrimos a demoras y aumento de horas extraordinarias para dar cumplimiento al contrato con el cliente.
- No existe una coordinación eficiente en el servicio técnico de los camiones VACTOR.
- Falta una mejora en el proceso de logística en tema de repuestos, lo cual genera pérdidas y sobrecosto en detención de camión (\$300.000 diario x camión con turno de 8 horas) sin tener registros de este.
- Si bien la infraestructura del taller es la adecuada, no hay una optimización en el layout.
- Las herramientas y equipos de apoyo no son las adecuadas para mantener los camiones combinados VACTOR.

Para la empresa, una mejora es la disponibilidad de los camiones VACTOR, disminuyendo los costos del proceso de mantenimiento y permitiendo beneficios continuos generando mayor rentabilidad, producción y mejorando la competitividad de la empresa.

Mediante un análisis exhaustivo de los procesos se encontrarán soluciones concretas a las problemáticas y situaciones internas de la empresa que inciden en los resultados de la productividad, contribuyendo al mejoramiento del servicio.

INGGEPRO podría beneficiarse al identificar la problemática y darle solución concreta, que marcará un antes y un después en la batalla contra los gastos y tiempo de uso de los camiones. De este modo, podrían mejorarse la calidad y las expectativas de vida de las piezas, además de proponer un tratamiento de prevención puntual y efectivo.

Por un lado, generara beneficios en el cliente y para la empresa, y por otra parte el desarrollo del plan de mejora abrirá nuevas oportunidades que presenten situaciones similares.

Para la empresa no implementar una mejora en los procesos, puede perder credibilidad ante sus clientes al no cumplir con las metas establecidas y conlleva a su vez a perder el contrato con ESBBIO que es su mayor mandante, con pérdidas del contrato total con una suma de \$2.009.536.200.

## 1.4. OBJETIVOS

### 1.4.1. OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un plan de mejoramiento de los procesos claves de la empresa INGGEPRO LTDA.

### 1.4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Desarrollar un plan de mejora en los procesos con mayor incidencia en los costos de la empresa INGGEPRO LTDA.
- Identificar y mejorar el plan existente a través de listas de chequeos, registros, fichas técnicas de los camiones, solicitudes y reportes de mantenimientos y salidas de taller.
- Mejorar la coordinación del servicio técnico con los procesos involucrados.
- Mejorar la rentabilidad minimizando los costos e incrementando las utilidades.

## 1.5. DELIMITACIONES Y LIMITACIONES

### 1.5.1. DELIMITACIONES

El estudio de mejora que se realizará, estará enfocado en los diferentes procesos claves actuales de la empresa INGGEPRO LTDA, siendo los procesos con mayor incidencia en la cadena de valor de la empresa.

### 1.5.2. LIMITACIONES

Una de las limitaciones importantes es realizar un cambio de cultura de la gerencia, dándole a conocer los procesos claves que tiene incidencia en los costos de la empresa y así poder disponer de una solución concreta a las problemáticas de los procesos.

Para implementar este plan de mejora, el tiempo disponible es una limitación para ver resultados inmediatos.

El desarrollo de la mejora será validado una vez que la empresa proporcione los datos necesarios en ese momento, debido a que puede haber cambios estructurales en INGGEPRO LTDA

La información será proporcionada por la empresa, desde el inicio de la mejora y las proyecciones serán en base a la misma.

### 1.6. ESTADO DEL ARTE

Los sistemas funcionales de la Vactor 2100 dependen de las opciones y las capacidades del vehículo pedido. El vehículo ha sido diseñado especialmente para ofrecer una combinación de chorro de agua a presión alta y aspiración para trabajos en zonas y situaciones específicas. El sistema de agua, el sistema hidráulico y el sistema de aspiración trabajan juntos para proporcionar una máquina limpiadora poderosa.

#### Sistema de agua

El sistema de agua de la Vactor 2100 se compone de tanques de agua, una bomba de limpieza impulsada hidráulicamente (Figura BD-1), un carrete de manguera de presión alta y una pistola para la limpieza. Otras opciones se describen en detalle en la sección Opciones de este manual.

## BOMBA DE AGUA JET-RODDER

La bomba Jet-Rodder suministra un chorro de agua a presión para limpiar líneas de alcantarillado, sumideros, cámaras subterráneas, pozos y otras estructuras.

El efecto combinado del caudal de agua en gal/min (galones por minuto) o l/min (litros por minuto) y presión de agua en psi (libras por pulgada cuadrada) o bar, crea la fuerza de empuje. El empuje se utiliza para propulsar las boquillas apropiadas a través de las líneas de alcantarillado para un efecto máximo de limpieza. Los desperdicios soltados por el movimiento de la boquilla y la presión del agua son empujados por la boquilla hacia la parte posterior y recogidos por el sistema de aspiración.

La bomba Jet-Rodder es una bomba de émbolo impulsada hidráulicamente y utiliza una relación de uno a uno del mando hidráulico al chorro de agua. La bomba se compone de un cilindro hidráulico, un cilindro de agua y un bloque rectificado a precisión para separar y regular la acción de bombeo. La bomba de émbolo sencillo y efecto doble se mueve lentamente en uno y otro sentido (Manual operación 2110 PD)

Desde el principio de los tiempos, el Hombre siempre ha sentido la necesidad de mantener su equipo, aún las más rudimentarias herramientas o aparatos. La mayoría de las fallas que se experimentaban eran el resultado del abuso y esto sigue sucediendo en la actualidad. Al principio solo se hacía mantenimiento cuando ya era imposible seguir usando el equipo. A eso se le llamaba "Mantenimiento de Ruptura o Reactivo"

Fue hasta 1950 que un grupo de ingenieros japoneses iniciaron un nuevo concepto en mantenimiento que simplemente seguía las recomendaciones de los fabricantes de equipo acerca de los cuidados que se debían tener en la operación y mantenimiento de máquinas y sus dispositivos.

Esta nueva tendencia se llamó "Mantenimiento Preventivo". Como resultado, los gerentes de planta se interesaron en hacer que sus supervisores, mecánicos, electricistas y otros técnicos, desarrollaran programas para lubricar y hacer observaciones clave para prevenir daños al equipo.

Aun cuando ayudó a reducir pérdidas de tiempo, el Mantenimiento Preventivo era una alternativa costosa. La razón: Muchas partes se reemplazaban basándose en el tiempo de

operación, mientras podían haber durado más tiempo. También se aplicaban demasiadas horas de labor innecesariamente. (Artículo total de mantenimiento preventivo, leanexpertise.com)

## 1.7. METODOLOGIA

La metodología que se ocupará está basada en la descripción de cómo se maneja la empresa a través de las diferentes etapas con el fin de lograr su correcto funcionamiento.

Primera etapa:

- Recopilar y ver cómo se maneja la información de los procesos de la empresa.
- Estar presentes en charlas con los operadores y mecánicos para ver el intercambio de información para ayudar a una mejor planificación y ver si utilizan la información del fabricante.
- Recopilar información de los procesos claves de la empresa.

Segunda Etapa:

- Verificar la calidad de los repuestos e insumos que se utilizan en las reparaciones y ver si están en perfectas condiciones para un buen mantenimiento.
- Seleccionar información del Camión VACTOR, objeto de estudio a través de fichas técnicas y de funcionamiento.
- Generar información basada en la experiencia de los operadores de los camiones y el personal de mantención (Mecánicos), a través de recopilación de datos para así ajustar e implementar el plan de mejora a la empresa.

Tercera Etapa:

- Aplicar el plan de mejora de mantención preventiva y correctiva y observar los resultados de efectividad en cuanto a disminución de costes y tener mayor disponibilidad de los camiones en terreno y operativos.
- Entregar recomendaciones a los operadores, mecánicos y personal que trabaja en las dependencias del servicio técnico a partir de la experiencia vivida en este plan de mejora.

Los pasos que se ocupará en este plan de mejora será el siguiente:

- Paso 1: Reconocer el problema
- Paso 2: Describir el problema.
- Paso 3: Identificar y analizar las causas.
- Paso 4: Identificación de soluciones opcionales.
- Paso 5: Valoración y toma de decisiones.
- Paso 6: Diseño de plan de acción para su solución
- Paso 7: Implementación de plan de acción
- Paso 8: Control de ejecución y resultados

Para la implementación de este plan de mejora se utilizará instrumentos técnicos y herramientas para facilitar el análisis del problema, implementando el plan de acción para controlar la ejecución y resultados.

#### 1.7.1 INSTRUMENTOS TÉCNICOS:

Observación directa:

Se realizarán observaciones de las mantenciones preventivas y correctivas que se aplican a los camiones VACTOR, para identificar los problemas en la gestión, control y el seguimiento de los distintos procesos que se realizan para que el camión este correctamente operativo y principalmente en el tipo de mantención que se le realizan.

Esto sirve para llevar un registro de las mantenciones y datos para ayudar a implementar la mejora, desarrollando un plan de trabajo.

### 1.7.2 HERRAMIENTAS A EMPLEAR

#### **Ishikawa:**

Se utilizará para analizar las causas del problema y así poder agruparlas en familia para identificar las sub causas y llegar a la causa principal para tomar decisiones respecto a la mejora.

#### **Diagrama de Pareto:**

Al aplicar Diagrama de Pareto permitirá jerarquizar las causas del problema más importantes o prioritarias, facilitando el desarrollo del plan de mejora de mantenciones preventivas y correctivas en camiones VACTOR.

#### **FODA:**

Se identificarán los aspectos internos (Fortalezas y debilidades) y externos (Oportunidades y amenazas), para caracterizar el momento y situación actual de INGGEPRO LTDA.

#### **Gráficos:**

Permitirá analizar de forma sencilla la recopilación de datos de la situación actual de la empresa con los problemas a mejorar y comparar datos de años anteriores.

## **2. CAPITULO II: DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA Y ANÁLISIS DE LOS PROCESOS**

### **2.1. DESCRIPCION DE LA EMPRESA.**

Inggepro Ltda, inicio sus actividades en 2009 por lo cual ya cuenta con más de 8 años de presencia y trayectoria en el mercado.

Empresa especializada en el área Sanitaria e hidráulica, gestión de proyectos y catastros multifinalitarios en redes de infraestructura. Los servicios ofrecidos toman como eje transversal los Sistemas de información Geográfica (SIG) aplicados a las distintas áreas de interés, en donde la ubicación y distribución territorial son un factor primordial en la toma de decisiones.

Nuestra misión es otorgar servicios de forma eficiente y comprometida con el logro de objetivos de nuestros clientes. Proponer, planificar y ejecutar proyectos orientados a generar productos de un alto valor agregado, que satisfagan las necesidades de nuestros clientes y sean una herramienta de apoyo y diferenciación en la gestión que realizan.

#### **2.1.1. VALORES**

- Cooperación
- Innovación
- Seguridad
- Amabilidad
- Confianza
- Atención
- Motivación
- Compromiso
- Competitividad
- Ética Profesional

- Apertura al cambio

## 2.1.2. ÁREAS DE SERVICIOS

### 2.1.2.1. Limpieza

- Limpieza a alta presión
- Traslado de residuo
- Equipamiento especializado
- Cortador de raíces e incrustaciones

#### Limpieza a alta presión

Contamos con equipos que van desde el rango de los 2.000 PSI hasta los 15.000 PSI con un caudal máximo de 120 GPM, ajustándolo a las especificaciones y requerimientos del cliente. Nuestro equipo humano y técnico nos permite realizar de manera eficiente mantención y limpieza de:

- Redes
- Estanques
- Intercambiadores de calor
- Entre otros

#### Traslado de residuos

Contamos con equipos especializados para el retiro de residuos industriales con una capacidad de carga máxima de 15 m<sup>3</sup>.

Nuestros equipos cuentan con tubos de succión rígidos y flexibles, capaces de sumergirlos más de 15 metros.



