

**DISEÑO DE UN MODELO DE MANTENIMIENTO COMO SERVICIO A
EMPRESAS QUE POSEAN EQUIPOS DE TRANSMISION DE POTENCIA
POR ASER DE COLOMBIA LTDA**



PROYECTO DE GRADO



**UNIVERSIDAD LIBRE DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA MECANICA**

**DISEÑO DE UN MODELO DE MANTENIMIENTO COMO SERVICIO A
EMPRESAS QUE POSEAN EQUIPOS DE TRANSMISION DE POTENCIA
POR ASER DE COLOMBIA LTDA**

REF. 709-865

ALEJANDRO BECERRA PADILLA

COD: 65990008

LUIS ARMANDO SUAREZ CANO

COD: 65990017



**UNIVERSIDAD LIBRE DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA MECANICA
BOGOTA D.C.
JULIO 2008**

**DISEÑO DE UN MODELO DE MANTENIMIENTO COMO
SERVICIO A EMPRESAS QUE POSEAN EQUIPOS DE
TRANSMISION DE POTENCIA**

REF. 709-865

ALEJANDRO BECERRA PADILLA COD: 65990008
LUIS ARMANDO SUAREZ CANO COD: 65990017

PROYECTO

Director
Ing. OMAR CANO ALONSO

UNIVERSIDAD LIBRE DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA MECANICA
BOGOTA DC.
JULIO 2008

Nota de aceptación.

Presidente del jurado.

Jurado.

Jurado

TABLA DE CONTENIDO

	Pag.
Glosario.....	14
Resumen.....	18
Abstract.....	19
TITULO	20

Error! No table of contents entries found.

Error! No table of contents entries found.

GLOSARIO

Acople hidráulico: Órgano de transmisión de potencia de compresión de aceite previsto para arranques graduales, sin producir choques y sin necesidad de sobredimensionar la potencia instalada.

Contactador: dispositivo con capacidad de cortar la corriente eléctrica de un receptor o instalación con la posibilidad de ser accionado a distancia, que tiene dos posiciones de funcionamiento: una estable o de reposo, cuando no recibe acción alguna por parte del circuito de mando y otra inestable, cuando actúa dicha acción.

Eficiencia: en un reductor de velocidad, esta determinada significativamente por la fricción en los engranajes y en los rodamientos. La eficiencia esta definida como la relación entre la potencia de salida del reductor P2 y la potencia de entrada P1, expresada en porcentaje.

Engranaje: mecanismo utilizado para transmitir potencia mecánica entre las distintas partes de una máquina. Un engranaje sirve para transmitir movimiento circular mediante contacto de ruedas dentadas. Una de las aplicaciones más importantes de los engranajes es la transmisión del movimiento desde el eje de una fuente de energía, como puede ser un motor de combustión interna o un motor eléctrico, hasta otro eje situado a cierta distancia y que ha de realizar un trabajo. De manera que una de las ruedas está conectada por la fuente de energía y es conocido como engranaje motor y la otra está conectada al eje que debe recibir el movimiento del eje motor y que se denomina engranaje conducido.¹ Si el sistema está compuesto de más de un par de ruedas dentadas, se denomina tren de engranajes.

Factor de servicio (fs): el factor de servicio **fs** tiene en cuenta las

distintas condiciones de funcionamiento (naturaleza y duración de la carga, frecuencia de arranque, entre otras) a las que puede ser sometido el reductor y que es necesario tener en cuenta para calcular el tamaño adecuado del mismo

Factor de temperatura (ft): en la selección de un reductor tipo sinfín corona, debe tenerse en cuenta la temperatura ambiente (cuando está es mayor o igual a 40 °C) y el tiempo de funcionamiento bajo carga por hora, a los que se esta sometido. El factor por temperatura ft tiene en cuenta dichas condiciones, permitiendo seleccionar el tamaño adecuado del reductor.

Lubricación: Suministro de una sustancia a un mecanismo para el mejoramiento de las condiciones de las piezas mediante propiedades químicas específicas que otorgan el grado de viscosidad del lubricante según el tipo de aplicación. La función principal de un lubricante es la de reducir la fricción cuando se enlazan dos elementos metálicos y a la vez la de mantener la temperatura de operación en un nivel aceptable.

Motor eléctrico: dispositivo rotativo que transforma energía eléctrica en energía mecánica, y biceversa, se utiliza mucho para proporcionar la energía motriz principal a maquinaria industrial.

Potencia: Es la cantidad de trabajo efectuado por unidad de tiempo. Esto es equivalente a la velocidad de cambio de energía en un sistema o al tiempo empleado en realizar un trabajo

Reductor: Sistema diseñado por medio de elementos mecánicos (engranajes) que reducen velocidad para magnificar torque según su aplicación requerida

Relación de reducción (i): En equipos de transmisión de potencia se define por el número de vueltas a la entrada de un equipo y el número de vueltas a la salida del mismo. Según la aplicación y el diseño de sus

diferentes fabricantes la relación de reducción se consigue por el número de dientes de sus ruedas conductoras y las ruedas conducidas (**equipos de piñonería helicoidal**) o el número de dientes de la corona y las entradas del eje sinfín (**equipos sinfín-corona**)

Rele: es un dispositivo electromecánico, que funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que por medio de un electroimán, se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes.

Retenedor: Elemento fabricados en caucho de altísima calidad y con diseños que le confieren al producto excelentes propiedades de sellado, estabilidad y duración.

Es una pieza de especial importancia en el motor o en cualquier máquina, en la que por su diseño se deba retener aceite, grasa o incluso aire, en los agujeros por los que salen ejes que giran o se deslizan para transmitir movimiento o potencia. En todos los casos, el sellado dinámico reviste singulares y complejas condiciones, haciendo que los sellos se conviertan en las piezas de mayor relevancia en el diseño y construcción de máquinas y motores.

Torque: es el resultado de aplicar una fuerza lineal en el extremo de un brazo o palanca, con el fin de vencer una carga de tipo rotacional. El brazo mencionado en transmisión de potencia, puede ser por ejemplo el radio de un piñón, de una rueda, de un tambor etc.

Tornillo sinfín: El sinfín siempre se conecta al eje motriz (eje conductor), del que obtiene el giro. Este eje suele estar movido por una manivela (para el accionamiento manual) o un motor eléctrico.

Temperatura: es un parámetro termodinámico del estado de un sistema que caracteriza el calor, o transferencia de energía.

La temperatura es una medida del calor o energía térmica de las

partículas en una sustancia. Como lo que medimos en su movimiento medio, la temperatura no depende del número de partículas en un objeto y por lo tanto no depende de su tamaño.

Termistor: es una resistencia eléctrica que varía su valor en función de la temperatura.

El termistor puede emplearse asimismo en el modo de "autocalentamiento" para detectar flujos de líquido o gas para analizar la composición de fluidos. En tales aplicaciones, el elemento de detección se halla directamente expuesto al flujo de fluido y la disipación de potencia en el termistor suministra una indicación de la velocidad de flujo o calor específico del medio de inmersión.

Heterodinación: Técnica, importada de la radiocomunicación que permite obtener sonidos audibles a partir de la combinación de tonos de alta frecuencia. Se emplean dos tonos de distinta frecuencia, de tal manera que la diferencia entre estas frecuencias quede en el margen audible, es decir, entre **20** y **20000 Hz**. Estos tonos sinusoidales se usan como entrada de un sistema no lineal que tenga como salida una combinación de tonos con frecuencia igual a la suma de múltiplos enteros de las frecuencias de entrada. De esta salida se selecciona la componente a la frecuencia deseada, que se amplifica y envía al altavoz.

Raquis: En la industria palmera es el rabillo que une la hoja con el tallo de la planta y generalmente es de consistencia leñosa y espinosa

RESUMEN

El propósito de este proyecto de grado es la de implementar para la industria nacional, que poseen equipos de transmisión de potencia, un modelo de mantenimiento que de confiabilidad para los diferentes procesos de producción.

La primera parte de este proyecto es la de clasificar los tipos y elementos que componen un sistema de transmisión de potencia; como segunda medida se establecen los elementos de medición necesarias para el diagnóstico de los equipos de transmisión de potencia que permitan calcular un valor de criticidad con criterios de evaluación ya desarrollados a fin de establecer programas de mantenimiento.

Recopilando toda la información técnica necesaria para cada equipo de transmisión de potencia y con ayuda adicional de los catálogos existentes de los fabricantes de estos equipos, se desarrollara una base de datos; para hacer un seguimiento estableciendo mediante el cálculo y según su aplicación que el equipo este en los rangos eficientes adecuados para una línea de producción **(tonelada/hora)**.

ABSTRACT.

The propose of this grade Project is implant for the national industry with equipment of potency transmission a model of maintenance that gives confidence for the different production processes.

The first of this Project is classify the types and elements that compose a power transmission system, of later, establish the necessary elements of measurement for the diagnosis of the equipment of power transmission that permit to calculate a value of criticism with critics of evaluation development for establish maintenance programs.

Compiling all the necessary technique information for each equipment of power transmission and with the additional help of the existing catalogs of the manufactures of the manufactures of this equipments it will be developed a data base for doing a following establishing by means of calculation and according to its application that the equipment is in adequate efficient ranks for a line of production (ton/hour).

**DISEÑO DE UN MODELÓ DE MANTENIMIENTO
COMO SERVICIO A EMPRESAS QUE POSEAN
EQUIPOS DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA POR
ASER DE COLOMBIA**

INTRODUCCIÓN.

En el actual desarrollo económico de la industria en general que operan en sus diferentes líneas de producción con equipos de transmisión de potencia, es necesario realizar un control estricto del estado en el que se encuentran estas maquinas en operación y en parada. Basándose en las necesidades de la industria Aser de Colombia LTDA pretende ofrecer e implementar un modelo de mantenimiento de estos equipos de transmisión de potencia, que les permita a los diferentes departamentos de mantenimiento facilidad para la programación de los mismos.

Desarrollando una base de datos se pretende caracterizar los equipos, sus elementos componentes y su aplicación; mediante un diagnostico y evaluación que se realizará con las herramientas de medición y variables establecidas, se calculará el valor de criticidad de cada uno de los equipos de transmisión de potencia a fin de clasificarlo según su estado, para así poder ejecutar programas de mantenimiento adecuados que permitan controlar las fallas que puedan alterar la producción en la línea.

La finalidad de este programa de mantenimiento es utilizar al máximo los recursos de Aser de Colombia Ltda; para ser aplicados en las diferentes industrias, optimizando los recursos de las mismas y mejorando la confiabilidad de la producción.

1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

Aser de Colombia ha detectado en las industrias a las que ha prestado su servicio, que estas no poseen un programa de mantenimiento especializado para equipos de transmisión de potencia ocasionando paradas no programadas por fallas súbitas presentadas.

Este problema da como resultado una baja en la productividad de las empresas, se detectó que no hay un stock de equipos, falta una base de datos para información y cálculos, la mano de obra que manejan en sus diferentes departamentos de mantenimiento no cuentan con la capacitación adecuada, existe una lentitud en la requisición de los repuestos. En algunos casos la selección de equipos para su respectiva aplicación se encuentra mal seleccionada, es decir, puede estar sobredimensionado o subdimensionado generando costos elevados por consumo de energía y una disminución de vida útil de operación del equipo según el diseño de su fabricante.

Las industrias que usan en sus líneas equipos de transmisión de potencia y que no cuentan con un programa de mantenimiento, debido a la falta de equipos de medición adecuados para determinar su balance dinámico de operación y que si posee **ASER DE COLOMBIA LTDA.**

2. JUSTIFICACIÓN.

Debido a las constantes paradas no programadas en las diferentes industrias que usan equipos de transmisión de potencia, surge la necesidad por parte de **ASER DE COLOMBIA LTDA** de implementar un modelo de mantenimiento para ofrecerlo como servicio, a fin de mejorar las necesidades de todos sus clientes y así abrirse más frente al mercado y la competencia.

Este servicio postventa incrementará las utilidades de la empresa creando una imagen de calidad y confiabilidad del desarrollo del modelo de mantenimiento que se pretende implementar en la industria colombiana.

3. OBJETIVOS.

3.1. OBJETIVO GENERAL.

Diseñar e implementar un modelo de mantenimiento como servicio a empresas que posean equipos de transmisión de potencia por **ASER DE COLOMBIA LTDA.**

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Desarrollar un diagnóstico del plan de mantenimiento actual: técnico y administrativo.
2. Crear y mejorar la documentación mínima necesaria acorde a las necesidades de la empresa.
3. Diseñar y proponer un plan de mantenimiento preventivo y proactivo, acorde a las proyecciones de la empresa.
4. Crear un plan de acción para la implementación, discriminando: recursos, talento humano, tiempo y presupuesto del plan propuesto.
5. Efectuar un estudio financiero que determine la viabilidad del proyecto.

4. HIPÓTESIS

Con el diseño de un modelo de mantenimiento programado para equipos de transmisión de potencia, **ASER DE COLOMBIA LTDA** busca satisfacer las necesidades de todos sus clientes mejorando la productividad de los mismos para así obtener mayor reconocimiento ante la industria.

5. ALCANCE.

El proyecto es un diseño de un modelo de mantenimiento como servicio a la industria que poseen equipos de transmisión de potencia, que tiene como objetivo determinar en sus diferentes líneas de producción la criticidad de sus equipos, identificar problemas de gestión, conocimiento técnico y de esta manera formular soluciones como alternativas o estrategias de mantenimiento programado a lo largo de cada una de las etapas de los procesos desarrollados antes, durante y después de la parada de un equipo.

Con la trayectoria que lleva Aser de Colombia Ltda, y el propósito que tiene a futuro para su crecimiento como empresa prestadora de servicios de mantenimiento, se pretende mostrar el modelo de mantenimiento a toda la industria nacional que tengan en sus líneas de producción equipos de transmisión de potencia.