2.1 Camión Vector



2.2 Camión Vector

## Inspección

- Inspección televisiva
- Imágenes de alta resolución
- Detección de infiltraciones
- Estanques a presión

### Inspección televisiva de redes y tuberías

Otra importante característica de nuestros equipos es el odómetro digital integrado, el cual permite ubicar de manera precisa las anomalías detectadas en la inspección. La autonomía de trabajo, sin conexión a red eléctrica o vehículo, es de 12 horas, gracias al SET de baterías de Litio. Además, contamos con todos los accesorios para poder inspeccionar tuberías de distintos diámetros. Nuestro equipo informático desarrolló un software que permite mejorar la calidad de los videos, además de agregar indicaciones precisas a las anomalías detectadas como se ve en esta comparación.



### 2.3 Inspección Televisiva

Cuenta con las siguientes características:

- Logran recorrer una distancia máxima de 120 metros
- Cabezales auto nivelados
- Integrado un set Led de iluminación
- Odómetro digital
- Batería de Litio
- Teclado



### 2.4 Cámara Televisiva

### Detección de gases

- Equipo ALTAIR 5
- Monitoreo de hasta 6 gases
- Sensores tóxicos e infrarrojos
- Alarmas de emergencia

### Detección de gases

Contamos con el nuevo ALTAIR 5 el cual es capaz de monitorear hasta 6 gases simultáneamente, también puede configurarse con una gran variedad de sensores tóxicos e infrarrojos. También cuenta con baterías recargables proporcionan una autonomía de hasta 15 horas soportando hasta la más extensa jornada laboral.

Incorpora como estándar una bomba interna para tomar la muestra del ambiente a monitorear. Las novedosas alarmas, MotionAlert (alarma hombre caído) e InstantAlert (alarma de emergencia), son estándar en el equipo. Cuando se activa, la alarma de hombre caído, monitorea el movimiento del trabajador. Si este resulta accidentado, se ejecutará el sistema de triple alarma (visual, auditiva y sonora) para alertar a otros trabajadores.



### Industrial

### 2.5 Detector de gases

- Limpieza con equipos de agua a alta presión
- Aspiración de polvo
- Ingeniería en fabricación de estructuras
- Transporte de residuos industriales (líquidos y sólidos)

### 2.1.3. FLUJO DE CAJA PROYECTADO

Flujo de Caja 2016 de Inggepro						
Flujo de caja	ene-16	feb-16	mar-16	abr-16	may-16	jun-16
	\$ 9.724.660	\$ 7.887.048	\$ 7.790.354	\$ 8.569.340	\$ 8.207.739	\$ 7.949.096
	jul-16	ago-16	sep-16	oct-16	nov-16	dic-16
\$ 7.401.808	\$ 7.127.019	\$ 9.812.502	\$ 8.579.900	\$ 8.144.425	\$ 8.664.653	

**Flujo caja proyectado general de Inggepro**

## 2.2. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LOS PROCESOS

### 2.2.1. DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS

#### 2.2.1.1. FODA

##### **Análisis Externo**

##### **Fortaleza:**

- Cuenta con la tecnología y maquinaria acorde a lo solicitado por el mandante y cantidades de camiones disponibles para prestar el servicio.
- Capacidad de adaptarse a las necesidades de los clientes.
- Pocos competidores directos.
- Personal capacitado.
- Equipamiento con la mejor tecnología.
- Equipos con costos de adquisición muy elevados.

##### **Oportunidades:**

- Presentar mejoras en los procesos del servicio de limpieza creando su propio sello identificador.
- Aprovechar la poca competencia en el mercado de la sexta a la octava región.
- Existe demanda estable en empresas industriales y sanitarias.
- Mejorar el servicio a los contratos.

##### **Debilidades:**

- Falta coordinación en el servicio técnico.

- Falta un plan de mejora en las mantenciones preventivas y correctivas, para que los camiones no estén detenidos por horas o días y así cumplir con los contratos.
- Falta logística en la compra de repuestos, herramientas, equipos e insumos para mantener un stock en bodega.
- Sobre exigencia del personal al realizar horas extraordinarias.
- No se puede ampliar el rubro en áreas industriales por contratos ya adjudicados.

**Amenazas:**

- Inestabilidad de contratos por tener camiones detenidos y no cumplir lo requerido por el mandante.
- La incorporación de nuevas empresas que presten con mejor tecnología, lo que actualmente INGGEPRO proporciona.
- Competencias Hidroredes y Senavin.
- Falla de limpieza en ductos de alcantarillados por mala ejecución de sus trabajos.
- Falta de repuestos en el extranjero que permitan la detención del contrato.
- No cumplir con las metas establecidas por el mandante.

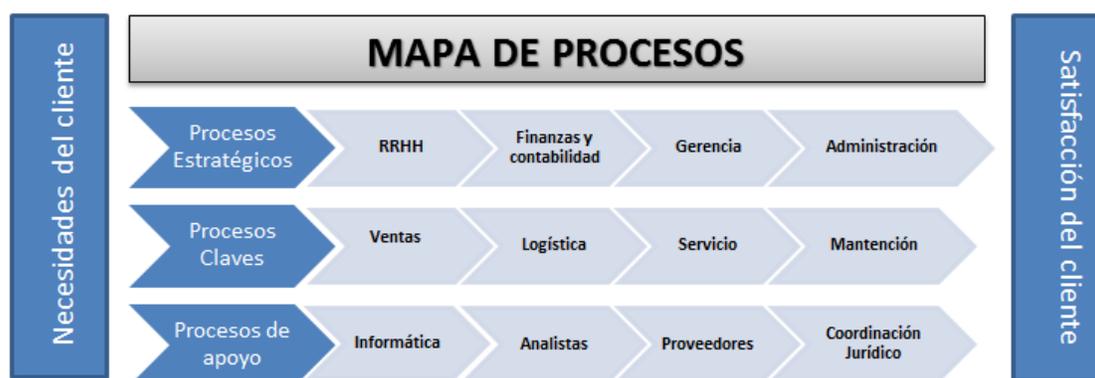
Se hace necesario un análisis interno dado que las variables externas no nos hacen concluir una eventual causa del problema planteado.

### 2.2.1.2. Mapa de Procesos

#### Análisis Interno

La descripción de los procesos es definir la sistemática que utiliza la organización, con el fin de asegurar que los procesos de mantenimiento preventivo de limpieza de alcantarillados se realicen en condiciones controladas, estableciendo los criterios para la definición, seguimiento y control de los mismos.

A continuación, se dan a conocer los diferentes procesos de INGGEPRO LTDA:



**Fuente:** Elaboración propia

Responsables

El Gerente General es responsable por asegurar la asignación de recursos adecuados para la aplicación.

El administrador es responsable por asegurar la correcta y permanente aplicación.

#### a) PROCESOS ESTRATÉGICOS

##### Recursos Humanos

El Departamento de Recursos Humanos es esencialmente de servicios no dirige a sus gerentes, tiene la facultad de dirigir las operaciones de los departamentos.

Entre sus funciones esenciales podemos destacar las siguientes:

- Ayudar y prestar servicios a la empresa, a sus dirigentes, gerentes y empleados.
- Describe las responsabilidades que definen cada puesto laboral y las cualidades que debe tener la persona que lo ocupe.
- Evaluar el desempeño del personal, promocionando el desarrollo del liderazgo.

- Reclutar al personal idóneo para cada puesto.
- Capacitar y desarrollar programas, cursos y toda actividad que vaya en función del mejoramiento de los conocimientos del personal.
- Brindar ayuda psicológica a sus empleados en función de mantener la armonía entre éstos, además buscar solución a los problemas que se desatan entre estos.
- Llevar el control de beneficios de los empleados.
- Distribuye políticas y procedimientos de recursos humanos, nuevos o revisados, a todos los empleados, mediante boletines, reuniones, memorándums o contactos personales.
- Supervisar la administración de los programas de prueba.
- Desarrollar un marco personal basado en competencias.
- Garantizar la diversidad en el puesto de trabajo, ya que permite a la empresa triunfar en los distintos mercados nacionales.

Todas estas funciones mencionadas anteriormente son realizadas por una sola persona en la empresa INGGEPRO LTDA.

### **Finanzas y contabilidad**

INGGEPRO LTDA lleva un registro contable. Teniendo en cuenta todos los movimientos de dinero, tanto dentro como fuera de la empresa, además realiza el cálculo de pagos para los empleados que el departamento de recursos se encarga de llevar acabo el pago o en algunas ocasiones también este departamento lo realiza sí se trata de depósito en banco. Estas son algunas de las funciones de finanzas y contabilidad de la empresa.

### **Administración**

Es el área considerada la cabeza de la empresa. Establece los objetivos y la dirige hacia ellos. Está relacionada con el resto de áreas funcionales, ya que es quien las controla.

### **Planificación de los servicios (Coordinador Nacional)**

El director Ejecutivo del contrato, es el nexo entre Esbbio e Inggepro para desarrollar el servicio de mantención preventiva de limpieza de alcantarillados.

### **Planificación de los servicios (Coordinador regional)**

El administrador de contrato desarrolla la Carta Gantt del proyecto y determina los recursos necesarios, que incluye personal, materiales, equipos y servicios.

## b) PROCESOS CLAVES

### **Servicio**

#### Limpieza Hidráulica

**CAMIONES HIDROJET** El sistema de limpieza hidráulico, es ejecutado a través de mangueras que evacuan una presión hidráulica regulada a 2000PSI. Esta presión, es direccionada a través de un pitón agujereado, que baña todo el diámetro interior de la tubería a limpiar empujando el material que se encuentra dentro. El desconocimiento del estado de una tubería (bueno, regular, malo), podría implicar que en tuberías en estado crítico (regular y malo) esta presión podría ayudar al colapsamiento de la línea. Algunas veces se ha sugerido una inspección televisiva previa al uso de este equipo, sin embargo, la presencia de sedimentación en la línea y el tamaño del equipo televisivo imposibilitan dicha apreciación. Así mismo hemos podido comprobar que el tamaño de estos vehículos origina el cierre de calles y avenidas, ocasionando congestión vehicular; asimismo estos equipos, no pueden ser usados en calles angostas, pasajes, cerros, y otros lugares que por su magnitud como equipo son de difícil acceso. El alto consumo de agua limpia, así como el despliegue para la evacuación del material, son otros de los inconvenientes que se presentan en el uso de estos equipos.

### Control de Avance del proyecto

Este control se realiza según lo planificado en la Carta Gantt, lo que incluye avances físicos por partidas, control de costos y variaciones dentro del proceso. En caso de encontrarse discrepancias entre el avance programado y lo que realmente se ha realizado, se deja constancia de lo sucedido con una línea de color bajo o sobre la línea en la Carta Gantt entregada por el administrador. Cabe destacar, que el control real del avance físico del proyecto, se evidencia en los respectivos Estados de Pago.

### Control de Liberación de cuencas.

Para el control de las cuencas relevantes se considera la aplicación de procedimientos documentados, a los cuales se asocian protocolos de control de partidas terminadas. Estas partidas son identificadas en la carta Gantt.

El resultado de control de las cuencas básicas, se utiliza el registro de libro de obras e inspección tv.

Para aquellas cuencas encargadas a Subcontratistas, se aplica la misma modalidad de control descrita en los párrafos anteriores.

Las personas asignadas para realizar las actividades de control descritas, deben aplicarlas en un 100%. El ITO verifica la aplicación correcta de los protocolos, dando V°B° una vez que se hayan realizado las actividades descritas en los mismos.

El resultado obtenido con la aplicación de protocolos como recepciones a través del libro de obras e inspección TV sirve como evidencia para realizar la evaluación de los subcontratistas y del servicio.

El ITO es responsable de controlar la limpieza eficaz que desarrolla el servicio de limpieza de alcantarillado de parte de INGGEPRO con sus camiones VACTOR. Además del control de cuencas descritas en los párrafos anteriores de acuerdo a las Especificaciones Técnicas, el administrador de contrato lleva un control físico del desarrollo del proyecto a partir de una constante revisión y actualización de la Carta Gantt. Lo anterior, sirve para generar los Estados de Avance para el cobro de los respectivos Estados de Pago del proyecto.