Con el modelo de mantenimiento presentado en este proyecto de grado se pretende tomar una base fundamental a fin de ser optimizado a través del tiempo según las necesidades que surjan en la industria y apoyándonos con las nuevas herramientas tecnológicas, se capacitará adecuadamente al departamento técnico para los cambios que se presenten.

6. BENEFICIOS PARA LA ENTIDAD

- ✓ Mejor aprovechamiento de los recursos en las diferentes etapas de la empresa.
- ✓ Obtener un mayor reconocimiento en la industria a nivel nacional.
- ✓ Incrementar en Aser de Colombia Ltda, como empresa prestadora de servicio y a la industria colombiana su productividad, rendimiento y eficacia mutuamente.
- ✓ Mayor facilidad para implementar sistemas de gestión de mantenimiento y recibir a futuro la certificación ISO 9000.

7. MARCO DE REFERENCIA.

7.1. MARCO GEOGRÁFICO.

7.2. Macro localización.

El proyecto se elaborara para ser ofrecido a todo tipo de industrias nacionales que tengan implementados equipos de transmisión de potencia en sus líneas de producción.

7.3. Micro localización.

Para el desarrollo del proyecto se tendrá en cuenta la información adquirida y suministrada por la empresa **ASER DE COLOMBIA LTDA** ubicada en la carrera 65 No 74 A-16 barrio San Fernando en Bogota D.C.

8. MARCO TEÓRICO

8.1. Reductores de velocidad.

Definición. Es una maquina diseñada que esta compuesta por elementos metálicos llamados engranajes, que transmiten el movimiento entre dos ejes, siendo uno el eje de entrada que es accionado por un motor a altas revoluciones y otro el eje de salida que va acoplado a la maquina que gira a menores revoluciones, existiendo entre estos dos una multiplicación de torque y una disminución de la velocidad que depende de la relación de reducción con la que se fabrico el reductor.

Evolución. A finales del siglo antepasado comenzó la industrialización y se hizo necesario la fabricación de unidades reductoras cerradas para el accionamiento de grandes maquinas que requerían de unas características especificas de transmisión de potencia con el fin de garantizar un funcionamiento duradero y seguro.

Los primeros equipos que se fabricaron sobre pedido eran del tipo de engranajes rectos, generalmente sobredimensionados, que movían grandes molinos y eran accionados por vapor, lo que implicaba altas temperaturas de funcionamiento, principal causa de desgaste de los engranajes ya que no existía una buena lubricación.

Luego se comenzó la fabricación de grandes unidades de

motoreductores a 90° del tipo sinfín-corona, siendo los primeros ensayos realizados con materiales de las mismas características y obteniendo unidades de poca eficiencia y que generaban altos grados de temperatura, hasta que se llegó a la fabricación de un conjunto sinfín-corona de dos materiales diferentes. Este tipo de unidades fueron muy difundidas debido a que generaban un arranque suave con máquinas a plena carga.

Paralelamente se comenzó a tecnificar la fabricación de reductores de engranajes rectos hasta llegar a obtener los engranajes helicoidales los cuales generaban equipos más eficientes y pequeños, menos ruidosos y con una mejor lubricación.

Adicionalmente se crearon dispositivos como los acoples hidráulicos que suavizaron los arranques a plena carga evitando así daños en los reductores y motores.

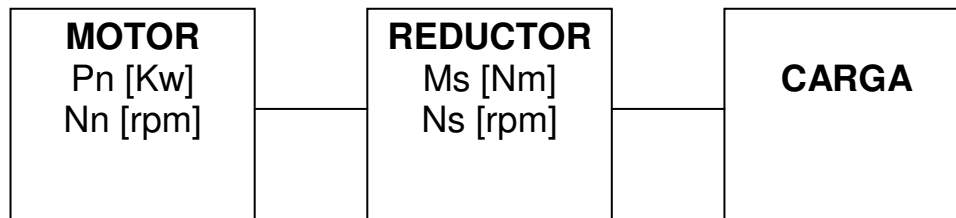
En la actualidad la electrónica se ha encargado de realizar este trabajo por medio de los variadores electrónicos de frecuencia.

8.1.1. ACCIONAMIENTO BÁSICO

El accionamiento básico en un reductor de velocidad está centrado en su relación de reducción y la potencia requerida para generar el trabajo necesario según su aplicación.

Adicionalmente los fabricantes de estos sistemas de transmisión de potencia utilizan para el diseño de estos equipos factores complementarios importantes como lo es el factor de servicio (fs) y el factor de temperatura (ft) que son necesarias según las condiciones

para las que se va a someter el equipo.



Gráfica No1 Accionamiento básico motorreductores

Esta relación de reducción es la razón existente entre la velocidad de entrada en el eje del reductor (n_1) y la velocidad de salida (n_2).

Siendo:

$$n_s = \frac{60 \times v}{\pi \times D} \times i_{et}$$

F = fuerza de resistencia [N]

$$M_s = \frac{F \times 9.550}{n_s}$$

V = Velocidad Lineal [m/s]

D = diámetro de la rueda o tambor [mm]

$$[i] = \frac{n_1 (Rpms)}{n_2 (Rpms)}$$

8.2. TIPOS DE REDUCTORES

Según tipo de engrane.

8.2.1. Engranajes rectos. El contacto inicial de los engranajes rectos es una línea recta que se extiende a lo largo de toda la cara del diente y es paralela al eje de transmisión. Son unidades de gran tamaño y baja eficiencia (90%). Cuando transmiten grandes torques a altas velocidades son bastante ruidosos, fenómeno que en la industria moderna es negativo debido a las normas ambientales que rigen los niveles máximos de decibeles admisibles para el hombre.

La vida útil es baja debido a la lubricación y al tipo de contacto, lo que

genera altas temperaturas que afectan los engranajes.

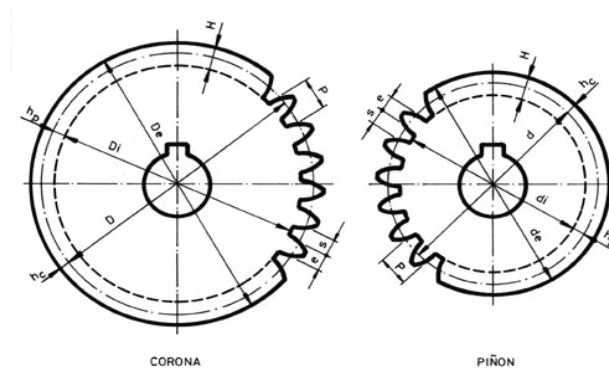


Foto 1: Engranaje de diente recto.

8.2.2. Engranajes helicoidales. El contacto de los dientes de los engranajes helicoidales es una línea, que es diagonal al eje de rotación lo que implica una mayor capacidad de transmitir cargas a altas revoluciones sin afectar el eje de rotación del engranaje, gracias a la descomposición de la fuerza en cargas radiales y axiales combinadas, que aumentan la eficiencia con respecto a los engranajes rectos, dependiendo del número de etapas de reducción (2% de disminución por etapa de reducción).

Cuando las cargas son elevadas se usan engranajes helicoidales dobles que equivalen a dos engranajes helicoidales de sesgo contrario montados a lado y lado del eje que dan origen a reacciones contrarias que anulan la carga axial generando de esta manera una eficiencia no menor al 98%.

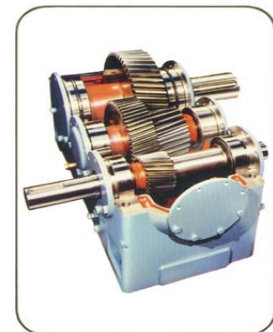


Foto 2: Reductor Engranaje helicoidal.

8.2.3. Engranajes cónicos-rectos. La disposición de los ejes es a 90° ;

el contacto inicial de los engranajes cónicos es una línea recta que se extiende a lo largo de toda la cara del diente y que forma un ángulo con respecto al eje de rotación, a la vez estas unidades son de gran tamaño y baja eficiencia (90%)

Cuando transmiten grandes torques a altas velocidades son bastante ruidosas.

La vida útil es baja por la lubricación y el tipo de contacto, lo que genera altas temperaturas que afectan los engranajes y partes de retención de la caja reductora.



Foto 3: Reductor de engrane tipo cónico recto.

8.2.4. Sinfín-Corona. La disposición de los ejes es a 90° ; el contacto que existe en este tipo de engranajes es de superficie, lo que genera un mayor rozamiento entre las dos partes en contacto ocasionando una menor eficiencia y una mayor generación de calor.

Esta eficiencia depende de la relación de reducción, del número de entradas del tornillo sinfín y de la velocidad de entrada del mismo. Cuando tenemos eficiencias menores del 50% estos equipos se convierten en autofrenantes (son utilizados para elevadores).



Foto 4. Reductores sinfín-corona

En la actualidad para mejorar las eficiencias se utilizan etapas de pre-reducción con engranajes helicoidales.

8.2.5. Según la disposición de los ejes.

8.2.5.1. Con ejes a 180°

- **Colineales:** Transmiten altos torques a altas y bajas revoluciones. El accionamiento con la maquina se realiza por medio de un acople o un sistema de transmisión. Estos equipos son competitivos en el mercado.

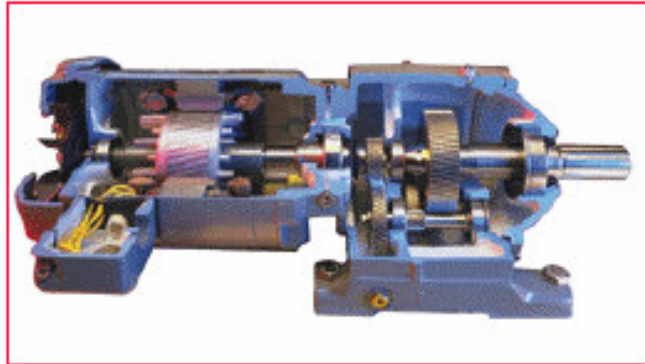


Foto 5. Motorreductor tipo colineal

- **Ejes paralelos.** Es importante tener en cuenta que por su construcción la distancia entre apoyos de los rodamientos se aumenta, lo que permite una mayor capacidad de torque y admitir mayor capacidad de cargas radiales y axiales con equipos de menor tamaño. Como dispositivos especiales que mejoran el anclaje y el funcionamiento del reductor están los brazos de reacción en el punto de apoyo que disminuya carga sobre rodamientos, dando de esta manera mayor duración de los mismos.



Foto 6. Motorreductor helicoidal de ejes paralelos

8.2.5.2. Con ejes a 90°

- **Coplanares:** Estos reductores se diseñaron de tal forma que el eje de entrada y de salida trabajan en la misma línea de acción.

Específicamente estos reductores son de piñonería y se utilizan por especificaciones de su posición de montaje.

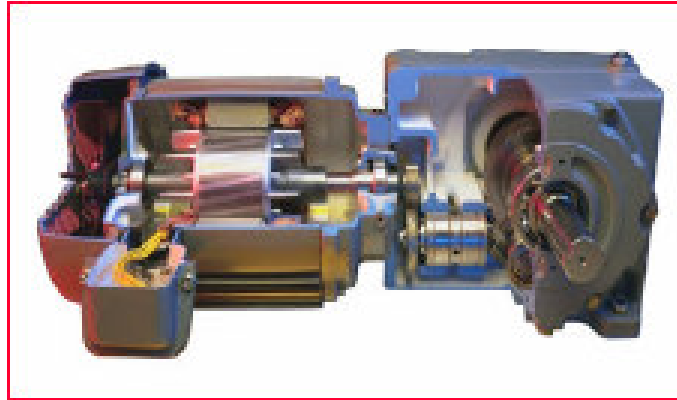


Foto 7. Motorreductor tipo coplanar

- **No coplanares:** Estos equipos se diseñaron de forma completamente contraria a los equipos coplanares ya que el campo de la línea de acción del eje de entrada y de salida no es la misma.

8.2.5.3. Otro tipo de reductores.

Reductores Pendulares: Equipos diseñados con uno o dos trenes de engranajes helicoidales logrando altas eficiencias entre 96 % y 98%. Los ejes de salida son dimensionados para altas solitudes y los rodamientos están calculados para una vida media aproximada de 25.000 horas, se utilizan rodamientos de bolas y de rodillos cónicos.

La lubricación se logra por la inmersión del baño de aceite de todos los elementos giratorios (engranajes y rodamientos) garantizando una buena hermeticidad de la carcasa.

Este tipo de reductor permite un montaje directo al eje de la maquina

accionada y se ofrecen con varios diámetros de aplicación en el eje de salida. El acoplamiento entre motor y reductor es por medio de poleas y correas en V, permitiendo un amplio rango de velocidades de salida de 4 a 350 RPM.

El equipo se ofrece con un brazo tensor ajustable para ser fijado a la estructura de la maquina.



Foto 8. Reductor tipo pendular

Reductores Planetarios. Presentan una estructura altamente compacta ya que estos reductores han sido construidos de tal forma que el motorreductor está conectado directamente antes del reductor. Se prescinde de acoplamientos, bridas intermedias y adaptadores que ocupan espacio.

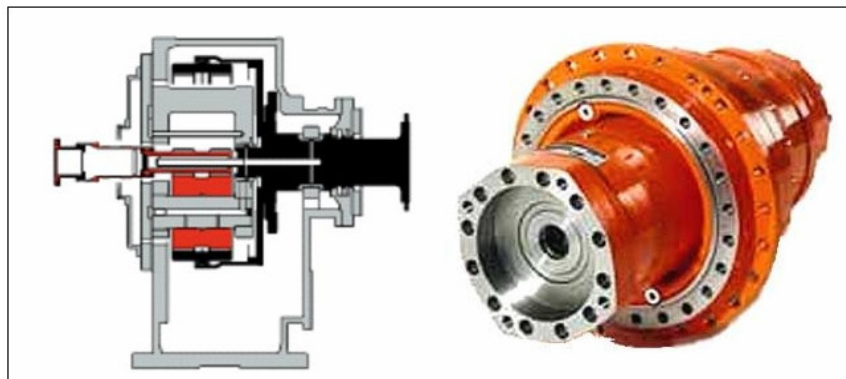


Foto 9. Reductor tipo Planetario

8.3. ELEMENTOS COMPONENTES DE UN REDUCTOR

8.3.1. Carcazas. Están fabricadas en fundición gris con durezas de 120 a 220 HB (brinell). Este material es de fácil maquinado lo cual es necesario para obtener superficies totalmente planas y de buenos acabados

8.3.2. Ejes de entrada y salida. Son fabricados con aceros al carbono tipo SAE 1045, con el cual se obtienen buenos acabados lo que nos garantiza buena retención en los ejes de entrada y salida. Adicionalmente éste material tiene las propiedades mecánicas necesarias para que los ejes resistan las cargas que son solicitadas a los reductores.

8.3.3. Retenedores. Es una parte importante en los reductores que pueden causar grandes dificultades y dolores de cabeza a los departamentos de mantenimiento, son fabricados en nitrilo o en vitón cuando se tienen altas temperaturas de funcionamiento (Norma DIN 3760).

8.3.4. Engranajes y ejes piñones. Son fabricados en aceros para cementación (SAE 8620) con durezas de 58 a 65 HRC. Luego de ser tratados térmicamente en un horno de atmósfera controlada, son sometidos a un proceso de rectificado que corrige las deformaciones térmicas del tratamiento, garantizando la dureza, el paralelismo, el ángulo de hélice y el perfil del diente de los engranes obteniendo de esta manera unidades de buena calidad con bajos niveles de ruidos y vibraciones.

8.3.5. Tornillo sinfín. Son fabricados en aceros al carbono tratados térmicamente con durezas entre 40-50 HRC. Luego de ser tratados térmicamente en un horno de atmósfera controlada, son sometidos a un proceso de rectificado que corrige las deformaciones del tratamiento, sin afectar la dureza y el flanco del trabajo, obteniendo de esta manera unidades de buena calidad con bajos niveles de ruidos y vibraciones.

Los sinfines pueden ser fabricados con una, dos, tres, cuatro, cinco entradas, lo que genera reductores mas rápidos y con mayores eficiencias.

8.3.6. Corona. Son fabricadas con anillos de bronce y núcleos en fundición para disminuir el peso de la corona y los costos de fabricación.

Es importante tener en cuenta que el bronce es un material que es resistente y compatible con el acero, siendo este autolubricante y disminuyendo notablemente la generación de calor

8.3.7. Chavetas. Las chavetas son fabricadas en acero SAE 1020 y tratadas térmicamente, para poder transmitir eficientemente el torque generado por el eje (norma DIN 6885).

8.3.8. Rodamientos y arandelas de ajuste. Los rodamientos soportan las fuerzas radiales y axiales de los ejes que se encuentran estandarizados por la norma DIN 625.

Las arandelas de ajuste que calibran las tolerancias y juegos entre los rodamientos y las tapas de los reductores se encuentran estandarizadas por la norma DIN 98.

8.4. MOTORES ELÉCTRICOS

8.4.1. DEFINICIÓN

Unidad eléctrica diseñada para proporcionar la energía motriz principal a maquinaria industrial; mediante la conversión de la potencia eléctrica en potencia mecánica



Foto 10. Motor eléctrico.

8.4.2. RÉGIMEN DE FUNCIONAMIENTO

La potencia nominal P_n se relaciona directamente con el factor de duración del ciclo de operación, los motores generalmente son diseñados para régimen continuo de operación S1, factor que indica que el motor adquiere el equilibrio térmico de operación en un solo ciclo con carga constante. En este caso la potencia nominal no se afecta por el régimen de carga.

El factor S2 de carga se presenta cuando se somete a un motor de carga y no trabaja el tiempo necesario en forma continua para alcanzar el equilibrio térmico, pero el tiempo de reposo si es suficiente para que el motor adquiriera una temperatura igual a la ambiente. Para estos

casos los factores que se deben tener en cuenta para determinar la potencia nominal son de 1.1 para tiempos de servicio de 60min, 1.2 para tiempos de servicio de 30min, y de 1.4 para periodos de servicio de 10min.

El factor de funcionamiento S3 se presenta cuando un motor trabaja en ciclo uniformes iguales entre los cuales existe un periodo de reposo que no es suficiente para llegar al equilibrio térmico.

En estos casos es necesario determinar un segundo factor que se denomina FACTOR DE DURACIÓN DEL CICLO ED, el cual se determina por la siguiente expresión para tiempos máximos de ciclo de 10min

$$ED = \frac{\sum \text{tiempos} - \text{carga}}{\text{tiempo} - \text{ciclo}} \times 100 [\%]$$

El calculo de este factor permite determinar el factor de corrección de la Pn, utilizando un factor de 1.1 para un ED60%, 1.15 para un ED40%, 1.3 para un ED25% y de 1.4 para un ED15%

8.4.3. CLASIFICACIÓN DE LOS MOTORES ELÉCTRICOS

8.4.3.1. Motores AC de Jaula de ardilla. Dentro de la familia de los motores de corriente alterna existen tres tipos de motores, los monofásicos, los polifásicos (trifásicos) y los universales (CA-CC).

Por otra parte dependiendo del sistema de arranque y de su diseño básico estos grupos se pueden subdividir en motores de inducción y motores síncronos. Los motores de inducción finalmente tienen dos categorías que corresponden a los motores de jaula de ardilla y los motores de rotor devanado.

Los motores de jaula de ardilla trifásicos se componen por un estator

devanado y laminado y por un rotor cilíndrico con núcleo de hierro. Son máquinas de velocidad constante que de acuerdo a su tamaño varían su capacidad de par de torsión, velocidad y corriente.

Con relación a los sistemas de transmisión de potencia los motores se convirtieron en el reemplazo de las transmisiones por medio de correas múltiples.

Luego aparecieron los sistemas neumáticos e hidráulicos que se aplicaron en muchos accionamientos, pero los motores cobraron especial importancia gracias a sus bajos costos, dimensiones reducidas, fácil instalación y mínimo mantenimiento.

8.4.3.2. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE UN MOTOR AC

8.4.3.2.1. Potencia eléctrica. La potencia eléctrica de un motor se mide en watts y corresponde a la relación que existe entre las propiedades físicas de un motor y su capacidad para absorber energía eléctrica.

Esta característica puede ser calculada utilizando la siguiente expresión:

$$P_{el} = \sqrt{3} \times U \times I \times \cos \phi = [W]$$

Donde:

P_{el} = Potencia eléctrica absorbida en watts

U = Tensión en la red en voltios

I = Corriente (Carga en amperios absorbida)

$\cos \Phi$ = Factor de potencia

8.4.3.2.2. Potencia mecánica. Una de las principales propiedades de un motor es la de transformar potencia eléctrica en potencia mecánica disponible en el eje de salida.

Para calcular esta potencia se puede utilizar la siguiente expresión:

$$P_s = \frac{P_{el} \times \eta}{1000} [Kw]$$

Donde:

P_s = potencia mecánica de salida en Kw.

P_{el} = potencia eléctrica en W.

η = eficiencia del motor.

Tanto la potencia eléctrica como la potencia mecánica varían en función de la carga siendo mejores en los motores grandes que en los motores pequeños.

Por otra parte es importante tener en cuenta que la potencia mecánica de un motor esta calculada y se logra en aplicaciones a 40°C y 1000m sobre el nivel del mar.

8.4.3.2.3. Velocidad sincrónica.

Los motores eléctricos pueden entregar una o dos velocidades fijas en el eje de salida, esta velocidad depende de la frecuencia que es el número de ciclos completos de corrientes por segundo de corriente alterna y el número de polos del motor así:

$$n_s = \frac{120 \times f}{N^\circ \text{ Polos}} [r.p.m]$$

Los motores cumplen con una curva característica de funcionamiento

dentro de la cual podemos destacar los siguientes elementos:

- Par de arranque: momento que se genera en el motor para vencer la inercia.
- Par máximo: momento que se presenta en el motor durante el proceso de estabilización
- Par nominal: momento del eje del motor nominal o de placa
- Momento de carga: capacidad en el eje del motor cuando llega a punto estable.

Existe una diferencia entre la velocidad sincrónica del motor y la velocidad real o efectiva, esta diferencia se denomina escurrimiento o deslizamiento y se rige por la siguiente expresión:

$$S_n = \frac{n_s - n_M}{n_s} \times 100\%$$

Los valores normales del deslizamiento pueden llegar a ser de un 10% en motores pequeños y a un 3% en los motores grandes así, la potencia del motor en la velocidad nominal siempre es menor que la potencia en la velocidad sincrónica.

8.4.3.2.4. Aislamiento. Los motores pueden tener diferentes tipos de aislamiento dependiendo de las características de los materiales utilizados en su fabricación y de la forma de impregnación del material aislante. De esta característica dependen la resistencia del motor para soportar el calor que se produce por efecto de la carga o régimen de trabajo (flujo eléctrico), la temperatura ambiente donde está ubicado el equipo y de la humedad a la que se puede estar sometido (DIN 50014) IEC 85. Teniendo en cuenta ABTN NBR-7094 podemos encontrar los siguientes tipos de aislamiento.

- Aislamiento clase B, temperatura máxima 130 °C
- Aislamiento clase F, temperatura máxima 155 °C

- Aislamiento clase H, temperatura máxima 180 °C

Estos valores son aplicaciones que estén dentro de lugares con máximo 40 °C de temperatura ambiente.

8.4.3.2.5. Arranques de un motor. El número de partidas o arranques puede llegar a ser determinante en la selección si la aplicación tiene un régimen de servicio muy exigente. Esta característica esta definida por la siguiente expresión.

$$Z = Z_0 \times K_j \times K_M \times K_P$$

Donde:

Z= Número máximo de arranques admisible

Z₀= Arranques por hora sin carga con 50%ED

K_j= Factor en función del momento externo de inercia

K_M= Factor en función del torque de la carga durante la aceleración

K_P= Factor en función de la potencia de salida, la potencia de operación y el factor del ciclo.

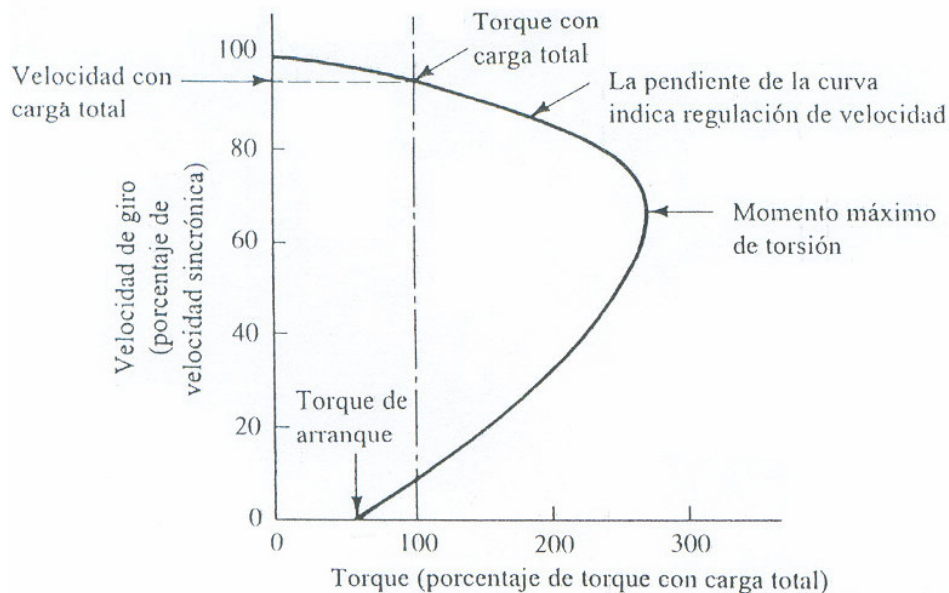
Esta formulación es muy importante cuando se va a utilizar freno electromagnético y cuando la aplicación por su alto número de paradas exige al máximo al motor aumentando su temperatura y por lo tanto afectando el aislamiento del mismo.

8.4.3.2.6. Rendimiento de motores de CA. El rendimiento de motores eléctricos por lo general se muestra en una grafica de velocidad contra torque, el eje vertical es la velocidad de giro del motor como porcentaje de la velocidad sincrónica. El eje horizontal es el torque que desarrolla el motor como porcentaje de la carga total o torque especificado. Cuando ejerce su torque con carga total, el motor opera a su velocidad con carga total y transmite la velocidad para la cual está especificado.

El torque en la parte inferior de la curva donde la velocidad es cero se denomina torque de arranque o torque con el rotor bloqueado. Es el torque disponible para poner en movimiento la carga en un principio e iniciar su aceleración. Este es uno de los parámetros más importantes en la selección de motores.

El punto máximo de la curva se denomina momento máximo de torsión y es el torque máximo que desarrolla el motor durante la aceleración. La pendiente de la curva velocidad/torque en la sección cercana al punto de operación con carga total es una indicación de regulación de velocidad. Una curva plana, con pendiente no muy pronunciada, indica buena regulación de velocidad con escasa variación de velocidad, conforme varía la carga. Por el contrario, una curva pronunciada, con pendiente pronunciada, es indicativo de una regulación deficiente de la velocidad, y el motor manifestará cambios considerables de velocidad conforme varía la carga. Tales motores originan una aceleración "suave", de una carga que puede representar una ventaja en algunas aplicaciones.

No obstante, donde se pretende que la velocidad sea constante, habrá que seleccionar un motor con buena regulación de la velocidad.



Gráfica No1. Forma general de una curva de rendimiento para motores

8.4.4. PROTECCIONES DEL MOTOR

Los motores pueden ser protegidos de la corriente, de la temperatura y de agentes externos.