Asimismo, el Encargado ITO vela porque durante todo el desarrollo del proyecto, se apliquen los procedimientos establecidos en el Sistema de Gestión de la empresa.

Una vez que se han completado todas las cuencas del proyecto en forma satisfactoria, el administrador de contrato gestiona la recepción de la misma de acuerdo a lo descrito en el procedimiento Recepción de cuencas.

#### Criterios de Aceptación

En los casos en los cuales no estén definidos los criterios de aceptación, tales como limpieza, dañado del ducto y otros, el administrador de contrato determina las tolerancias de liberación, ya sea recurriendo a sus competencias Técnicas o en acuerdo con el Inspector Técnico de Obra, representante del cliente. El resultado de esta determinación se registra en el libro de obras.

#### Verificación de cumplimiento normativo

El ITO realiza la verificación del cumplimiento de la normativa asociada a la prestación de los servicios, dejando registro en el libro de obras a través de una lista de chequeo facilitada por el Esbbio, el cual debe cumplir a más de un 85% de aprobación en terreno, esto implica normas de seguridad, leyes del tránsito y leyes laborales.

#### *Problemática de servicio*

La problemática en este proceso se produce cuando el camión presenta problemas en terreno, por problemas mecánicos, eléctricos y en general, estos problemas son inesperados al momento de cumplir la producción, destacando que para cumplir este servicio se tiene que realizar horas extraordinarias y así poder suplir las horas perdidas por el camión al momento de quedar detenido.

- Un camión presenta una falla eléctrica o mecánica en general, el camión debe dirigirse al taller o los mecánicos a terreno, perdiendo un total de 3 a 5 horas de trabajo, esto va a depender de la ubicación del camión al momento de realizar su trabajo por ende cambia las horas al momento de tomar la decisión de pérdidas de

tiempo, es por esto que el mecánico cuenta solo con la caja de herramienta y sus respectivos instrumentos para diagnosticar la falla, sin tener repuestos de fácil reparación y por ende hay un tiempo mayor considerando la generación del recurso, según la falla diagnosticada por el mecánico.

Una hora de camión detenido cuesta para la empresa un costo de \$37.000, además hay que considerar que el camión por cada hora de operatividad limpia 31 metros lineales y cada metro lineal tiene un valor de \$1.204. Cabe destacar que la planificación es diaria y mensual para cumplir las metas, es porque la hora extraordinaria va a depender del sueldo de trabajador en este caso chofer y operador.

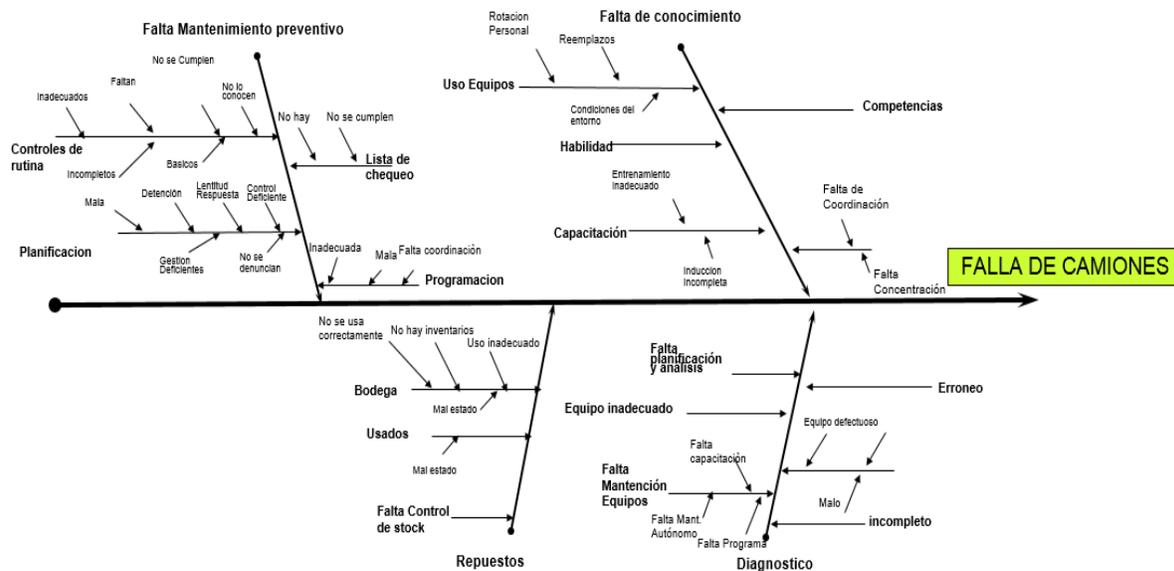
### **Mantenimiento**

Este proceso consiste en mantenimiento de la flota de los camiones, a fin de conocer las deficiencias en mantenimiento preventivo y correctivo, con esto se analizan las fallas en el mantenimiento de la flota, a fin de determinar las causas que conlleva el constante uso de los camiones en prestación del servicio.

Con el proceso de mantenimiento se establecen los requerimientos necesarios para el mantenimiento preventivo, correctivo y así cumplir con los estándares establecidos por ley.

## Problemática de Mantenimiento

Para identificar las causas del problema se realizará Ishikawa que se detalla a continuación:

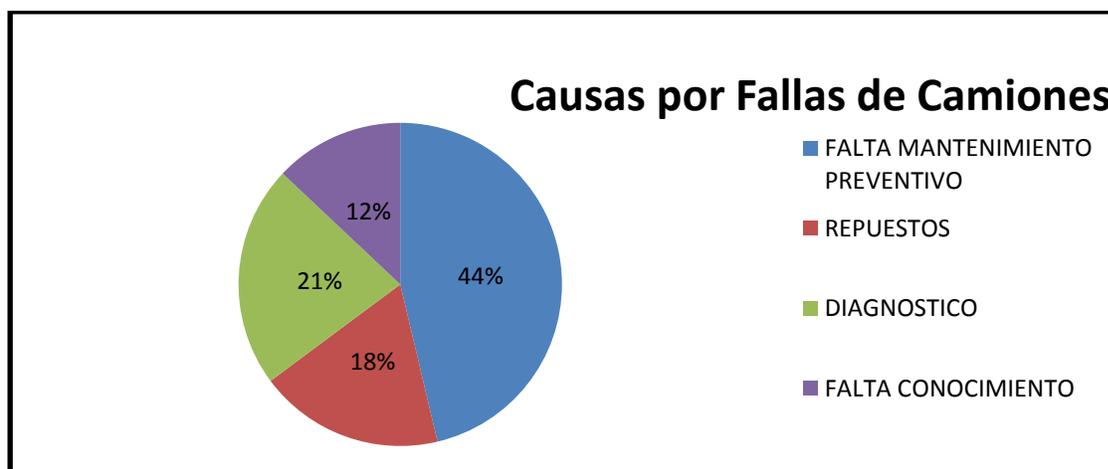


**Fuente:** Elaboración propia.

En el diagrama causa efecto, se pueden ver las 4 causas principales por la falla de los camiones Vector, es por esto para complementar más la identificación de las causas se demostrará en un gráfico de torta, que se analizó por número de criticidad del 1 al 10, siendo el 10 más crítico para la detención de los camiones Vector.

Principales Causas por fallas de camiones.			
CAUSAS	SUB-CATEGORIAS		%
FALTA MANTENIMIENTO PREVENTIVO	Planificación	8	44%
	Controles de rutina	6	
	Lista de Chequeo	6	
	Programación	5	
REPUESTOS	Bodega	4	18%
	Falta control de Stock	5	
	Usados	1	
DIAGNOSTICO	Falta mantención de equipos	1	21%
	Equipo Inadecuado	2	
	Incompleto	4	
	Erroneo	3	
	Falta Planificación y Analisis	2	
FALTA CONOCIMIENTO	Uso de equipos	2	12%
	Habilidad	2	
	Capacitación	3	
	Competencias	3	

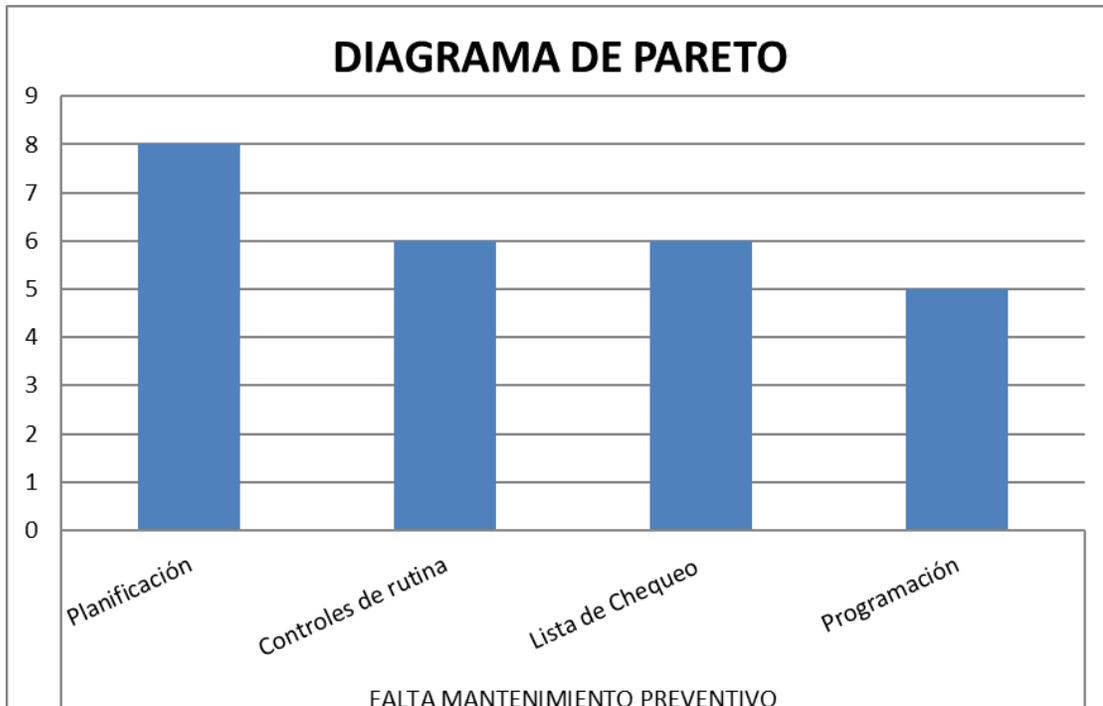
**Fuente:** Elaboración propia.



**Fuente:** Elaboración propia.

Analizando el grafico tenemos que la causa principal del problema es que no se realizan **mantenciones preventivas** y solo se realiza la correctiva y por ende los camiones se encuentran detenidos por fallas inesperadas y por mala planificación, programación y listas de chequeos.

Ahora se mostrará un diagrama de Pareto en la causa principal que es la falta de mantención preventiva con sus 4 sub categorías:



**Fuente:** Elaboración propia.

Acá se aprecia que el 80% está enfocado en la panificación y los demás cabe destacar que son de alto impacto y por ende se mejora todo lo que conlleva a la falta de mantenimiento preventivo.

A través de este plan de mantenimiento preventivo y correctivo se reflejará la situación actual vs la situación deseada de la empresa en costo beneficio de la empresa en temas de mantenimientos.

En proceso actual de mantenimiento de la flota de camiones de la empresa INGGEPRO, se limita a la información y requerimientos del chofer, más no existe una filosofía de revisión periódica ni chequeo diario de los camiones para evitar averías, por tanto, el mantenimiento que se practica es correctivo.