8.4.4.1. Protecciones contra sobrecarga. La causa principal de la fallas en motores eléctricos es el sobrecalentamiento de las bobinas debido al exceso de corriente. Esta depende de la carga que se aplica al motor; desde luego, un corto circuito originara una corriente alta virtualmente instantánea cuyo nivel resulta perjudicial.

Los fusibles ofrecen protección contra cortocircuitos, no obstante es de vital importancia tener precaución en utilizar fusibles en motores. Un fusible contiene un elemento que se funde virtualmente cuando a través de él fluye un nivel particular de corriente, por consiguiente, se abre el circuito. Para reactivar el sistema es necesario cambiar el

fusible. En los circuitos de motores se requieren de fusibles de acción retardada o fusibles de acción lenta para evitar que se fundan cuando se enciende el motor, utilizando aquella corriente de arranque, relativamente baja, que es normal y no perjudicial. Una vez que el motor esta encendido, el fusible se fundirá cuando se presente un valor de corriente excesiva que se establece con antelación.

Los fusibles no son adecuados para motores más grandes o críticos porque brindan protección solo para un nivel único de corriente excesiva. El diseño de cada motor tiene una curva de sobrecalentamiento característico. Ello indica que el motor es capaz de soportar diferentes niveles de corriente excesiva durante lapsos distintos.

8.4.4.2. Protección de la temperatura. Los termistores son elementos semiconductores que tienen una resistencia óhmica variable con la temperatura y que en conjunto con un relé pueden abrir un circuito para proteger al motor de un calentamiento peligroso para el bobinado.

8.4.4.3. Protecciones mecánicas o de agentes externos. La protección mecánica de un motor se mide con su grado de encerramiento; que esta regulado por la norma EN60034-5 y regula el tamaño de las partículas sólidas y líquidas que en condiciones normales de operación pueden penetrar al interior del motor

8.5. MARCO CONCEPTUAL.

8.5.1. Mantenimiento correctivo: Se presenta cuando los trabajos de mantenimiento solo son realizados hasta cuando ocurre una falla en la máquina. En estos casos generalmente se presentan costos adicionales por daños secundarios producidos por la máquina que se suman a los altos costos derivados del correctivo por materiales, recursos humanos y que finalmente son mínimos comparados con las pérdidas de producción por la falta de planificación en la parada.

8.5.2. Mantenimiento preventivo: El mantenimiento preventivo se produce cuando una máquina o partes de una máquina son revisadas en su totalidad sin tener en cuenta el estado general de las mismas. Esta modalidad de mantenimiento es efectiva porque evita los costos adicionales y las paradas no programadas, pero no es el mejor debido a la necesidad de contar con un tiempo de parada alto y el costo de reemplazar algunas piezas que estén en buen estado junto con las piezas que presentan desgaste, fenómeno que es muy frecuente en el mantenimiento de los automóviles.

8.5.3. Mantenimiento predictivo: El control, supervisión o mantenimiento predictivo es el proceso de determinar el estado de una máquina en funcionamiento, lo que permite programar la reparación de la máquina antes de que se presente una falla.

Este tipo de mantenimiento aparte de eliminar los costos adicionales por una falla y de evitar pérdidas de producción, facilita la consecución de los repuestos necesarios con la debida anticipación y generalmente facilita garantizar la calidad de los trabajos de mantenimiento que

pueden ser ejecutados paralelamente a otros trabajos de mantenimiento importantes para los equipos.

Con relación al mantenimiento de los motores y motorreductores que intervienen dentro de los procesos de fabricación es de vital importancia implementar mecanismos que permitan garantizar su funcionamiento continuo con la mejor eficiencia posible.

Como se observa anteriormente el montaje exige especial cuidado y dentro del mantenimiento de los equipos intervienen algunos factores que son vitales para lograr los objetivos.

8.5.4. Factor de servicio. Es importante saber que el factor de servicio es un factor de seguridad de una maquina que tiene en cuenta los factores de diseño y trabajo que no fueron tomados en los cálculos iniciales de la maquina.

El factor de servicio surgió como la necesidad de sobredimensionar un mecanismo para poder resistir agentes externos como son las condiciones ambientales de carga y de fabricación de los elementos accionados, que no se tienen en cuenta en los cálculos de potencia y que pueden reducir la vida útil de un reductor.

Para una selección correcta se requiere el conocimiento exacto de las características de la maquina a manejar, para poder determinar el factor de servicio FB, considerando el número total de horas de trabajo por día de operación, el numero de paradas y arranques por hora, y la clasificación de la carga, la cual se puede determinar calculando el factor de aceleración de masas.

Fst= Fsnormal x Fs temp x Fs tiemp func

8.5.5. Factor de servicio normal. Esta se determinada por las condiciones de carga

Tipos de carga

- I. Uniforme con un factor de aceleración de masas < 0.2
- II. Moderada con un factor de aceleración de masas <0.3
- III. Fuerte con un factor de aceleración de masas <10

Estos tipos de carga se obtienen de la siguiente expresión

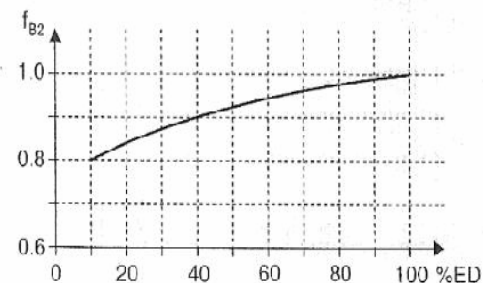
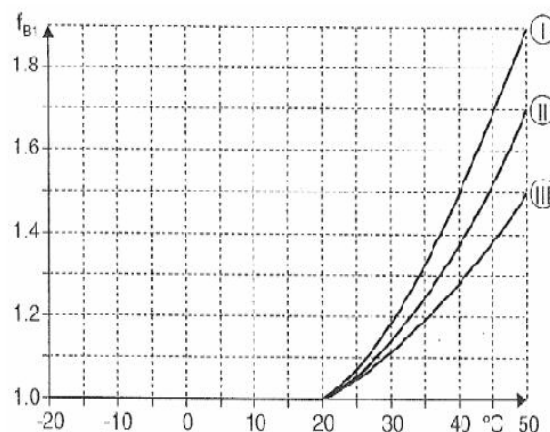
$$Factor_acelera_masas = \frac{\sum Momentos_inerencia_accionados}{momento_inerencia_motor}$$

Factor de servicio para reductores de piñonería helicoidal y cónico helicoidal. Factor de servicio por carga y servicio de funcionamiento. (Fb1)

En los casos en que se va a utilizar un equipo con piñonería, el factor de servicio depende del número de horas de funcionamiento por día, de la clasificación de la carga que va a ser accionada y del número de arranques por hora a la que se va a someter la carga.

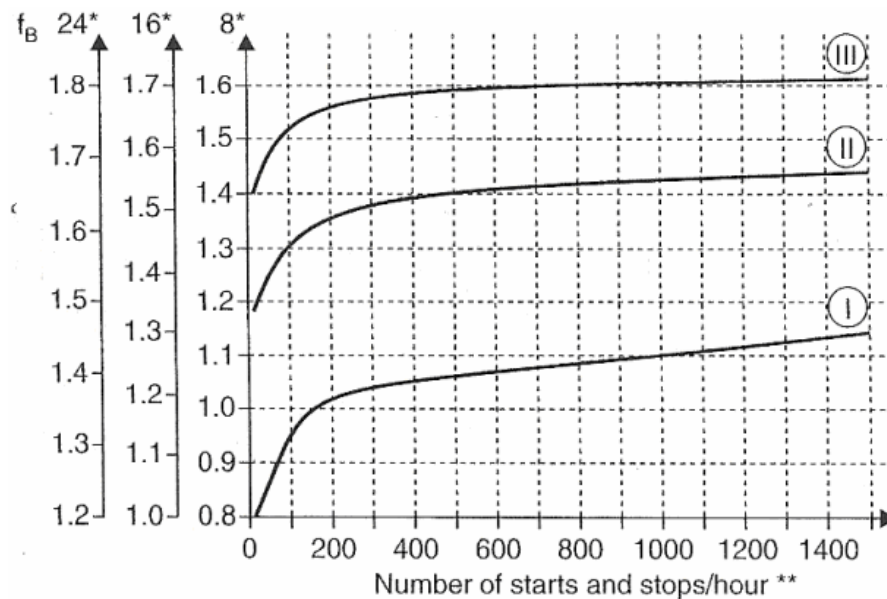
Así:

$$F_b = F_{b1}$$



Gráfica N°2. Factor de servicio reductores helicoidales

8.5.6. Factor de servicio para reductores tipo sinfín-corona: Para el caso de los equipos sinfín-corona el factor de servicio F_b es calculado teniendo en cuenta el factor anterior F_{b1} y los factores F_{b2} y F_{b3} por periodo de carga y temperatura ambiente.



Gráfica N°3. Factor de servicio reductores sinfín-corona

8.5.7. Factor f_{b2} por tiempo de carga: Conociendo el régimen de funcionamiento ED, que corresponde a la sumatoria de los tiempos con carga sobre el tiempo total de un ciclo de operación y el tipo de carga accionada se puede determinar el factor F_{b2} .

$$ED = \frac{\sum \text{Tiempos}_{\text{con}_{\text{carga}}}}{\text{tiempo}_{\text{ciclo}}}$$

8.5.8. Factor f_{b3} por temperatura de operación: Este factor está en función de la temperatura ambiente de operación y tiene como punto de partida 20°C, en el caso de temperaturas menores es necesario consultar con la fábrica.

8.6. EQUIPOS DE MEDICIÓN.

Se describe a continuación los equipos de medición necesarios para el diagnóstico y evaluación de los motores y motoredutores, que se van a evaluar en planta a fin establecer su estado de operación.

8.6.1. ESTETOSCOPIO ELECTRÓNICO TMST 2: Es un instrumento sensible de muy alta calidad e ideal para la determinación de existencia de problemas en los rodamientos, engranajes u otros componentes de la maquinaria por detección de ruido. Es un equipo ideal para detectar problemas en la maquina o rodamientos dañados.

El estetoscopio se compone de un auricular, dos ondas de diferente longitud equipado con sensor piezoeléctrico, un controlador de nivel de sonido y un CD demostrativos de sonidos.



Foto 11. Estetoscopio electrónico TMST2

8.6.2. SONDA ULTRASÓNICA INSPECTOR 400 CMIN 400-K: La sonda ultrasónica detecta los sonidos de alta frecuencia producidos por los equipos en funcionamiento. De forma electrónica traduce estas señales mediante un proceso de heterodinación, para serlas audibles.

De este modo, un técnico puede percibir estos sonidos a través de auriculares y observarlos en un indicador especificado en un grafico de barras en rojo de 10 segmentos como incrementos de intensidad.

Este sistema tiene una respuesta de frecuencia entre los 20-100 KHz.



Foto 12. Sonda ultrasónica inspector 400 cmin 400-K

8.6.3. TERMÓMETRO LÁSER MICRO TEMP CMMSS2020: el termómetro de rayo infrarrojo mide la temperatura de la superficie de un objeto el sistema óptico de la unidad detecta energía emitida, reflejada y transmitida, la cual es captada y enfocada hacia un detector, el sistema electrónico de la unidad convierte la información en una lectura de temperatura, la cual se muestra en la unidad. En unidades que cuentan con láser, este se usa exclusivamente con fines de señalamiento. El rango de temperaturas que maneja esta entre -30 grados centígrados y 900 grados centígrados, la precisión de la lectura $\pm 1\%$. Las mediciones de temperatura se dan en grados Celcius o Fahrenheit.



Foto 13. Termómetro láser micro temp cmmss2020

8.6.4. CONTROLADOR DEL ESTADO DEL ACEITE TMEH1: Mide el efecto de la contaminación y los cambios electroquímicos que ocurren en aceites basados en petróleo y sintéticos. Se ha desarrollado especialmente para aceites del motor pero también es adecuado para aceites de engranaje y de lubricación. El oilcheck es un instrumento portátil que ofrece una alternativa de dos minutos frente a las largas investigaciones del laboratorio el oilcheck detecta y mide la constante dieléctrica de un aceite. Al comparar las mediciones obtenidas de aceites utilizados y sin utilizar de la misma marca, el oilcheck de SKF es capaz de determinar el grado de cambio en la constante dieléctrica del aceite. El cambio dieléctrico está directamente relacionado con el nivel de degradación y contaminación del aceite de tal manera que nos sirve de ayuda para optimizar los intervalos entre los cambios de aceite, al detectar el desgaste mecánico aumentado, así como la pérdida de las propiedades lubricantes del aceite. Para facilitar el registro de las tendencias, el aparato está equipado con un indicador numérico.



Foto 14. Controlador del estado del aceite TmeH1

8.6.5. MEDIDOR DE VIBRACIONES PENPLUS SERIE CMVP: una monitorización de estado multiparámetro proporcionan dos métodos distintos para monitorizar el estado de la maquinaria. Esto permite la detección temprana de problemas específicos de la maquinaria y distintas formas de medir los cambios de estados de la misma; el medidor de vibraciones penplus es una herramienta de monitorización de vibraciones multiparámetro, capaz de medir las vibraciones globales causadas por los problemas mecánicos y estructurales de la máquina como desequilibrios, desalineaciones y piezas mecánicas sueltas. También es capaz de medir la acciones alta frecuencia dadas por los elementos rodantes de los rodamientos o por problemas de los engranajes. Una monitorización múltiparametro proporciona datos fiables y exactos que sirven de base para planificar el mantenimiento, así como para la detección temprana, la confirmación y seguimiento preciso de los fallos de los rodamientos y de la maquinaria.

El penplus mide vibraciones de baja frecuencia, según la normativa ISO 10816, de 10 Hz a 1 KHz, para comprobar el estado global de la máquina a la vez también emite una lectura de la envolvente de la aceleración, para la detección temprana de fallos en los rodamientos y engranajes.



Foto 15. Penplus y Maicrolog

8.6.6. ALINEADOR DE POLEAS TMEB2: Sistema diseñado por SKF para la alineación de equipos que utilizan transmisiones por poleas. Sus guías y sus potentes imanes permiten la instalación del alineador de poleas en las ranuras de la poleas con solo dos componentes una unidad emisora de láser y una unidad receptora, el alineador se instala fácil y rápidamente. La zona objetivo tridimensional de la unidad receptora permite una fácil detección de la desalineación, así como su naturaleza; tanto si es horizontal, vertical, paralela, o una combinación de las tres. Utilizando esta información precisa, el operario puede realizar fácilmente los ajustes apropiados hasta que la línea le coincida con la línea de referencia en la unidad receptora.



Foto 16. Alineador de poleas TMEB2

Es adecuado para una amplia gama de aplicaciones, ya que la distancia de aplicaciones máxima es de 6 metros.

8.6.7. ALINEADOR DE EJES SERIE TMEA: Este sistema ofrece un alto grado de precisión. Esta innovadora herramienta permite una alineación adecuada en tres pasos: medición, alineación y documentación. Primero realiza el estado actual de alineación de la máquina, alinee la maquina vertical y horizontalmente, documente y guarde los registros de la alineación. Estos tres pasos sencillos le permiten alinear ejes de manera fácil y efectiva, utilizando la avanzada tecnología láser.

Los niveles de burbuja le permiten un posicionamiento fácil y rápido de las unidades de medición, las mediciones se realizan en milímetros o en pulgadas.

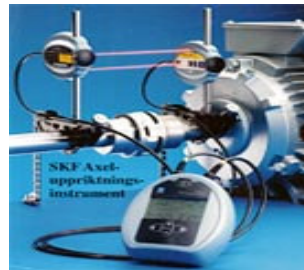


Foto 17. Alineador de ejes serie TMEA

8.6.8. TACÓMETRO LÁSER Y DE CONTACTO MULTIFUNCIONALES: Diseñados para medir la velocidad angular y lineal. Equipados con adaptadores de contacto y láser, los tacómetros ofrecen una versatilidad excelente para medir la velocidad en cinco modos diferentes.

Adicionalmente, su gran rango angular de más o menos 80 grados al objetivo, facilita una medición en aquellas áreas que no permiten un

acceso en línea recta. El sistema óptico láser permite una medición fácil y rápida a una distancia segura de las superficies rotativas.

Las unidades de medición se pueden calibrar en rpm, rps, m, ft o yds, por minuto o segundo.



Foto 18. Tacómetro láser y de contacto multifuncionales

8.6.9. PINZA VOLTIAMPERÍMETRICA:

Voltímetros Electrónicos:

Añaden un amplificador para proporcionar mayor impedancia de entrada (del orden de los 20 megaohmios) y mayor sensibilidad. Algunos modelos ofrecen medida de "verdadero valor eficaz" para corrientes alternas. Los que no miden el verdadero valor eficaz es por que miden el valor de pico a pico, y suponiendo que se trata de una señal sinusoidal perfecta, calculan el valor eficaz por medio de la siguiente fórmula:

$$V_{rms} = \frac{V_{pp}}{2 \cdot \sqrt{2}}$$

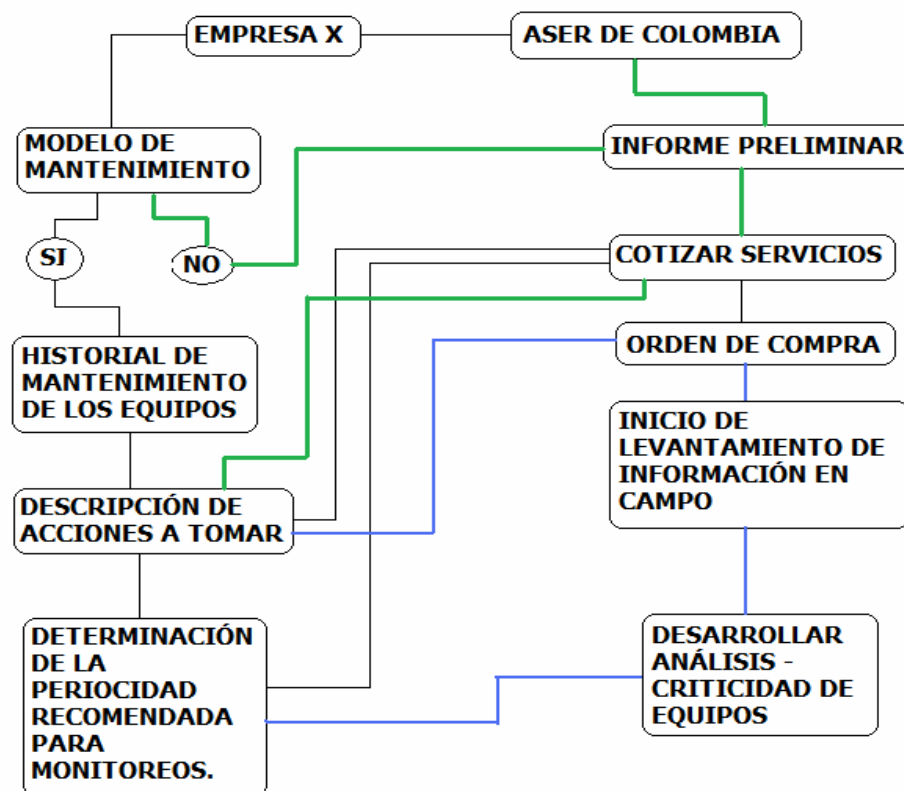
Para efectuar la medida de la diferencia de potencial el voltímetro ha de colocarse en paralelo, esto es, en derivación sobre los puntos entre los que tratamos de efectuar la medida. Esto nos lleva a que el voltímetro debe poseer una resistencia interna lo más alta posible, a fin de que no produzca un consumo apreciable, lo que daría lugar a una medida errónea de la tensión. Para ello, en el caso de instrumentos basados en los efectos electromagnéticos de la corriente eléctrica, estarán dotados de bobinas de hilo muy fino y con muchas espiras, con lo que con poca intensidad de corriente a través del aparato se consigue la fuerza necesaria para el desplazamiento de la aguja indicadora



Foto 19. Pinza voltiamperimetrica

9. MARCO METODOLÓGICO.

9.1. PLAN DE ACCIÓN DE IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO DE MANTENIMIENTO



Gráfica n°4. Diagrama de flujo plan de acción de implementación del modelo de mantenimiento

Establecer inicialmente si a la empresa a la que se le esta ofreciendo el servicio posee en la actualidad un tipo de mantenimiento programado. Si lo poseen entonces se les ofrece el servicio de monitoreo, entregando informe del estado actual de los equipos con la periodicidad recomendada para ellos.

Si no poseen ningún tipo de mantenimiento programado se realiza un muestreo de diagnóstico de equipos en la línea crítica proporcionada por ellos, del total de los equipos de la planta un 20% de sus equipos de transmisión. Se entrega un informe preliminar del muestreo, se cotiza los servicios a realizar en sus líneas y ellos toman la decisión de las acciones a tomar.

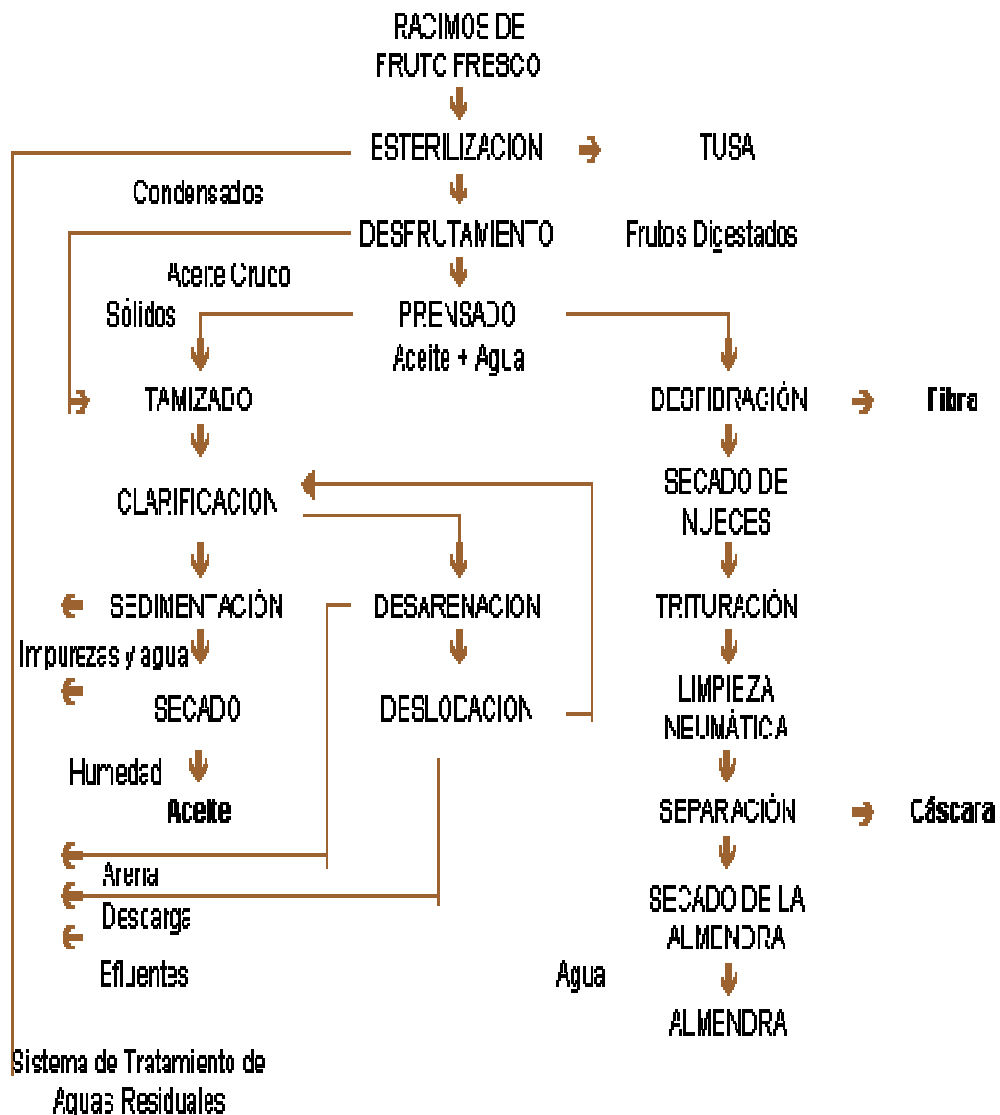
Una vez centralizado el modelo de mantenimiento por Aser de Colombia y la empresa aceptando los servicios se inicia con el levantamiento de información en campo de los equipos de transmisión de potencia, se desarrolla el análisis de la criticidad de los equipos y se determina la periodicidad recomendada para los monitoreos de los equipos de transmisión de potencia entregando informes de los equipos.

9.1.1. Ejemplo de aplicación del modelo de mantenimiento

Empresa: Planta extractora de aceite

Ubicación: San Carlos de Guaroa Departamento del Meta

Diagrama de Flujo:



Gráfica No 5 diagrama de flujo planta extractora

Fuente: planta extractora

9.1.1.1. Diagnóstico del plan de mantenimiento.

- No se llevaba un modelo de mantenimiento programado.
- La lubricación de los equipos no era la adecuada ya que se usaba un aceite con un grado de viscosidad muy alta y los intervalos de tiempo no eran los recomendados por el fabricante, generando que los equipos en plena operación de carga elevaran críticamente su temperatura, obligando a los operarios de la planta a apagar estos equipos esperando a que se estabilizaran nuevamente.
- No se tenía una base de datos donde documentara sobre las especificaciones técnicas de cada equipo instalado en la planta.
- Cuando se generada una falla en los ejes de los equipos motorreductores, la reconstrucción o fabricación de estas piezas no se hacían bajo plano de ajustes y tolerancias.
- Con el análisis realizado y la implementación del modelo de mantenimiento se determinó que la selección de los equipos en algunas de las aplicaciones de la planta no era el adecuado ya que con un análisis causa raíz (ACR) estos equipos se encontraban subdimensionados o sobredimensionados.
- Algunos de estos equipos de transmisión de potencia ya habían cumplido con su vida útil de operación.

Proceso de extracción:

1. RECEPCIÓN DE FRUTO.

Esta conformado por las tolvas de recepción de racimos de fruta fresca, son el primer equipo que se encuentra en las extractoras de aceite de palma africana. Sirve para entregar la fruta en las canastas ó góndolas para su esterilización, control y evaluación de la calidad del fruto recibido y a la vez para almacenar y tener listas la fruta para su utilización posterior.



**Foto 20. Recepción de fruto
Planta extractora**

2. ESTERILIZACIÓN.

Es la segunda etapa del proceso en la cual los racimos sufren una transformación. El correcto esterilizado de los racimos es fundamental para las etapas posteriores del proceso y en gran medida la Tasa de Extracción de aceite (TEA) depende de esta etapa.



**Foto 21. Esterilización
Planta extractora**

Los objetivos de la esterilización son:

Inactivar la enzima lipasa, responsable de la hidrólisis del aceite en ácidos grasos y glicerol (Desacelera la acidificación del fruto).

Secar el punto de unión de la fruta y el raquis para facilitar la separación en el desfrutado.

Ablanda el mesocarpio para permitir el rompimiento de las celdas que contienen el aceite, durante la digestión y el prensado.

Reduce el tamaño de la almendra dentro de la nuez lo que facilita su desprendimiento de la cáscara en el momento del rompimiento.

Coagula las proteínas y el material mucilaginoso para evitar la formación de emulsiones que impiden el clarificado del aceite.