Las fallas que se registran de la flota de camiones vienen determinadas por la falta de planificación, programación, controles y de una rutina de mantenimiento preventivo, lo que origina averías por problemas fácilmente prevenibles y ocasiona gastos

inesperados alterando el presupuesto y aumentando los tiempos de parada de las unidades de flota de camiones, dejando de cumplir las metas establecidas por el cliente y generando así desviaciones y sobre esfuerzo del personal, teniendo en cuenta que hay que cumplir con las metas diarias y mensuales y para eso se trabaja en extensión de horario, los fines de semanas, saliéndose de la planificación mensual por estas fallas inesperadas por falta de una mantención preventiva correcta de los camiones de servicios sanitarios.

No existe una planificación, programación, control y ejecución que garantice el cumplimiento de los estándares, por ello se hace necesario la implementación de rutinas de mantenimiento preventivo que involucra revisiones, inspecciones, y sustitución de piezas claves, para adelantarse a la aparición de fallas mejorando el rendimiento de las unidades de camiones y así disminuir los costos y aumentando la rentabilidad y producción.

### **Logística**

El proceso de logística en INGGEPRO tiene la misión de controlar y gestionar toda la cadena de suministro y Distribución de los materiales para la empresa. Es un proceso fundamental para el correcto funcionamiento de la empresa y por ende es importante para la entrega de un buen servicio, controlando los stocks de repuestos, insumos, materiales y complementos para realizar el trabajo.

Cabe destacar algunas funciones principales del proceso:

- Asegurar la mantención de la distribución, bajo los estándares requeridos por la empresa.
- Controlar stock y calidad del producto.
- Realizar seguimiento de los productos despachados a las distintas áreas.
- Velar por la entrega oportuna de los productos solicitados por mantención.
- Ingresar información a los sistemas computacionales.
- Problemática de logística

- El problema en este proceso sería la falta de repuestos críticos que no se encuentran en Chile y están en el extranjero por la poca comunicación que existe entre la logística y mantención.
- Los repuestos son solicitados a San Francisco EEUU, en el cual se demoran 3 días en preparar el paquete y 5 días de San Francisco a Miami.
- El Traslado de Miami a Chile se demora 1 día y 2 días más retenido en Aduana y 1 día en reparación en la falla del camión.
- Estos datos se consideran al momento de falla de un camión o algún repuesto que no esté en Chile y no se tenga el Stock en bodega.

### **Venta del Servicio**

La venta de INGGEPRO requiere de un proceso que ordena la implementación de sus diferentes servicios a prestar, caso contrario no podría satisfacer de forma efectiva las necesidades y deseos de los clientes, a continuación, se describen las etapas del proceso de ventas:

#### Prospección

La prospección de la empresa es el paso fundamental de potenciales clientes, los cuales tienen grandes posibilidades de adquirir el servicio. Como por ejemplo hacer un estudio de las empresas que necesiten del servicio.

#### El acercamiento

En esta etapa del proceso se elabora un listado de clientes potenciales para ingresar a la fase de acercamiento previo, obteniendo información detallada de cada cliente y así realizar una presentación de venta adaptada para cada cliente en cuestión.

#### La presentación del mensaje de ventas

En esta etapa se presentan todos los servicios realizados por INGGEPRO en sus diferentes áreas.

### Cierre de la venta

En esta etapa se llega a un consenso entre el cliente y el servicio a prestar.

### Servicios post-venta

Es una visita al cliente para su conformidad verificando el estado del servicio prestado por INGGEPRO.

### Problemática de ventas

La problemática en este proceso es al realizar el cierre de venta, puede fallar un camión al inicio, a la ejecución y al final del servicio y así poder perder un cliente potencial. En este caso se puede llegar a perder un contrato, que hasta el momento no se han dado estos supuestos en la empresa, pero si puede ocurrir siguiendo el mismo plan de mantención existente en INGGEPRO.

Se concluye entonces que dentro de los procesos claves de la empresa, se describieron los problemas de cada proceso, identificando que el proceso de mantenimiento es aquel que presenta mayores costos según el gráfico de torta, siendo este proceso la mayor problemática, el cual se tiene que mejorar realizando un plan de mantenimiento preventivo de flota de camiones reduciendo los costos y cumpliendo con las metas establecidas por el cliente sin tener desviaciones en el servicio.

## c) PROCESOS DE APOYO

### **Informática**

Se encarga de mantener siempre en buen estado el funcionamiento técnico y tecnológico de la empresa para evitar que aquellas tareas que se realizan por medio de un servidor computacional estén en mal estado y no se lleven a cabo los objetivos de la empresa.

### **Analistas**

Se encarga de analizar la información de limpieza de cuencas emitidas a través de la inspección TV, una vez realizadas se ingresa al sistema ARGIS y enviando el respaldo a través de CD's a la empresa mandante potencial que es ESSBIO, ratificando el trabajo realizado por el personal.

### **Coordinación jurídica**

Se encarga de asesorar a la gerencia en temas legales y jurídicos.

### **Proveedores**

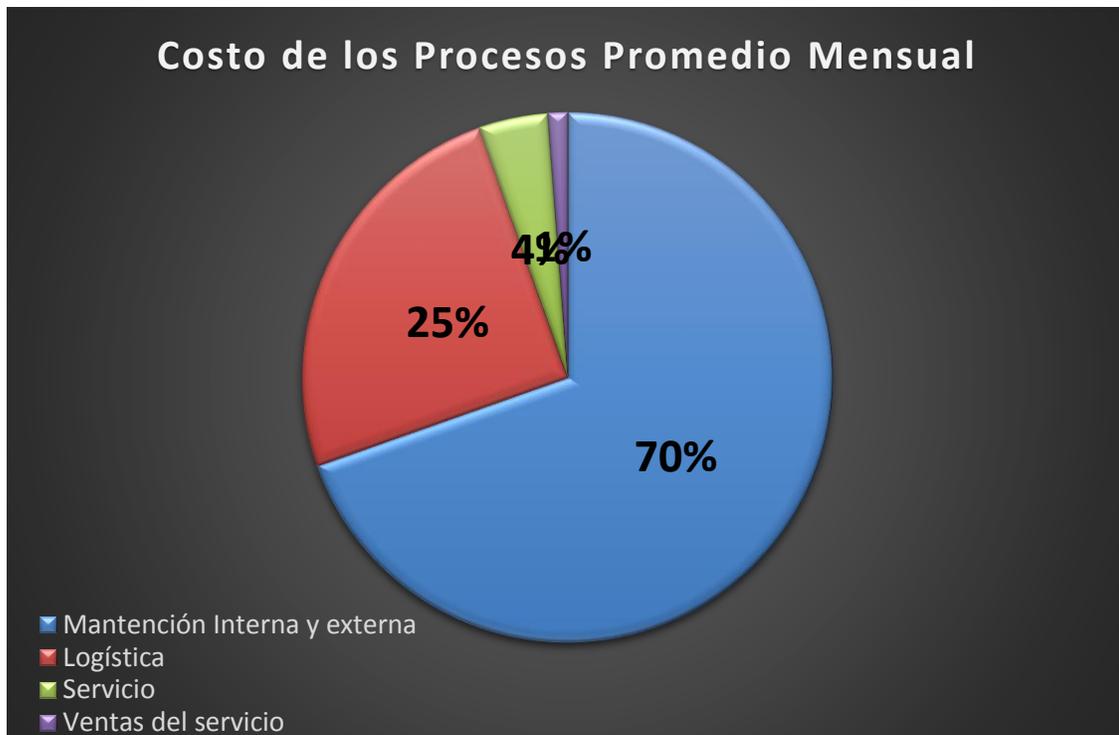
Son todas aquellas empresas prestadoras de servicios que abastecen de insumos y materiales a la empresa para apoyar el buen funcionamiento.

## 2.2.2. ANALISIS DE LOS PROCESOS

### *2.2.2.1. Costos de Procesos Claves*

<b>PROBLEMAS PROMEDIO MENSUALES</b>	<b>Costo</b>	<b>Porcentaje</b>
Mantenimiento Interno y externo	\$ 10.000.000	70%
Logística	\$ 3.600.000	25%
Servicio	\$ 600.000	4%
Ventas del servicio	\$ 170.000	1%
<b>Total</b>	<b>\$ 14.370.000</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Elaboración propia.



**Fuente:** Elaboración propia

En el costo de los procesos se puede identificar que con un 70% de los costos son de mantenimiento interno y externo de los camiones Vector, esto quiere decir dentro de las instalaciones y en terrenos, la cual la causa principal se enfoca en las mantenciones.

Los demás procesos también están directamente relacionados con la mantención, entonces esto quiere decir que, al mejorar y reducir los costos de mantenciones, también se verá reflejado en los otros 3 procesos, mejorando todos a la misma vez.

### 3. CAPITULO III: PROPUESTA DE MEJORA

#### 3.1. MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

El mantenimiento preventivo para mejorar el proceso de mantención, se refiere a aquellas tareas de sustitución hechas a intervalos fijos independientemente del estado del elemento o componente. Estas tareas solo son válidas si existe un patrón de desgaste: es decir, si la probabilidad de falla aumenta rápidamente después de superada la vida útil del elemento. Debe tenerse mucho cuidado, al momento seleccionar una tarea preventiva (o cualquier otra tarea de mantenimiento, de hecho), en no confundir una tarea que se puede hacer, con una tarea que conviene hacer. Por ejemplo, al evaluar el plan de mantenimiento a realizar sobre el impulsor de una bomba, podríamos decidir realizar una tarea preventiva (sustitución cíclica del impulsor), tarea que en general se puede hacer dado que la falla generalmente responde a un patrón de desgaste.

##### Ventajas

- Bajo costo en relación con el mantenimiento correctivo.
- Reducción importante del riesgo por fallas o fugas.
- Reduce la probabilidad de paros imprevistos.
- Permite llevar un mejor control y planeación sobre la flota de camiones.
- Mantenimiento a ser aplicado en la flota de camiones.

##### Desventajas

Entre sus pocas desventajas se encuentran:

- Se requiere tanto de experiencia del personal de mantenimiento como de las recomendaciones del fabricante para hacer el programa de mantenimiento a la flota de camiones.
- No permite determinar con exactitud el desgaste o depreciación de las piezas de los camiones Vactor.

### 3.1.1. MANTENIMIENTO CORRECTIVO.

Se entiende por mantenimiento correctivo la corrección de las averías o fallas, cuando éstas se presentan en terreno o en taller. Es la habitual reparación tras una avería que obligó a detener el camión.

#### *3.1.1.1. Tipos de Mantenimientos Correctivos*

Existen dos formas diferenciadas de mantenimiento correctivo: el programado y no programado. La diferencia entre ambos radica en que mientras el no programado supone la reparación de la falla inmediatamente después de presentarse, el mantenimiento correctivo programado o planificado supone la corrección de la falla cuando se cuenta con el personal, las herramientas, la información y los materiales necesarios y además el momento de realizar la reparación se adapta a las necesidades de producción. La decisión entre corregir un fallo de forma planificada o de forma inmediata suele marcarla la importancia del camión en el sistema productivo: si la avería supone la parada inmediata de un camión necesario, la reparación comienza sin una planificación previa. Si en cambio, puede mantenerse el camión operativo aún con ese fallo presente, puede posponerse la reparación hasta que llegue el momento más adecuado.

La distinción entre correctivo programado y correctivo no programado afecta en primer lugar a la producción. No tiene la misma afección el plan de producción si la parada es inmediata y sorpresiva que si se tiene cierto tiempo para reaccionar. Por tanto, mientras el correctivo no programado es claramente una situación indeseable desde el punto de vista de la producción, los compromisos con clientes y los ingresos, el correctivo programado es menos agresivo con todos ellos.

#### *3.1.1.2. Ventajas*

- Máximo aprovechamiento de la vida útil de los repuestos.

- No se requiere una gran infraestructura técnica ni elevada capacidad de análisis.

#### *3.1.1.3.Desventajas*

- Las averías se presentan de forma imprevista y afectan a la producción y a la satisfacción del cliente.
- Riesgo de fallos de repuestos difíciles de adquirir.
- Baja calidad del mantenimiento como consecuencia del poco tiempo disponible para reparar.