Las condiciones necesarias para la esterilización son:

Presión de vapor de 45 PSI

Temperatura del vapor de 140 °C.

3. DESFRUTAMIENTO.

Es la sección en que el fruto después de cocido es desprendido del raquis mecánicamente mediante desgranador rotativo, para permitir su procesamiento posterior. La sección consta de dos elevadores puente grúas de volteo, dos alimentadores de racimos y dos desgranadoras.



**Foto 22. Desfrutamiento
Planta extractora**

4. DIGESTIÓN.

Digestor (Malaxador): Los digestores son cilindros compuestos por un eje vertical rotativo con brazos agitadores cuya función es: La fruta es maxilada ó macerada y calentada separándola del mesocarpio y rompiendo las celdas que contienen el aceite, preparándola para el paso siguiente que es el prensado.



**Foto 23. Digestión
Planta extractora**

Es esencial mantener el digestor lo más lleno posible, no solo para asegurar el máximo tiempo si no la mejor maxilación adicionados con un sistema de inyección directa de vapor ó camisas para mantener una temperatura de 90 a 95°C., para la eliminación del cemento péptico con un tiempo aproximado de 20 a 30 min. Dependiendo del tamaño del digestor.

5. PRENSADO.

Sección donde se extrae mecánicamente el aceite contenido en el mesocarpio.

El objetivo de esta etapa es romper, mediante calor y presión mecánicamente las celdas que contienen el aceite del mesocarpio. La presión aplicada debe ser tal que se extraiga la mayor cantidad de aceite y se minimice la rotura de nueces y almendras.



**Foto 24. Prensado
Planta extractora**

6. DESFIBRADO.

Está compuesto por el sinfín rompedor de torta el cual es un transportador de paletas que se ha diseñado especialmente para lograr una separación efectiva entre las nueces y las fibras que salen de las prensas mezcladas y comprimidas. El equipo logra esto por medio de sus paletas que actuando a gran velocidad como palas sacuden y desparraman la torta de fibras y nueces procedentes de las prensas en un trayecto largo. Separándola y preparando la fibra para su utilización posterior como combustible y las nueces para ser procesadas.



**Foto 25. Desfibrado
Planta extractora**

7. CLARIFICACIÓN.

El aceite crudo extraído del mesocarpio por prensado contiene cantidades variables de impureza de material vegetal, parte de las cuales se presentan como sólidos insolubles y partes disueltos en el agua que contiene el aceite.

Tanto el agua como las impurezas deben removerse, lo que se logra mediante la clarificación.



**Foto 26. Clarificación
Planta extractora**

Está conformado por un tanque clarificador continuo de aceite y está diseñado para separar el aceite del agua y los sólidos con los cuales está mezclado, al salir del tanque de aceite crudo después del tamiz vibratorio, obrando en una forma continua. En este tanque es necesario tener una dilución adecuada para mejorar la decantación estática y una altura optima entre la salida del aceite clarificado y el lodo, para lograr un trabajo continuo y acelerado en la separación de aceite.

MÉTODOS DE CLARIFICACIÓN

El más común y el más importante es el sistema basado en la clarificación estática, por decantación en esta etapa se logra separar el 90% del aceite aproximadamente y la clarificación dinámica (por centrifugación) en esta etapa se requiere movimiento por fuerza centrifuga para obtener la separación, con una recuperación del 5% de aceite.

Clarificador: El fluido proveniente de las prensas (agua, aceite, lodos livianos y lodos pesados) llegan al clarificador mediante bombas y pasando por una columna precalentadora para incrementar la temperatura, facilitando la separación y posteriormente por un ciclón de alimentación que cumple la función de eliminar la turbulencia.

No se calienta el fluido directamente en el tanque para evitar la turbulencia.



**Foto 27. Clarificador
Planta extractora**

El aceite se alimenta en un punto por debajo de la capa de aceite a una distancia tal que se pueda alcanzar la separación en un tiempo relativamente rápido.

Los lodos tienden a arrastrar el aceite que queda ocluidos en ellos (atrapado). Para evitar estas pérdidas, el clarificador posee un sistema de fuerzas cortantes mediante paletas rotatorias con orificios los cuales “cortan” los lodos liberando el aceite ocluido. El clarificador también posee ángulos y paletas fijas que ayudan a cortar los lodos.

La capa de aceite se forma colocando la salida del aceite por encima de la salida de las aguas lodosas. Debido al principio de los vasos comunicantes, la diferencia de altura entre las salidas es igual a aproximadamente $1/8$ de la capa de aceite.

8. **PALMISTERÍA (Planta de Nueces)**

La última etapa de la Nuez, procedente del sistema de desfibrado donde en esta sección se le da el tratamiento de rompimiento de la Nuez mediante rompedores ó molinos (Ripper Mills) y la separación de almendras y cascarilla mediante un sistema de separación en seco o por hidrociclones, donde la almendra es depositada en silos acondicionados con corrientes de aire caliente para su secado y posterior envío al silo de almendra a granel donde es almacenada para su posterior despacho. El cuesco ó cascarilla es aprovechado en parte como combustible para las calderas para la generación de vapor y el resto utilizado en el mejoramiento de vías.



**Foto 28. Palmistería
Planta extractora**

Datos generales suministrados por Oleaginosas San Marcos

- Consumo promedio de la planta promedio 700 A 900 amperios/ 18kw/ por hora
- Precio del kW entre \$ 400 y \$ 500 pesos.
- Se producen 30000 toneladas al año; 14 toneladas por hora.
- El 60% de producción esta entre enero y junio y el 40% el resto del año
- En el 2004 la tonelada de fruta costaba \$ 35000 procesarla
- En el 2007 la tonelada costaba \$ 48000 procesarla
- En la planta se trabaja para el proceso.
- En el 2004 se utilizaban cinco galones semanales de aceite para niveles de los equipos ; hoy en dia no se hace ya que por mantenimientos no hay fugas y se están utilizando el aceite recomendado por el fabricante para cada equipo
- Del 2004 al 2008 el aumento de equipos a sido del 10%
- Las paradas súbitas que se tenían antes del 2004 eran entre cuatro a seis horas
- Se tenían que apagar los equipos en operación ya que por usar el lubricante no recomendado se elevaba críticamente las temperaturas
- El ahorro por la implementación del modelo de mantenimiento ha sido hasta del 50%

FLUJO DE CAJA

Datos para el cálculo del flujo de caja

- Flujo de caja antes de aplicar el modelo de mantenimiento

PLANTA EXTRACTORA- COSTOS GENERALES MANTENIMIENTO AÑO 2004

ITEM	DESCRIPCIÓN	Factura No:	V. TOTAL (\$)
1	MANTENIMIENTO MOTORREDUCTOR TAMBOR CLASIFICADOR N°1	1039	1.073.000
2	MANTENIMIENTO MOTORREDUCTOR DIGESTOR N°1	1104	5.182.743
3	MANTENIMIENTO MOTORREDUCTOR SINFIN TRANSPORTADOR DE FRUTA	1126	497.952
4	MANTENIMIENTO MOTORREDUCTOR TAMBOR CLASIFICADOR N°1	1127	484.140
5	MANTENIMIENTO MOTORREDUCTOR BANDA TRANSPORTADORA RAQUIS N°1	1128	665.418
6	ADAPTACION ACOPLES NUEVOS	1129	1.364.160
7	VALVULINA GRADO ISO VG140 PARA NIVEL DE EQUIPOS PLANTA	1130	7.089.736
		TOTAL	16.337.149

Tabla No 1 Cuadro de costo anual de mantenimiento de equipos de transmisión de potencia año 2004.

Fuente: Planta Extractora

	HORAS	COSTO(\$)
Producción Anual	6480	3175200000
Facturación de luz	6480	102060000
Perdidas por paradas súbitas	288	141120000

Tabla No 2 Cuadro de costos año 2004

Fuente: Autores del proyecto.

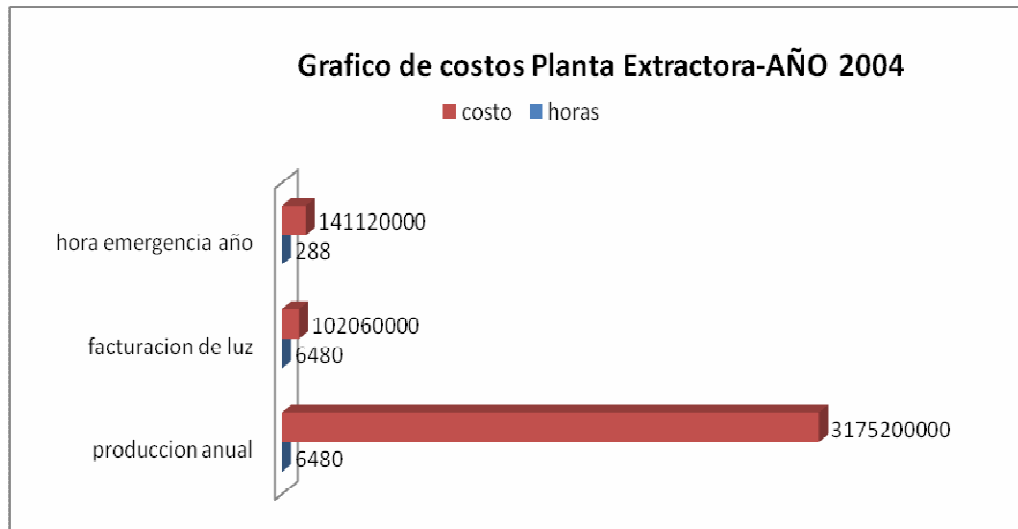


Gráfico No 6 costos planta extractora año 2004

Fuente: Autores del proyecto

En el gráfico se observa un costo de paros de emergencia alto ya que el programa de mantenimiento no esta funcionando correctamente, debido a que los elementos utilizados no son los adecuados como: el aceite de los motoredutores, los rodamientos utilizados y el subdimensionamiento de los equipos para el año 2004.

Flujo de caja después de aplicar el modelo de mantenimiento

PLANTA EXTRACTORA- COSTOS GENERALES MANTENIMIENTO AÑO 2005

ITEM	DESCRIPCIÓN	Factura Hor	V. TOTAL (\$)
1	MAN TENIMIENTO REDUCTOR TRANSPORTADOR DE ALMENDRA 1	1162	449.232
2	MAN TENIMIENTO REDUCTOR TRANSPORTADOR DE RAGLUIS 2	1163	449.232
3	ADAPTACION DE ACOPLES	1164	909.440
4	MAN TENIMIENTO SINFIN SECADOR	1227	1.129.376
5	MAN TENIMIENTO SINFIN SECADOR Y PRENSAS DE PALMISTERA	1228	4.234.835
6	MAN TENIMIENTO MOTOR DE 20 HP EN STOCK	1281	733.060
7	MAN TENIMIENTO REPUESTO TRANSPORTADOR DE CASCARILLA	1284	699.248
8	MAN TENIMIENTO REPUESTO SINFIN TRANSPORTADOR DE ALMENDRA	1285	680.340
9	MAN TENIMIENTO CINTA TRANSPORTADORA 2	1286	812.673
10	MAN TENIMIENTO MOTOR DE 24 HP EN STOCK	1287	748.490
11	MAN TENIMIENTO REDUCTOR TRANSPORTADOR DE FRUTA	1364	1.159.696
12	MAN TENIMIENTO MOTOR DE 3.6 HP A 1700 RPM EN STOCK	1365	357.767
13	MAN TENIMIENTO MOTOR TRANSPORTADOR DE FRUTA	1366	404.167
14	MAN TENIMIENTO REDUCTOR TAMBOR PULIDOR	1367	1.393.473
15	MAN TENIMIENTO MOTOR TAMBOR PULIDOR	1368	305.557
16	MAN TENIMIENTO REDUCTOR ELEVADOR NUECES A SILOS	1369	668.844
17	MAN TENIMIENTO MOTOR ELEVADOR NUECES A SILOS-	1370	238.009
18	MAN TENIMIENTO REDUCTO SINFIN TRANSPORTADOR AL ELEVADOR-	1371	628.277
19	ADAPTACION DE ACOPLES	1372	1.818.880
20	MAN TENIMIENTO MOTOR REDUCTOR DIGESTOR 1 -	1427	3.594.288
21	MAN TENIMIENTO REDUCTOR PRENSA 1 -	1428	5.860.622
22	MAN TENIMIENTO MOTOR PRENSA 1 -	1429	841.464
23	MAN TENIMIENTO MOTOR REDUCTOR DE REPUESTO CINTA TRANSPORTADORA 2	1714	1.022.688
24	MAN TENIMIENTO MOTOR REDUCTOR TAMBOR CLASIFICADOR N° 2 -	1715	951.667
25	MAN TENIMIENTO MOTOR REDUCTOR ELEVADOR DE ALMENDRA	1716	1.137.647
26	MAN TENIMIENTO MOTOR REDUCTOR	1717	552.972
27	MAN TENIMIENTO REDUCTOR SINFIN SECADOR-	1957	1.566.936
		TOTAL	33.349.360

Tabla No 3. Cuadro de costo anual de mantenimiento de equipos de transmisión de potencia año 2005.

Fuente: Planta Extractora.

	HORAS	COSTO(\$)
Producción Anual	6480	3447360000
Facturación de luz	6480	103615200
Paradas programas	144	76608000

Tabla No 4. Cuadro de costo año 2005

Fuente: autores del proyecto.

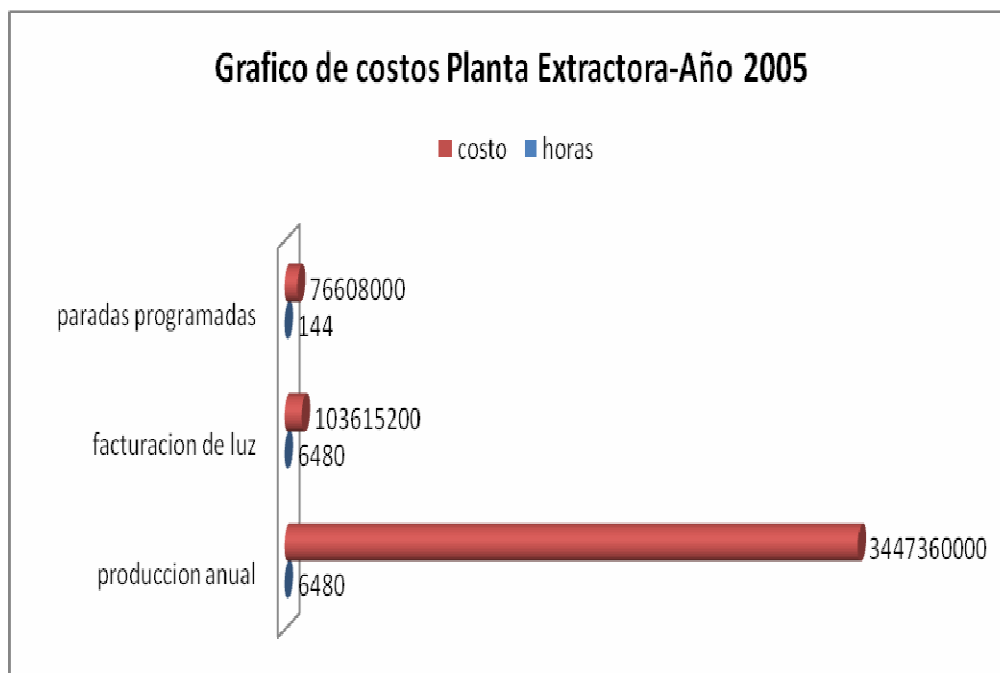


Gráfico No 7. costos planta extractora año 2005

Fuente: autores del proyecto

En el gráfico se observa un costo medio en las paradas no programadas ya que el programa de mantenimiento está en marcha funcionando correctamente, ya que los equipos no sufren tanto por el mantenimiento correctivo, sino se empieza a programar adecuadamente.

PLANTA EXTRACTORA-COITO GENERAL MANTENIMIENTO AÑO 2006. PAGINA 1

ITEM	DESCRIPCIÓN	Rotura No:	V. TOTAL (₺)
1	MANTENIMIENTO BOLLERA #1-REDUCTOR	2069	1.096.180
2	MANTENIMIENTO BOLLERA #1-MOTOR	2070	59.902
3	MANTENIMIENTO TRANSPORTADOR DE RAQUERAS MOTOR	2071	376.327
4	MANTENIMIENTO TRANSPORTADOR DE RAQUERAS REDUCTOR	2072	453.890
5	MANTENIMIENTO BIFIL DEBARRAJADORA-REDUCTOR	2073	789.728
6	MANTENIMIENTO BIFIL DEBARRAJADORA-MOTOR	2074	256.546
7	MANTENIMIENTO CINTA TRANSPORTADORA DE FRUTA-REDUCTOR	2075	815.480
8	MANTENIMIENTO CINTA TRANSPORTADORA DE FRUTA-MOTOR	2076	78.880
9	MANTENIMIENTO BARRA EVOLTER-MOTOR	2077	678.948
10	MANTENIMIENTO BARRA EVOLTER-REDUCTOR	2078	1.272.126
11	MANTENIMIENTO DEBARRAJADORA-MOTOR	2079	1.253.132
12	MANTENIMIENTO DEBARRAJADORA-REDUCTOR	2080	1.896.090
13	MANTENIMIENTO DEBARRAJADORA-MOTOR DE REPUESTO	2081	1.167.292
14	MANTENIMIENTO DEBARRAJADORA-ACCIONPLEHIDRAULICOMOTOR	2082	405.884
15	MOTOR GENERAL PLANTA	2083	854.400
16	MANTENIMIENTO BOLLERA DE CENIZAS-MOTOR	2223	164.314
17	MANTENIMIENTO ELEVADOR DE CALUMBRAS-REDUCTOR	2224	595.254
18	MANTENIMIENTO ELEVADOR DE FRUTO-REDUCTOR	2225	595.996
19	MANTENIMIENTO TRANSPORTADOR DE FIBRA-MOTOR REDUCTOR	2226	746.738
20	MANTENIMIENTO STOCK-MOTOR	2264	170.578
21	MANTENIMIENTO BIFIL ALMENDRA ELEVADOR-REDUCTOR	2265	852.020
22	MANTENIMIENTO ELEVADOR DE FRUTO-REDUCTOR	2266	1.131.928
23	MANTENIMIENTO BIFIL REPARTIDOR FIBRA CALIBRA-REDUCTOR	2267	2.154.352
24	MANTENIMIENTO ELEVADOR DE BUEY #2-REDUCTOR	2286	842.392
25	MANTENIMIENTO BOLLERA DE FIBRA-REDUCTOR	2287	1.191.320
26	MANTENIMIENTO BIFIL TRAMP. DE CALUMBRAS 1A ELEVADOR, BIFIL TRAMP. DEPART	2288	140.360
27	MANTENIMIENTO TRANSPORTADOR DE BUEY A ELEVADOR-REDUCTOR	2292	842.392
28	MANTENIMIENTO TRANSPORTADOR DE FIBRA-MOTOR REDUCTOR	2354	1.040.068
29	MANTENIMIENTO TRANSPORTADOR DE FIBRA A LA CALIBRA-MOTOR REDUCTOR	2355	1.041.622
30	MANTENIMIENTO TRANSPORTADOR DE RAQUERAS-MOTOR REDUCTOR	2356	788.800
31	MANTENIMIENTO PRENSA #4-MOTOR REDUCTOR	2357	2.157.600
32	MANTENIMIENTO DIEBRO R.#4-MOTOR REDUCTOR	2358	2.157.600
33	MANTENIMIENTO REDUCTOR EN STOCK	2359	685.376
34	MANTENIMIENTO ELEVADOR DE BUEY A BOLLERA-MOTOR REDUCTOR	2397	1.113.600
35	MANTENIMIENTO ELEVADOR DE CALUMBRAS-MOTOR REDUCTOR	2398	788.800
36	MANTENIMIENTO TRANSPORTADOR DE BUEY A CALIBRA-MOTOR REDUCTOR	2399	1.113.600
37	MANTENIMIENTO TAMBORES CLASIFICADOR-MOTOR REDUCTOR	2400	1.113.600
38	MANTENIMIENTO TAMBORES RECICLADOR-MOTOR REDUCTOR	2401	1.113.600
39	MANTENIMIENTO TAMBORES PULIDOR-MOTOR REDUCTOR	2402	1.113.600
40	JUBO DE PULIDO	2510	3.074.000
41	ACCION PLANTA DEBARRAJADORA	2511	3.085.600
42	MANTENIMIENTO PRENSA 2-MOTOR	2539	904.800
43	MANTENIMIENTO MOTOR EN STOCK	2540	375.840
44	MANTENIMIENTO PRENSA 3-MOTOR	2541	997.600
45	MANTENIMIENTO MOTOR EN STOCK	2542	395.560
46	MANTENIMIENTO ALMENDRA DE FRUTO-REDUCTOR	2543	684.400
47	MANTENIMIENTO MOTOR EN STOCK	2599	790.656
48	MANTENIMIENTO MOTOR EN STOCK	2600	915.936
49	MANTENIMIENTO MOTOR EN STOCK	2601	869.530
50	MANTENIMIENTO MOTOR EN STOCK	2602	1.363.068
51	MANTENIMIENTO BIFIL BARRA DE REDUCTOR DE FIBRA-REDUCTOR	2603	1.606.600
52	MANTENIMIENTO BIFIL BARRA DE BUEY #2-MOTOR REDUCTOR	2645	1.154.200
53	MANTENIMIENTO TRANSPORTADOR DE CASCARILLA-MOTOR REDUCTOR	2646	1.119.400
54	MANTENIMIENTO BIFIL ELEVADOR DE FRUTA-MOTOR REDUCTOR	2647	835.200
55	MANTENIMIENTO MOTOR EN STOCK	2648	345.680
56	MANTENIMIENTO MOTOR EN STOCK	2649	531.744
57	MANTENIMIENTO BOLLERA 1-MOTOR REDUCTOR	2650	1.125.000
58	MANTENIMIENTO TAMBORES DE BUEY A ROMPEDORA-REDUCTOR	2651	1.136.800
59	MANTENIMIENTO TRANSPORTADOR DE RETAMOS-MOTOR REDUCTOR	2652	951.200
60	MANTENIMIENTO TAMBORES DE BUEY A ROMPEDORA-MOTOR	2653	43.291,2
61	MANTENIMIENTO BIFIL TRANSPORTADOR DE BUEY 2-MOTOR REDUCTOR	2654	1.252.800
62	MANTENIMIENTO BOLLERA DE FIBRA-MOTOR REDUCTOR BUEY	2776	577.880,0
63	LUBRICACION MOTOR REDUCTOR	2847	1081,984,0
64	MANTENIMIENTO MOTOR EN STOCK	2848	1.053,512
65	MANTENIMIENTO DIEBRO R.3-MOTOR REDUCTOR	2865	3.669,60
66	MANTENIMIENTO MOTOR EN STOCK	2866	1.282,80
67	MANTENIMIENTO MOTOR EN STOCK	2867	1.689,60
68	MANTENIMIENTO CAJA PRENSA 2	2868	1.592,00
69	MANTENIMIENTO DIEBRO R.2-MOTOR REDUCTOR	2907	623.407,2
70	MANTENIMIENTO PRENSA 2-REDUCTOR	2908	3.227,120
71	MANTENIMIENTO PRENSA 2 Y PRENSA 3-REDUCTOR	2940	1.612,400
72	MANTENIMIENTO PRENSA 4-REDUCTOR	2971	7.514,920
73	MANTENIMIENTO BOLLERA DE CENIZAS-MOTOR REDUCTOR	2972	1.240,40
74	MANTENIMIENTO TRANSPORTADOR DE BUEY-MOTOR REDUCTOR	2973	1.697,776
75	MANTENIMIENTO BIFIL DEBARRAJADORA-MOTOR REDUCTOR	2974	7.669,92
76	MANTENIMIENTO BOMBAS PULTRIX	2975	1.252,800

Tabla No 5. Cuadro de costo anual de mantenimiento de equipos de transmisión de potencia año 2006. Fuente: Planta extractora.

	HORAS	COSTO(\$)
Producción Anual	6480	3810240000
Facturación de luz	6480	101088000
Paradas programadas	72	42336000

**Tabla No 6. Cuadro de costo año 2006
Fuente autores del proyecto.**

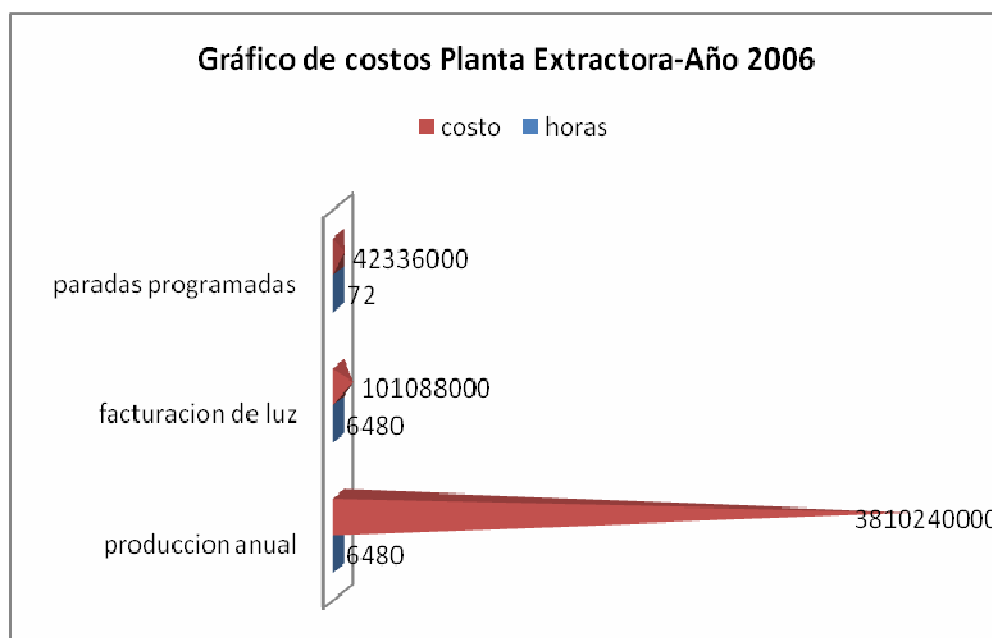


Gráfico No 8. costos planta extractora año 2006

Fuente: autores del proyecto

En el gráfico se observa un costo de paros de emergencia bajo ya que el programa de mantenimiento esta en marcha funcionando correctamente, los tiempos de paro de emergencia se reducen a la mitad con respecto al año anterior, el valor de la energía es considerable ya que los equipos estan en la carga apropiada según su operación efectiva de trabajo.