#### *3.1.1.4.Indicadores de gestión para mantenimiento preventivo.*

Considerando que el primer objetivo de trabajo, del área de mantenimiento, es el de propiciar el logro de altos índices de confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad a favor de la producción. Para poder establecer estos factores de efectividad de mantenimiento, deberá ir acompañada de otros factores (índices secundarios), que permitan evaluar, analizar y pronosticar su comportamiento. Los indicadores, nos permitirá medir de forma técnica, y mediante costos, la efectividad del mantenimiento.

#### *3.1.1.5.Concepto de Disponibilidad de los camiones*

La disponibilidad es el principal parámetro asociado al mantenimiento, dado que limita la capacidad de producción.

Se define como la probabilidad de que un camión esté preparada para producción en un período de tiempo determinado, o sea que no esté parada por averías o fallas.

Disponibilidad teórica

$$D=To/(To+Tp)$$

Donde:

To = tiempo total de operación

$T_p$  = tiempo total de parada

Con esta fórmula podemos calcular la disponibilidad teórica de los camiones para la toma de decisiones.

Los periodos de tiempo nunca incluyen paradas planificadas, ya sea por mantenimientos planificados, o por paradas de producción, dado a que estas no son debidas a la falla del camión. Aunque la anterior es la definición natural de disponibilidad, se suele definir, de forma más practica a través de los tiempos medios entre fallos y de reparación.

### *3.1.1.6. Concepto de Fiabilidad en los Camiones.*

Es la probabilidad de que un camión desempeñe satisfactoriamente las funciones para lo que fue diseñado, durante el periodo de tiempo especificado y bajo las condiciones de operaciones dadas. El análisis de fallas constituye otra medida del desempeño de los sistemas, para ello se utiliza lo que denominamos la tasa de falla, por tanto, la media de tiempos entre fallas (TPEF) caracteriza la fiabilidad del camión. El tiempo promedio entre falla mide el tiempo promedio que es capaz de operar el camión a capacidad, sin interrupciones dentro de un periodo considerado de estudio.

Tiempo promedio entre fallas

(3.1)

$$TPEF = \frac{HROP}{\Sigma N FALLAS}$$

Donde:

HROP = Horas de operación.

NTFALLAS=Número de fallas detectadas

### 3.1.1.7. Concepto de mantenibilidad.

Es la probabilidad de que un equipo en estado de fallo, pueda ser reparado a una condición especificada en un periodo de tiempo dado, y usando unos recursos determinado. Por tanto, la media de tiempos de reparación (TPPR) caracteriza la mantenibilidad del equipo.

Tiempo promedio para reparar

(3.2)

$$TPPR = \frac{TTF}{\Sigma N FALLAS}$$

TTF = Tiempo Total de Fallas.

NTFALLAS = Número de fallas detectadas.

El tiempo promedio para reparación se relación entre el tiempo total de intervención correctiva y el número total de fallas detectadas, en el periodo observado. La relación existente entre el Tiempo Promedio Entre Fallas debe estar asociada con el cálculo del Tiempo Promedio Para la Reparación.

### 3.1.1.8. Indicador de mano de obra externa

El presente índice revela la relación entre los gastos totales de mano de obra externa como contratación eventual y/o gastos de mano de obra proporcional a los servicios de contratos permanentes, y la mano de obra total empleada en los servicios, durante el periodo considerado.

Indicador mano de obra externa.

(3.3)

$$CMOE = \frac{(TOTALIDAD) CMOC}{(TOTALIDAD)(CMOC + CMOP)}$$

Donde:

CMOE= Costo de Mano de Obra Externa

CMOC= Costo de Mano de Obra Contratada

CMOP= Costo de Mano de Obra Permanente (Contratada-Directa).

### *3.1.1.9. Indicador de costos de mantenimientos preventivos por mantenimientos totales.*

Este indicador pone de manifiesto el grado de utilización de técnicas preventivas frente a las correctivas.

Indicador Costos preventivos vs Correctivos.

(3.4)

$$CPTC = \frac{CP}{CTM}$$

Donde:

CPTC= Costo de Mantenimiento Preventivo por Mantenimiento Totales

CP= Costo Preventivo

CTM= Costo Totales de Mantenimiento (Preventivo + Correctivo)

### *3.1.1.10. Diagnóstico de mantenimiento Inggepro Ltda y situación actual de los camiones.*

A continuación, se presenta la justificación para la elaboración del plan de mantenimiento preventivo por medio del diagnóstico del camión y el costo del servicio.

### 3.2. JUSTIFICACIÓN FINANCIERA

La obtención de repuestos en Inggepro Ltda toma un tiempo superior a 13 días debido a que sin una oportuna programación de mantenimiento no se pueden adquirir los repuestos en el extranjero que son necesarios para la reparación de los camiones.

Por todo lo anterior es necesario identificar los mantenimientos que se deben realizar y analizar los costos de estos en un tiempo prudente, en este caso se realizara el estudio del presupuesto identificando el costo de mantenimiento en un año para evitar contratiempos en lo que se refiere a la disponibilidad de los repuestos y así evitar que los camiones queden fuera de servicio.

La situación actual lleva a la empresa a perder dinero debido al tiempo fuera de operación del camión, a continuación, veremos a cuanto equivalen dichas pérdidas por día fuera de servicio de la misma incluyendo el salario del operador, con esto veremos qué tan importante y cuanto se gana aplicando un plan de mantenimiento preventivo para los camiones.

#### 3.1 Costo de operación de camiones Vactor.

ITEM	CAMIÓN	VALOR DE HORA DE CAMIÓN	HORAS DE TRABAJO	VALOR DEL OPERADOR POR HORA	TOTAL
1	VACTOR	\$ 37.500	8	\$ 2.916	\$ 323.328
2	VACTOR	\$ 37.500	8	\$ 2.916	\$ 323.328
3	VACTOR	\$ 37.500	8	\$ 2.916	\$ 323.328
4	VACTOR	\$ 37.500	8	\$ 2.916	\$ 323.328
5	VACTOR	\$ 37.500	8	\$ 2.916	\$ 323.328
6	VACTOR	\$ 37.500	8	\$ 2.916	\$ 323.328
7	VACTOR	\$ 37.500	8	\$ 2.916	\$ 323.328
<b>Total, Trabajo diario</b>					<b>\$ 2.263.296</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

La siguiente tabla nos indica las ganancias en 30 días de operación; este tiempo se obtiene aplicando el plan de mantenimiento.

### 3.2 Ganancias obtenidas.

TOTAL, TRABAJO DIARIO \$2.263.296
DIAS DE TRABAJO 30
GANANCIAS OBTENIDAS \$ 67.898.880

**Fuente:** Elaboración propia.

#### 3.2.1. PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Para planificar las tareas en el mantenimiento preventivo hay que, Inspeccionar, probar, verificar, cambiar, alinear, ajustar y lubricar.

Para esto hay que identificar los componentes a intervenir, motores, transmisiones, eje cardan, diferencial, sistema de frenos, sistema de dirección, sistema Eléctrico, sistema puertas, accesorios, equipo Vactor (Succión y limpieza) sistema completo, vidrios, ventanas y carrocería.

Para esto hay que definir los periodos de ejecución, clasificando tareas y agrupando actividades.

Se establece periodo de ejecución cada 20.000 Kilómetros para estandarizar el mantenimiento programado con los cambios de aceite. Identificar el ritmo de kilómetros por camiones, llevando el mantenimiento programado a kilómetros recorridos por mes.

#### 3.3 Frecuencia de cambio por mantenciones programadas

Ítem	Descripción	Actividad	kms de cambio
1	Filtro Aire (Modelos de camiones)	Cambiar	20000
2	Refrigerante	Rellenar o cambiar	20000
3	Aceite Motor	Cambiar y rellenar	20000
4	Filtro Aceite	Cambiar	20000
5	Filtro Petróleo	Cambiar	20000
6	Grasa	Engrasar	20000
7	Pulmones de aire	Revisar O cambiar	80000
8	Amortiguador (P.de Resorte)	Revisar O cambiar	80000
9	Correas	Revisar O cambiar	80000
10	Sellos	Cambiar	20000

11	Tensores	Revisar o cambiar	80000
12	Filtro Dirección	Cambiar	20000
13	Aceite Dirección	Rellenar o cambiar	20000
14	Grasa Masas Delanteras	Engrasar	20000
15	Aceite Hidráulico	Cambiar y rellenar	80000
16	Filtro Hidráulico	Cambiar	20000
17	Aceite Transmisión Automática	Rellenar o cambiar	80000
18	Aceite Transmisión Mecánica	Rellenar o cambiar	80000
19	Filtros Transmisión	Cambiar	20000
20	Aceite Diferencial	Rellenar o cambiar	80000
21	Diferencial	Ajustar	10000
22	Masas Traseras	Ajustar	10000
23	Válvula Motor	Ajustar	10000
24	O`ring Lápiz Inyectores	Cambiar	10000
25	Inyectores	Cambiar	80000
26	Borne Batería	Limpiar	10000
27	Radiador	Limpiar	10000
28	Aire acondicionado	Limpiar	10000
29	Cardanes traseros y delanteros	Engrasar	10000
30	Suspensión del asiento del operador	Engrasar y revisar	10000
31	Alternador	Revisar	10000
32	Motor de arranque	Revisar	10000
33	Tuerca de rueda	Revisar y apretar	10000
34	Neumáticos	Revisar Huella y presión	10000

**Fuente:** Elaboración propia.

### Identificación de Recursos para cada Tarea

Personal, procedimientos, tiempo, especialidad técnica, repuestos, otros insumos, equipos y herramientas.

#### Crear Actividades:

1. Cada actividad es clasificada y asociada a una orden de trabajo y contiene una o varias tareas de mantenimiento.
2. Asociar cada actividad a cada uno de los camiones Vector.

3. Asignar fecha inicial para cada una de las actividades del camión y para cada equipo.
4. Asignar periodos con que se ejecuta cada actividad por cada camión.
5. Imprimir las Órdenes de Trabajo para ser ejecutadas.
6. Coordinar la Disponibilidad de camiones en Fecha y Hora establecidas en programa.
7. Preparar Recursos necesarios ya definidos para ejecutar cada una de las tareas del Mantenimiento Programado y Preventivo, deben estar listos 24 Horas antes de la ejecución de los trabajos.

#### Ejecutar cada tarea:

Con persona especializada (técnicos, mecánicos) siguiendo los procedimientos e instructivos, ejecutando tarea en los tiempos establecidos, utilizando los recursos ya preparados y reportando la Disponibilidad de los camiones a supervisores de terreno.

#### Cierre Orden de Trabajo:

Se crean órdenes de trabajo y se solicitan repuestos para realizar tareas pendientes. Se genera información necesaria para el análisis de gestión del mantenimiento Preventivo. Se utilizan herramientas estadísticas (Excel), para definir estrategia y el tipo de mantenimiento preventivo. Se programa ejecución de las tareas que resultaron de la evaluación de cada Camión. Se toman acciones, se plantean nuevas estrategias y tipos de mantenimiento en caso que sea necesario o se mantiene un constante mejoramiento del proceso actual.

### **Planificación del Mantenimiento**

Para la realización y Planificación de las Mantenciones se utilizan planillas Excel, con contadores de kilometraje y horómetros, la cual se alimenta semanalmente de la base de datos del consumo de Diesel extraída por la página de Copec por camión y mensualmente se realiza una carta Gantt con Mantenimiento.

### Recepción del Camión que requiere Servicio de mantención.

- Orden de Trabajo Correctiva no Planificada. Este documento es emitido por el supervisor de terreno cuando un camión requiere reparación correctiva no planificada y es entregado al Mecánico de planta, junto con el camión afectado e individualizado. Para el caso de una asistencia en terreno, el supervisor de terreno emite la orden de trabajo correctiva para el mecánico, enviando los registros al día siguiente que serán entregadas a mantención para el ingreso al sistema “Excel”.
- Orden de trabajo programado. Este documento es solicitado por Área de mantención y emitido por el supervisor de terreno, según los kilometrajes recorridos del camión mediante estos se programan las mantenciones, solicitándolos a diario y semanalmente mediante e-mail. Con esta información el supervisor pone el camión a disposición del Área de Mantención, donde es recepcionado por el mecánico de planta.
- Orden de Trabajo Preventiva Planificada. Este documento es solicitado por el Área de Mantención y emitido por el supervisor de terreno, como consecuencia de la revisión periódica de componentes, piezas que sufren desgaste o fallas prematuras no programadas y revisiones técnicas. Con esta información el área de mantención planifica el cambio o la reparación y solicita diaria y semanalmente mediante e-mail, con lo cual el supervisor de terreno pone el camión a disposición del Área de Mantención donde es recepcionado por el mecánico de planta.
- Orden de Trabajo Taller Externo. Este documento es emitido por el Supervisor o Mecánico, solicitada por el Área Mantención cuando el camión llega con problemas graves como choques, vidrios y resortes, se ve imposibilitado para seguir circulando, es enviado a un Taller Externo para una reparación, previo ingreso a Taller de Mantención donde es recepcionado por el mecánico, para evaluar los daños.

### Inspección de ingreso.

Una vez que el camión es recepcionado en Taller, junto con el documento de ingreso el Mecánico de planta, designa al mecánico y eléctrico los cuales primeramente realizan el Check List, posteriormente informan la falla y determinan la reparación a realizar en el camión. Con ello se completa la Orden de Trabajo para la solicitud de repuestos y la autorización del gerente general, informando de la actividad que se desarrollara. En el caso de la mantención programada también se hace un Check List y de existir la evidencia de una reparación, dependiendo de la urgencia ésta se planifica o se realiza de inmediato dando origen a una OTC.

Cuando se trata de camiones que requieren de atención en Taller Externo, estos son revisados por mecánico de planta y gerente general y se completa la orden de trabajo Taller externo la con el trabajo e realizar. Posteriormente el camión es enviado a Taller Externo para ejecutar la reparación. El objetivo principal de esta revisión es evaluar en detalle los daños y presupuestar el costo.

### Comunicación interna:

Para efecto de mejor comunicación se mantiene un “libro de novedades” donde los supervisores, mecánicos y choferes ingresan información relevante para el siguiente turno. En forma diaria y semanalmente vía e-mail y publicación en diario mural se comunica al mecánico de mantención las tareas a realizar tanto mantenciones preventivas como programadas.

### Realización del servicio.

Una vez determinada la reparación a realizar, el trabajo es asignado por el Mecánico de planta o Eléctrico quién ejecutará la reparación, aplicando el Instructivo de trabajo que corresponda.

En ellos se describe, en lo relevante las actividades a realizar, las inspecciones de recepción en Taller (Check List) y las inspecciones en la entrega del servicio al administrador y gerente, tiempos utilizados.

### Asistencia en ruta:

En caso de una falla en terreno, mecánico es avisado vía teléfono por los supervisores de terreno para asistir al lugar.

En caso de terreno el mecánico determina la falla y comunica a los supervisores de terreno.

Para la asistencia en terreno, se repara el camión para que puede seguir operando en el terreno y así pueda volver al taller.

Enviar el camión al taller sin necesidad de reparación en terreno.

Avisar al supervisor para que llame una grúa, la cual retira el camión y la deja en el Taller Planta.

En caso de cualquier reparación, el mecánico aplica el Instructivo de trabajo que corresponda, registra los tiempos, repuestos e insumos gastados en la reparación terreno en la OT.

### Valorización del servicio y generación de estadísticas.

Todos los servicios ejecutados por el Área de Mantenimiento, controlados mediante OT, son valorizados en los documentos, en cuanto al consumo real de insumos entregados por Bodega diariamente. En el caso de la Horas Hombres estas se valorizan según el tiempo real utilizado a un valor promedio del mes anterior (Estos cálculos, al inicio se harán por Excel para luego incorporarlos en un futuro Software).

En el caso de los trabajos ejecutados por Terceros, son valorizados al momento de solicitar el servicio y a su recepción el Mecánico de planta revisa que los valores cobrados estén conformes con lo indicado en la OT.

Para estos efectos la OT cumple la función de Orden de Compra, en cuanto a especificación y valor del servicio o reparación.

### Control de Registros.

Todos los registros de Área de Mantenimiento son mantenidos por un periodo de 3 años aproximadamente y son responsabilidad de mantenimiento. Estos son las evidencias del desempeño del Área y son utilizados para el análisis estadístico de datos.

### Indicadores De Gestión

Los indicadores sirven para establecer el logro y el cumplimiento de la misión, objetivos, metas, programas de un determinado proceso, por esto podemos decir que son, ante todo, la información que agrega valor y no simplemente un dato, si no que corresponden a unidades de información que pueden incluir números, observaciones o cifras, pero si no están ligadas a contextos para su análisis carecen de sentido.

Con el fin de llevar a cabo un control del mantenimiento realizado a los camiones es necesario implementar los siguientes indicadores de gestión:

- Número de horas preventivas/mes: Control de intervenciones hechas y tiempo fuera de servicio mientras se efectúa la intervención para determinar la disponibilidad del camión Vector.
- Número de horas correctivos/mes: Para determinar qué tan frecuente se puede presentar una falla no contemplada, que haga que el camión Vector quede fuera de servicio.
- Valor correctivo/mes: Para determinar un presupuesto en reparaciones Mayores.
- Mantenimientos ejecutados/mantenimientos programador: Para verificar y controlar que se esté aplicando el plan de mantenimiento preventivo.
- Tiempo total de funcionamiento/número de fallas: Para calcular tiempo medio entre fallas, es literalmente el promedio de tiempo transcurrido entre una falla y la siguiente.
- Tiempo total de inactividad/número de fallas: Para calcular el tiempo medio de reparación.

### Registros y Solicitudes

En un plan de mantenimiento preventivo es de gran importancia utilizar check list, con el fin de llevar un registro escrito que facilite la actualización y realización de datos existentes en los camiones Vector.

Por otro lado, con la ejecución de este proyecto se pretenden implementar formatos que faciliten y ordenen los trabajos realizados en los camiones para registrarlos y así cumplir con la programación para cada camión Vector.

Se sugieren 5 formatos con el fin de controlar todas las intervenciones hechas en los camiones y también con el fin de supervisar los trabajos realizados por el personal contratado para así justificar su contratación.

## Lista de Chequeo

LISTA DE CHEQUEO					
CODIGO	VERSIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE REVISIÓN	FECHA DE APROBACIÓN	APROBADO POR
	1	jueves, 22 de junio de 2017			
INFORMACIÓN INICIAL					
FECHA		EQUIPO		NUMERO INTERNO	
CAMIÓN VACTOR		VEHICULOS		EQUIPOS	
<b>ESTADO:</b> BUENO(B) - MALO(M) - NO APLICA (NA)					
		OBSERVACIÓN			
				OBSERVACIÓN	
MOTOR	Nivel de aceite motor		EQUIPO VACTOR	Estado general E.Vactor	
	Nivel de agua parabrisas			Bombas	
	Nivel de agua radiador			Sellos	
	Correas			Fugas	
	Fugas			Otros	
	Bateria			Plumillas	
SISTEMA ELECTRICO	Luz de freno		CABINA	Vidrios laterales y posterior	
	Luz marcha retroceso			Espejos retrovisores	
	Luz patente			Puertas	
	Luces de estacionamiento			Cinturón de seguridad	
	Horómetro			Aire acondicionado	
	Alarma retroceso			Asientos	
	Manómetro			Tablero	
NEUMATICO	Neumaticos delanteros		LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN	Chasis	
	Neumáticos posteriores			Lubricación de graseras	
	Neumaticos de repuesto			Engranajes y cadena	
	Pernos y tuercas			Rodamientos y ejes	
	Presión aire neumatico			Sistemas moviles	
FRENOS	Nivel de liquido de frenos		VARIOS	Botiquin	
	Estado de frenos			Cuñas	
	Ajuste de pulmones			Conos	
SISTEMA HIDRAULICO	Nivel de aceite hidraulico		NIVEL COMBUSTIBLE	Aseo(Interior y exterior)	
	Mangueras hidraulicas			Radio AM/FM	
	Fugas			1/2	
	Bomba hidraulica			1/4	
	Tanque hidraulico			3/4	
EQUIPO ALTA PRESIÓN	Estado de Jet		REVISADO POR	Full	
	Mangueras			FIRMA	
	Sellos				
V°B°MECANICO DE PLANTA					

**Fuente:** Autores del proyecto

**Solicitud de Mantenimiento:**

SOLICITUD DE MANTENIMIENTO					
CODIGO	VERSION	FECHA DE ELABORACION	FECHA DE REVISION	FECHA DE APROBACION	APROBADO POR
INFORMACION INICIAL					
FECHA:		EQUIPO:		NUMERO INTERNO	
TRABAJOS A REALIZAR					
TALLER:					
AUTORIZA SUPERVISOR O ADMINISTRADOR:					

**Fuente:** Autores del proyecto



**Reporte de Mantenimiento:**

REPORTE DE MANTENIMIENTO DE CAMIÓN					
CODIGO	VERSIÓN	FECHA DE ELABORACION	FECHA DE REVISION	FECHA DE APROBACION	APROBADO POR
INFORMACION INICIAL					
FECHA DE INICIO:	HORA:	ID CAMION		KILOMETRAJE	
N° ORDEN		DESCRIPCION DE LA FALLA			
Operario			Tipo de Mtto	Preventivo	
				Correctivo	
				Predictivo	
DIAGNOSTICO DEL CAMION					
Fecha	Hora	Nombre Mecánico			
Tipo daño		Sistema electrico		Llantas	
		Mecanica motor		Sistema Hidraulico	
		Mecanica Suspensión		Frenos	
		Mecanica general		Equipo Vactor	
		Otros			
Descripción Diagnostico					
Descripción del Mantenimiento					
Trabajo Ejecutado					
Lista de Insumos y repuestos utilizados					
Responsable			V°B°		

**Fuente:** Autores del proyecto

**Formato de seguridad:**

SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL		Código:		
FORMATO PARA INSPECCIONES DE SEGURIDAD		Versión: 1		
Fecha Inspección:		Persona responsable:		
<b>CAMIÓN VACTOR</b>				
Camión:		Patento:	Kilometraje:	
CARACTERÍSTICA A INSPECCIONAR		SI	NO	N/A
CERTIFICADO REVISIÓN TÉCNICO MECÁNICA				
PLACAS				
CINTURÓN DE SEGURIDAD				
ESPEJOS (INTERIOR Y EXTERIORES)				
LUCES Y SISTEMA ELÉCTRICO				
LLANTAS				
ESTADO GENERAL DE LA PINTURA				
NIVEL ACEITE MOTOR				
NIVEL ACEITE HIDRÁULICO				
NIVEL AGUA Y REFRIGERANTE				
KIT DE CARRETERA				
BOTIQUÍN				
EXTINTOR				
<b>Observaciones:</b>				
Mecánico:		Firma del responsable:		

**Fuente:** Autores del proyecto

Con la aplicación del plan de mantenimiento preventivo se puede ganar en trabajo alrededor de 12 días de trabajo y además disminuir los costos por mantenimiento en un 48% del total del costo de mantenimiento, debido a que los repuestos se encuentran disponibles y los tiempos de operación incrementan al no forzar los repuestos hasta el día que fallen, es decir que si se cambian los repuestos oportunamente se pueden trabajar más días, evitando así que se presenten fallas que dejen fuera de servicio a los camiones y solo cesarían actividades el día que se programe mantenimiento.

Una vez de realizar todos los controles de mantención preventiva y minimizar o eliminar las mantenciones correctivas, tenemos que mantener stock de repuestos para las posibles mantenciones futuras y fallas, en este caso ver el historial de repuestos del año anterior y luego mantener un stock de repuestos críticos, que son los que se detallan en la tabla de frecuencia de cambio.

Al aplicar las mantenencias preventivas reducimos en costo de mantenimiento mensual de 10 millones de pesos que son correctivas y preventivas a \$5.200.000 del total del costo, los detalles de estos costos de reducción son los siguientes:

PROBLEMÁTICA EN LOS PROCESOS DE MANTENIMIENTO	EFEECTO	CAUSA	POSIBLE SOLUCIÓN	POSIBLE TIEMPO	VALOR
Mantenición Correctivas	Retraso de las mantenencias de los camiones VACTOR y reparaciones correctivas.	No cumplimiento de las metas establecidas por el cliente (se deja realizar limpieza de 280 Metros lineales diarias	Planes de mejora de mantenimientos preventivos y no correctivo	10 días detenido en camión mensual	Registra perdida de \$3.000.000 mensual
Repuestos	Retraso de las mantenencias de los camiones VACTOR y reparaciones correctivas.	No cumplimiento de las metas establecidas por el cliente (se deja realizar limpieza de 280 Metros lineales diarias	Planes de mejora de mantenimientos preventivos y no correctivo	6 días detenido en camión mensual	Registra perdida de \$1.800.000 mensual

**Fuente:** Autores del proyecto

Esto quiere decir que, al aplicar el mantenimiento preventivo y no correctivo, se reduce el costo mensual de mantenimientos que son afectados por los días de los camiones detenidos en \$4.800.000 mensuales esto quiere decir que el costo total mensual será de \$5.200.000 al tener los camiones siempre operativos y en funcionamiento.

### 3.3. DESCRIPCIÓN VACTOR MODELO 2100.

Los sistemas funcionales de la Vactor 2100 dependen de las opciones y las capacidades del vehículo pedido. El vehículo ha sido diseñado especialmente para ofrecer una combinación de chorro de agua a presión alta y aspiración para trabajos en zonas y situaciones específicas. El sistema de agua, el sistema hidráulico y el sistema de aspiración trabajan juntos para proporcionar una máquina limpiadora poderosa.

#### **Sistema de agua**

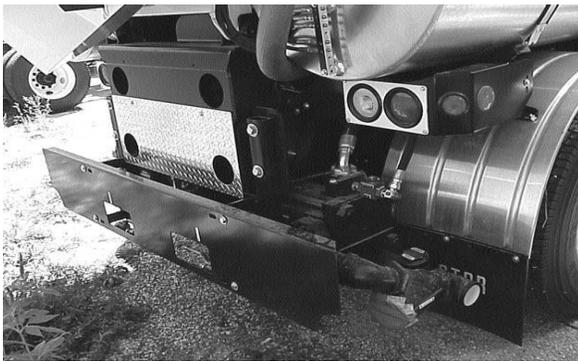
El sistema de agua de la Vactor 2100 se compone de tanques de agua, una bomba de limpieza impulsada hidráulicamente (Figura BD-1), un carrete de manguera de presión alta y una pistola para la limpieza. Otras opciones se describen en detalle en la sección Opciones de este manual.

#### **BOMBA DE AGUA JET-RODDER**

La bomba Jet-Rodder suministra un chorro de agua a presión para limpiar líneas de alcantarillado, sumideros, cámaras subterráneas, pozos y otras estructuras.

El efecto combinado del caudal de agua en gal/min (galones por minuto) o l/min (litros por minuto) y presión de agua en psi (libras por pulgada cuadrada) o bar, crea la fuerza de empuje. El empuje se utiliza para propulsar las boquillas apropiadas a través de las líneas de alcantarillado para un efecto máximo de limpieza. Los desperdicios soltados por el movimiento de la boquilla y la presión del agua son empujados por la boquilla hacia la parte posterior y recogidos por el sistema de aspiración.

La bomba Jet-Rodder es una bomba de émbolo impulsada hidráulicamente y utiliza una relación de uno a uno del mando hidráulico al chorro de agua. La bomba se compone de un cilindro hidráulico, un cilindro de agua y un bloque rectificando a precisión para separar y regular la acción de bombeo. La bomba de émbolo sencillo y efecto doble se mueve lentamente en uno y otro sentido



3.1 Detrás de camión vector

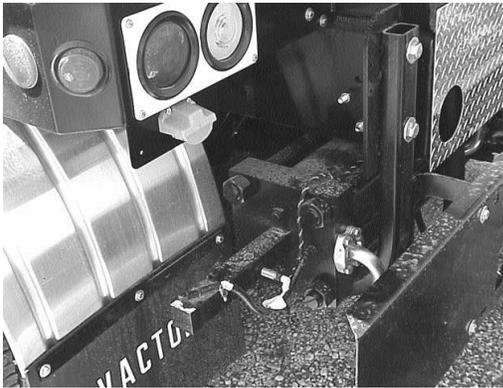


3.2 Sistema Jet

Un émbolo y sensor de proximidad que se encuentran en el extremo del cilindro hidráulico de la bomba Jet-Rodder proporcionan un medio para regular el sentido del recorrido del émbolo. El sensor envía un mensaje a un relé eléctrico, el cual activa una válvula de solenoide. La válvula de solenoide se monta en una válvula de control direccional y regula el caudal del aceite hidráulico entregado a la bomba de limpieza.

Los impulsos creados por el émbolo de la bomba crean un efecto de martillo que realza la capacidad de limpieza de la bomba Jet-Rodder. Un acumulador opcional reduce al mínimo los impulsos cuando no se necesita el efecto de martillo. Para más información, vea la sección Opciones de este manual.

La bomba de limpieza se hace funcionar en seco como parte normal de la preparación del sistema de agua para el invierno. La bomba está diseñada para funcionar en seco sin dañarse. Las bombas convencionales sufren daños graves si se las hace funcionar en seco. Un interruptor del tablero de control ubicado en el carrito delantero de manguera activa la bomba Jet-Rodder. Una válvula de bola ubicada junto al tablero de control regula el caudal del agua a presión de la bomba de limpieza



### 3.3 Bomba Jet - Rodder

#### TANQUES DE AGUA

Los tanques de agua se montan en los costados de la máquina, hacia la parte trasera. La capacidad del sistema de agua depende de las opciones incluidas con la máquina.

Los tanques de agua están conectados entre sí, lo cual permite llenarlos todos desde un solo punto. Para información adicional, vea Llenado de tanques de agua, en la sección Funcionamiento.



### 3.4 Estanque de llenado

## CARRETE DE MANGUERA

El carrete de manguera se monta en la parte delantera del vehículo). Muchos de los controles utilizados para controlar el equipo Vactor se montan en las partes delantera, laterales y trasera del carrete. La colocación de los controles en el carrete de manguera proporciona un punto seguro y cómodo para controlar el funcionamiento. Cuando se acciona el vehículo desde el carrete delantero de manguera, el vehículo se encuentra entre el operador y el tránsito que se aproxime por la parte trasera. La manguera es una manguera Jet-Rodder especial que debe ser lo suficientemente rígida para poder ser empujada dentro de un tubo, pero suficientemente flexible para doblarse según sea necesario, y con una superficie lisa que permita limpiarla fácilmente. La bomba Jet-Rodder suministra el chorro de agua a presión a través del carrete de manguera para efectuar las operaciones de limpieza.

Se utiliza un motor hidráulico, rueda dentada y cadena para desenrollar y enrollar la manguera en la zona de trabajo. Las boquillas conectadas al extremo de la manguera proporcionan la fuerza de propulsión y el chorro limpiador. Una válvula de control hidráulica en la parte delantera del carrete regula la rotación y velocidad del carrete.

El carrete de manguera estándar se inclina hacia adelante para poder abrir el capó del camión. Vea la sección Mantenimiento para más detalles en cuanto al procedimiento de inclinación del carrete de manguera. Se ofrecen varios carretes y accesorios para un mejor funcionamiento y control de la manguera. Para una mejor descripción de estos accesorios, vea la sección Opciones.



### 3.5 Mangueras

## Boquillas

Hay muchas boquillas disponibles para usarse con la máquina Vactor. Las descripciones dadas a continuación pueden usarse como guía para las diversas operaciones de limpieza.



### 3.6 Boquillas

#### Boquillas de uso general

15° Estas boquillas se usan para pendientes empinadas, líneas largas y para penetrar en obstrucciones. Proporcionan una fuerza de empuje de avance 50% superior a la de las boquillas de 30°.

30° La boquilla de treinta grados proporciona fuerzas de empuje y de impacto radial contra las paredes del tubo para soltar los desperdicios. Esta boquilla hace un mejor trabajo de limpieza que la boquilla de

15° debido a que los chorros de agua inciden directamente contra la pared en un punto más cercano a la boquilla.

#### Boquillas sanitarias

Las boquillas sanitarias tienen seis salidas de chorro hacia atrás y vienen en configuraciones de 15° y 30°

60306 15° Estas boquillas se usan para los trabajos de limpieza normales de líneas de 4 - 12 pulg (100 - 300 mm) y son útiles para soltar desperdicios en líneas más grandes y para trabajar en líneas largas.

58756 30° Se usan para trabajos de limpieza normales de líneas de 4 - 18 pulg (100 - 460 mm) y son útiles para limpiar grasa y otros desperdicios.



### 3.7 Boquillas sanitarias

#### **Boquillas penetradoras**

Las boquillas penetradoras tienen seis salidas de chorro hacia atrás y una salida de chorro hacia adelante y vienen en configuraciones de

15° y 30°

60308 15° Esta boquilla penetradora es útil para limpiar y despejar líneas obstruidas con arena y tierra depositadas en el fondo del tubo. Las boquillas se ofrecen en una variedad de capacidades de caudal (gal/min - l/min) y dan buenos resultados en tubos de 4 - 12 pulg (100 - 300 mm).

58927 30° Son útiles para limpiar y despejar líneas obstruidas

con grasa y otros materiales acumulados que se pegan a las paredes del tubo. Se ofrecen en una variedad de capacidades de caudal (gal/min - l/min) y dan buenos resultados en tubos de 4 pulg - 18 pulg (100 mm - 460 mm).

#### **Boquillas para arena**

Las boquillas para arena tienen seis salidas de chorro hacia atrás y dos salidas de chorro hacia adelante y vienen en configuraciones de 15° y 30°. Los chorros hacia adelante están angulados para deshacer las acumulaciones de arena. Los chorros traseros limpian y desplazan la arena

60307 15° La boquilla para arena es similar a la boquilla penetradora 60308, pero tiene un caudal de agua superior. Da buenos resultados en líneas de 4 -

12 pulg (100 - 300 mm). 58926 30° Es similar a la boquilla penetradora 58927, pero con un caudal de agua superior. Da buenos resultados en líneas de 4 - 18 pulg (100 - 460 mm).



### 3.8 Boquillas para arena

#### **PISTOLA**

La pistola se monta en el costado de la 2100 ó en cualquier ubicación que sea de fácil funcionamiento. La pistola puede

usarse para limpiar sumideros, eliminar materiales de las paredes de sumideros, añadir agua al material para facilitar su traslado, lavar la zona de la calle alrededor del sitio de trabajo y limpiar los retallos y escaleras dentro de los sumideros. La pistola estándar y su manguera normalmente se almacenan en las cajas de herramientas del

vehículo. Para las instrucciones del caso, vea Funcionamiento de la pistola, en la sección Funcionamiento. Se ofrece un carrete de manguera opcional que ayuda a enrollar la manguera de la pistola. Para más información en cuanto a los sistemas de pistola de presión alta y otros equipos opcionales, vea la sección Opciones de este manual.

#### **PRECAUCIÓN**

**Siempre oprima el gatillo de la pistola para purgar la presión antes de desconectarla de la conexión de agua a presión alta**

Una válvula de alivio se encuentra en la parte superior del tanque de agua o cerca del acoplador de conexión rápida de la pistola y se usa para liberar el exceso de presión. El sistema de pistola estándar tiene una presión máxima de funcionamiento de 700 psi (48 bar). Se ofrece un sistema de presión alta opcional para ciertas configuraciones específicas

## **SISTEMA HIDRÁULICO**

El sistema hidráulico proporciona aceite hidráulico a presión para accionar la bomba de agua, el carrete de la manguera, la pluma y otros accesorios hidráulicos.

### **Bomba hidráulica**

La bomba hidráulica principal (Figura BD-18) de la 2100 se monta en la parte trasera de la transmisión del camión y es impulsada por una caja de transferencia. Una TDF y un eje impulsor conectan la caja de transferencia con la transmisión del camión. La caja de transferencia también impulsa el soplador. Las capacidades de presión y volumen de la bomba dependen de las opciones y equipos instalados en la máquina. La bomba principal suministra aceite hidráulico a presión para accionar la pluma, la bomba de agua Jet-Rodder y los equipos hidráulicos opcionales. Para una mejor descripción de estos accesorios y opciones, vea la sección Opciones.

### **Bomba hidráulica de refuerzo**

Algunas unidades 2100 están provistas de una bomba hidráulica adicional que sirve para dos propósitos. Existen unidades equipadas con un motor del vehículo limitado a una aceleración máxima de 1800 rpm. Esto reduce el caudal de la bomba hidráulica principal. A la aceleración más baja, el sistema hidráulico principal no puede producir un caudal de agua de 80 gal/min (300 l/min) con una presión de 2500 psi (170 bar). La bomba de refuerzo proporciona la presión hidráulica adicional y el caudal necesarios para alcanzar 80 gal/min (300 l/min) con una presión de 2500 psi (170 bar). Dicha bomba también produce la presión hidráulica y el caudal necesarios para que funcionen el sistema recirculador y la pistola. Una válvula selectora, que se ubica en el tablero de control del lado del pasajero, activa la bomba hidráulica de refuerzo.

### **Depósito hidráulico**

El depósito hidráulico se encuentra entre la cabina del camión y la caja de desperdicios, debajo del soporte de la pluma. Hay mirillas de nivel de aceite en el costado del depósito que sirven para revisar el nivel de aceite hidráulico. Para los tipos y especificaciones del aceite hidráulico, vea la sección Mantenimiento.

## **PLUMA**

La pluma se usa para elevar y colocar el tubo de aspiración en posición en el sitio de trabajo. Se usan cilindros hidráulicos para elevar y girar la pluma. Los controles de la pluma se encuentran en el control colgante, el cual se enchufa en un receptáculo debajo del carrete delantero. Una palanca de control opcional puede colocarse en el tablero de control del carrete delantero. Las máquinas que están provistas de tubos de aspiración y plumas extensibles tienen cilindros hidráulicos montados en la pluma. El soporte de la pluma proporciona un lugar de apoyo para la pluma y un punto de montaje para la conexión del tubo de aspiración y la caja de desperdicios

## **SISTEMA DE ASPIRACIÓN**

El sistema de aspiración de Vactor ha sido diseñado especialmente para trabajar junto con la bomba de agua (de limpieza) para extraer los desperdicios de los desagües, tubos de alcantarilla y otras situaciones y colocar los materiales extraídos en la caja de desperdicios. La aspiración que se utiliza para mover el material la produce un soplador de desplazamiento positivo (DP). La aspiración provista por el soplador no constituye un sistema de vacío puro.

El traslado de los desperdicios a través del sistema depende del movimiento libre del aire y el sistema puede describirse como un "sistema de movimiento de aire" o "sistema de transporte por aire" El aire movido por el soplador recoge los desperdicios y el agua del sitio de trabajo y traslada el material a través de un tubo de aspiración hacia la caja de desperdicios. Debido al cambio en el volumen de aire en la caja de desperdicios, los desperdicios y el agua se depositan en la caja, mientras que el aire se extrae a través de los conductos de ventilación de la caja de desperdicios y un sistema de filtro hacia el soplador, el cual lo expulsa.

Si la boquilla de aspiración se obstruye, se reduce el traslado de desperdicios hacia la caja. Si la boquilla se sumerge completamente en el material, los desperdicios no se transportan a la caja de desperdicios. El traslado de materiales hacia la caja de desperdicios tiene relación directa con las restricciones en el sistema de aspiración. La tabla siguiente ilustra la relación entre las restricciones en el sistema y el traslado de materiales hacia la caja de desperdicios.

Utilice los procedimientos dados en la sección de funcionamiento para colocar la boquilla en posición correcta para evitar las restricciones.

### **AVISO**

Para el funcionamiento adecuado de las boquillas y los métodos utilizados para evitar o reducir las restricciones en la aspiración, vea la sección de Funcionamiento de boquillas de aspiración.

El sistema de aspiración está provisto de dos sistemas de válvulas de alivio que alivian la aspiración en el sistema de admisión si

el sistema o la boquilla se obstruye o restringe más allá de su capacidad. El operador puede activar una válvula de alivio accionada manualmente desde el tablero de control. El otro sistema de válvula de alivio utiliza válvulas Kunkle que se abren automáticamente cuando el sistema de aspiración se obstruye o restringe. Las válvulas Kunkle son esenciales para proteger el soplador cuando se restringe el aire de admisión. Las válvulas se ajustan en la fábrica para abrirse a aproximadamente 2 HG (pulgadas de mercurio) por debajo de la presión máxima de funcionamiento del sistema.

### **SISTEMA DE SOPLADOR DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO (DP)**

Se utiliza un soplador de desplazamiento positivo (DP) para producir el movimiento de aire necesario para transportar los desperdicios desde el sitio de trabajo hacia la caja de desperdicios. Un soplador de DP suministra un caudal relativamente constante, independientemente de los cambios de presión

Un soplador de desplazamiento positivo (DP) es una máquina que mueve un volumen relativamente constante de aire desde la entrada de la manguera de aspiración, pasando a través de la caja de desperdicios, hasta la lumbrera de descarga de aire. La corriente de aire que pasa por el dispositivo de DP no está comprimida; por

lo tanto, al soplador de DP no se le considera un compresor. La cantidad de aire que puede manejar un soplador de DP depende de la configuración de la caja y de las piezas giratorias.

Un silenciador instalado en la lumbrera de escape amortigua el aire a medida que éste escapa del soplador.

El motor del camión impulsa el soplador por medio de un eje impulsor y una caja de transferencia. La caja de transferencia también impulsa la bomba hidráulica principal. El control de engrane de la TDF se ubica en la cabina del camión. La velocidad del motor del camión está restringida al soplador individual que esté instalado. Consulte el tablero de control delantero para informarse sobre restricciones específicas de aceleración.

Un soplador de desplazamiento positivo es susceptible a daño causado por tierra y desperdicios. Un sistema de sedimentos de filtro y ciclón se utiliza para extraer tierra, polvo y desperdicios del torrente de aire. La acción de ciclón del separador deposita la tierra y los desperdicios en la base, los cuales pueden extraerse por medio de una puerta de acceso en la parte inferior del ciclón.

Un colador con malla de grado treinta se usa para extraer el polvo y tierra restantes del sistema de aire, antes de que el aire llegue al soplador.

### **CAJA DE DESPERDICIOS.**

El tubo de aspiración se extiende hasta dos tercios de la distancia hasta la parte trasera de la caja de desperdicios. Esta posición da más tiempo para que los desperdicios caigan en la caja antes de que el aire sea aspirado por los conductos.

El aire que transporta los desperdicios hacia la caja es aspirado por los conductos ubicados en la parte delantera superior de la caja de desperdicios. Después que los desperdicios han sido depositados en la caja, el aire continúa pasando por los conductos hacia el tubo de aspiración, ventilador o soplador y es expulsado. Las bolas flotantes protegen los conductos. Si la caja se llena con agua, las bolas flotantes obstruyen los conductos de aire para interrumpir la aspiración y reducir el riesgo de que se inunde el sistema de aspiración.

Una válvula de bola y un tubo de descarga se encuentran montados ya sea en el costado de la caja de desperdicios o en la puerta y pueden usarse para vaciar (decantar) el exceso de agua. Si se vacía el exceso de agua de la caja de desperdicios antes de vaciar la caja, se proporcionan condiciones más seguras para el transporte de los desperdicios a un sitio de descarga y se aligera la carga para ajustarse a las limitaciones de peso del vehículo.

Un medidor ubicado en el costado de la caja indica el nivel de materiales almacenados en la caja.

#### 4. CAPITULO IV: ANALISIS ECONOMICO Y FINANCIERO

Flujo de Caja Proyectado Aplicada la Mejora						
Flujo de caja	sep-17	oct-17	nov-17	dic-17	ene-18	feb-18
	\$ 12.258.341	\$ 14.518.602	\$ 13.658.685	\$ 14.096.835	\$ 12.006.612	\$ 12.104.186
	mar-18	abr-18	may-18	jun-18	jul-18	ago-18
\$ 14.021.588	\$ 14.617.933	\$ 13.249.677	\$ 13.711.939	\$ 14.623.601	\$ 12.564.279	

Una vez realizado el plan de mantenimiento preventivo y el análisis de costos en el capítulo anterior, se obtiene que se disminuirá en 48% el costo total del mantenimiento de la operatividad de los camiones Vector, para así entregar un buen servicio, esto se ve reflejado en el flujo de caja del año 2016, al proyectado que sea realizó para este estudio de mejora, es por esto que los cálculos reflejados en flujo de caja son evidente de poder aplicar una mejora en el plan de mantenimiento preventivo y disminuir los costos y aumentar la operatividad de los camiones, teniendo un beneficio para la empresa y mayor competitividad en el mercado.

Este flujo de caja proyectado al aplicar la mejora, se realizó en el mes de septiembre del año 2017 y esperando que los resultados sean utilidad para la empresa y mayor operación del servicio de los camiones vector.

#### **4.1. CONCLUSIÓN**

De acuerdo a los principios de la metodología de esta tesis se tienen las siguientes conclusiones:

Al Identificar todos los procesos clave de la empresa Inggepro Ltda, se evidencia un grado alto de participación, fuerza de apoyo e interés de poder lograr las mejoras necesarias que favorezcan esta mejora.

Es indudable la falta de capacitación de los trabajadores a la hora de identificar una falla que tenga el camión.

La falta de capacitación en los sistemas administrativos de mantenimiento tampoco le permite visualizar la existencia de los procedimientos de trabajo, se hace indispensable que todo el personal tome conocimiento de ellos en el menor tiempo posible, sin duda mejorará el actuar de cada uno.

Si bien es cierto se cuenta con un departamento mecánico, no es eficiente dado que no se internaliza que gran parte de ejecutar un buen trabajo es entregar un buen producto y de un alto estándar. La contratación de un supervisor mecánico se hace necesaria para mejorar la imagen con el cliente y entregar un buen servicio.

Las instalaciones de Inggepro Ltda son bastante amplias, sin embargo, se hace necesario remodelar el área de mantención mecánica, esto mejorar los tiempos de entrega de los camiones y así entregar un mejor servicio.

La falta de un inventario crítico y planificación es de real importancia para una mantención preventiva, el no tener claridad sobre lo que se tiene, puede llevar, a tomar malas decisiones, al momento de realizar mantenciones.

Con el 44% detectado como problema en los procesos claves en mantención, se tiene que del 100% del gasto total actual en el proceso de mantención, se disminuirá en 48% el gasto de mantención, esto quiere decir que de \$10.000.000 baja a \$5.200.000.

El análisis financiero efectuado permitió visualizar una mejora contundente, que, si se toma las medidas a la brevedad, se maximizarán las utilidades, que es lo principal del negocio.

## **5. REFERENCIAS**

Nassir Sapag Chaín, Proyectos de inversión Formulación y evaluación, segunda edición, Pearson Educación de Chile S.A, Chile, 2011.