PLANTA EXTRACTORA- COSTOS GENERALES MANTENIMIENTO AÑO 2007

ITEM	DESCRIPCIÓN	Factura No:	V. TOTAL(\$)
1	MONITOREO MOTOR REDUCTORES	3156	1.392.000
2	MAN TENIMIENTO MOTOR STOCK PRENSAS 1 Y 2	3229	1.251.640
3	MAN TENIMIENTO MOTOR STOCK PRENSAS 3 Y 4	3230	1.273.680
4	PRENSA 2-REDUCTOR NUEVO	3232	17.284.000
5	MAN TENIMIENTO TRANSPORTADOR DE FRUTO REDUCTOR Y PFERREDUCTOR	3267	1.921.163
6	MAN TENIMIENTO PRENSA 3-REDUCTOR	3286	1.461.832
7	VENTILADOR CENIZAS MOTOR NUEVO	3287	5.317.440
8	PRENSA 2-ACOPLE	3288	4.616.800
9	SINFÍN SECADOR- MOTOR REDUCTOR NUEVO	3289	7.519.800
10	MAN TENIMIENTO BOMBA DE Lodos, BOMBA HIDROCLON, BOMBA TAMIZ- MOTORES	3341	2.187.180
11	MAN TENIMIENTO BOMBA ACEITE AL VACIO, BOMBA HIDRAULICA- MOTORES	3342	1.096.896
12	MONITOREO MOTOR REDUCTORES	3343	1.392.000
13	MAN TENIMIENTO BOMBA HIDRAULICA CILINDROS COMPUERTA	3372	667.409
14	TRANSMISIONES	3389	343.940
15	MAN TENIMIENTO ESCALAS 1 Y 2, ELEVADOR DE ALMENDRA MOTOR REDUCTORES	3390	10.764.800
16	MAN TENIMIENTO VENTILADOR ALMENDRA 2- MOTOR	3395	895.752
17	MAN TENIMIENTO DESGRANADORA MOTOR	3396	1.703.576
18	MAN TENIMIENTO BOMBA HIDRAULICA 1 Y 2- MOTOR	3410	697.698
19	MAN TENIMIENTO BOMBA TAMIZ 2- MOTOR	3411	954.264
20	MAN TENIMIENTO PRENSA 2 Y LUBRICACION EQUIPOS DE PLANTA	3448	4.381.320
21	TRANSMISIONES	3493	1.426.800
22	MAN TENIMIENTO MOTORES	3494	775.112
23	MAN TENIMIENTO BANDA DE RAQUIS REDUCTOR	3508	1.090.400
24	MAN TENIMIENTO ROMPEDORA 2- MOTOR	3509	578.608
25	MAN TENIMIENTO ROMPEDORA, MOTOR MONTAJE NUEVO	3510	603.200
26	MAN TENIMIENTO MOTORES ELECTRICOS	3629	2.072.466
27	MAN TENIMIENTO REDUCTOR	3630	1.147.507
28	MAN TENIMIENTO REDUCTOR	3631	1.261.616
		TOTAL	75.978.888

Tabla No 7. Cuadro de costo anual de mantenimiento de equipos de transmisión de potencia año 2007. Fuente: Planta Extractora.

	HORAS	COSTO(\$)
Producción Anual	6480	4354560000
Facturación de luz	6480	96811200
Paradas programas	10	6720000

Tabla No 8. Cuadro de costo año 2007
Fuente autores del proyecto

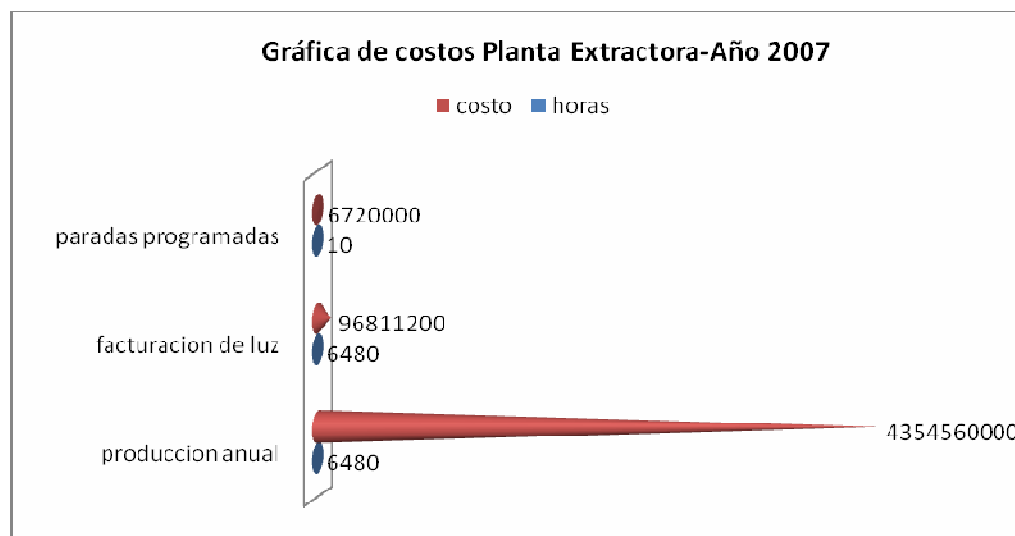


Gráfico No 9. costos planta extractora año 2007

Fuente: autores del proyecto

En el gráfico se observa un costo de paros de emergencia muy bajo ya que el programa de mantenimiento esta en marcha funcionando correctamente, los tiempos de paro de emergencia se reducen a la mitad con respecto al año anterior, el valor de la energía es considerable ya que los equipos estan en la carga apropiada según su carga de trabajo.

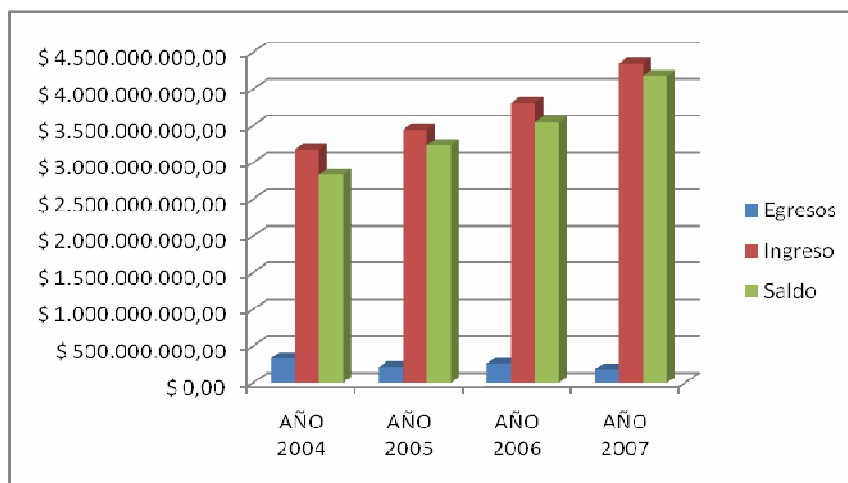
- **Utilidades netas Planta Extractora entre los años 2004 al 2007**

	AÑO 2004	AÑO 2005	AÑO 2006	AÑO 2007
Egresos	\$337.372.287,00	\$285.725.800,00	\$262.476.278,00	\$1950.039,00
Ingreso	\$3.175.200.000,00	\$3.447.380.000,00	\$3.802.400.000,00	\$4.364.980.000,00
Saldo	\$2.837.827.706,30	\$3.233.787.440,00	\$3.547.763.727,00	\$4.175.049.911,00

Tabla No 9. Cuadro de utilidades netas anuales Planta extractora.

Fuente: autores del proyecto

Nota: Los egresos solo se realizaron con costos de consumo energético, pérdidas por las paradas y costo de mantenimiento de los equipos de transmisión de potencia.



Gráfica No 10. Utilidades netas anuales Planta extractora.
Fuente: autores del proyecto

CONCLUSIONES


Se puede establecer que con el modelo de mantenimiento puesto en marcha para los equipos de transmisión de potencia en esta planta extractora se mejoraron las horas efectivas de trabajo y se logró una reducción considerable por costos en mantenimiento ya que con la asesoría prestada técnicamente se ha conseguido que las utilidades netas año a año aumente teniendo en cuenta los cambios que se están teniendo últimamente en la línea de producción de esta planta extractora.

Otro de los factores que han influido en la reducción de costos es la de implementar adecuadamente para cada máquina equipos eficientes y que operen con su máximo de rendimiento ya que en algunos de las aplicaciones y con cálculos se encontraron equipos de transmisión de potencia subdimensionados o sobredimensionados generando pérdidas en el consumo energético y una reducción de la vida útil en motores o motorreductores.

9.2. LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

9.2.1. TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Mediante una ficha de información ya diseñada se realizó un levantamiento de información en campo de los datos de placa que se encuentran en cada equipo de Transmisión de Potencia que se van a tener en cuenta dentro de una línea de producción.



ASER DE COLOMBIA LTDA.

FICHA GENERAL DE INFORMACIÓN

Empresa:			
Área:		Máquina accionada:	
Reductor:	Código:	Motor:	Código:
Marca:		Marca:	
Referencia:		Referencia:	
Número de serie:		Número de serie:	
Potencia:		Revoluciones:	
Relación:		Potencia:	
Revoluciones E/S		Tensión:	
Torque:		Corriente:	
Factor de servicio:		Aislamiento:	
Posición de Montaje:		Protección:	
Eficiencia:		Factor de Potencia:	
Lubricación:		Eficiencia:	
Volumen Aceite:		Protección eléctrica:	
Otros:		Otros:	
TRANSMISIONES			
Ubicación:		Características:	
Ubicación:		Características:	
INFORME DE REVISIÓN			
Ruido reductor:		Ruido motor:	
Temperatura Oper.		Temperatura Oper.:	
Estado Transmisión:		Tensión/Carga Oper.:	
Nivel/Estado aceite:		Ventilador:	
Anclaje:		Caperuza:	
Tapones:		Regleta de bornes:	
Retenedor salida:		Retenedor motor:	
Retenedor de entrada:		Sup. Ret. entrada:	
Sup. de ret. salida:		Rodamientos mot.	
Rodamientos red.		Índice de aislamiento	
Chavetas:		Bobinado:	
Engranajes:			
Ajustes:			
Otros:			
Tecnico Revisor:		Tiempo de revisión:	Fecha:
DIAGNOSTICO Y CORRECCION			

FGF002 REV02/05

TABLA N°10.Ficha General de Información

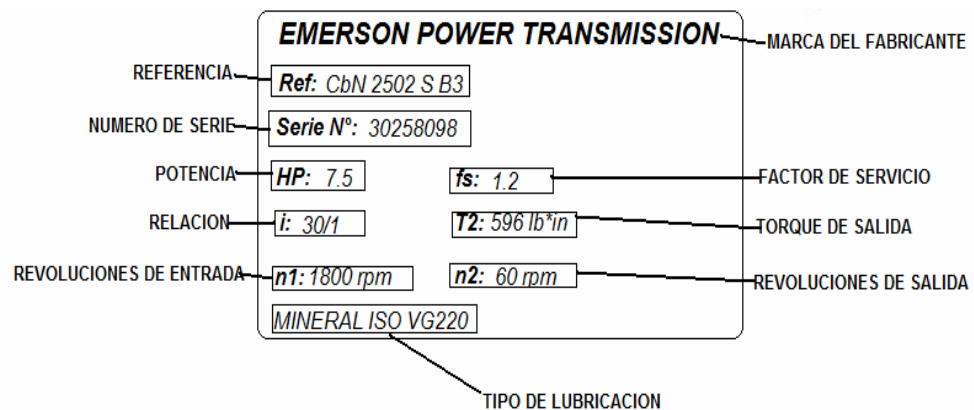
Para la recolección de todos los datos importantes en un levantamiento de información en campo y siguiendo el orden de proceso de producción se debe seguir los siguientes requerimientos.

9.2.1.1. Identificación.

Especificar claramente el nombre de la empresa en el cual se va a desarrollar el levantamiento de Información.

Para cada equipo de Transmisión de Potencia se debe identificar el área donde se encuentra y el nombre de la máquina donde esta montado y accionado.

9.2.1.2. Datos generales, reductor.



Gráfica N°11 .Placa de un Reductor

Código: Número con el cual identifica el cliente el equipo, puede ser la placa del activo contable o el código del equipo dentro del programa de mantenimiento del cliente.

Marca: Nombre del fabricante del equipo.

Referencia o Tipo: Establecida por el fabricante del equipo para identificar una serie de modelos donde especifica claramente la clase de reductor y su tamaño.

Numero de Serie: Numero que identifica cada equipo en particular según el fabricante.

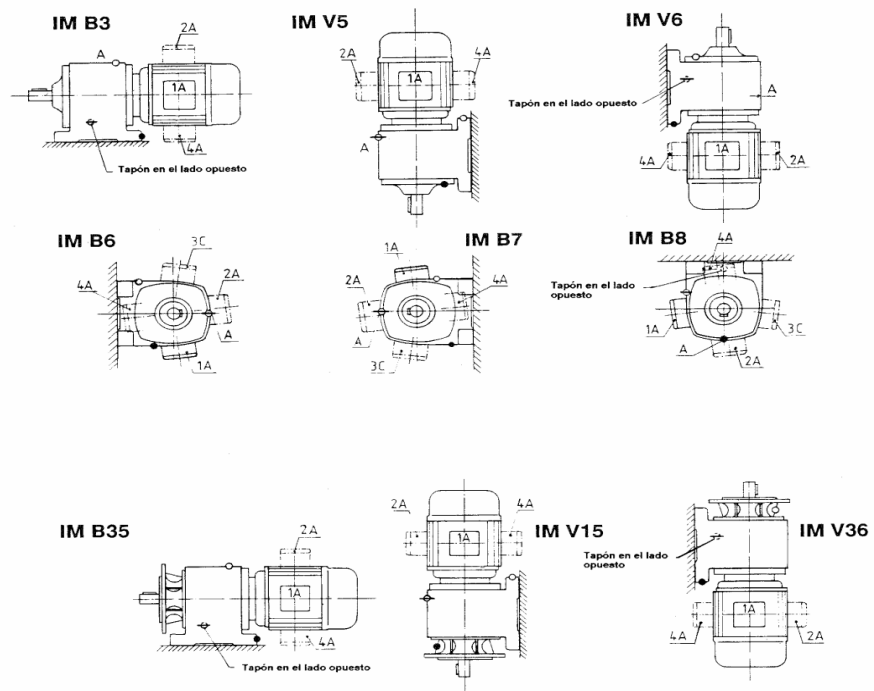
Potencia: La potencia mecánica en un reductor es el trabajo realizado por una maquina en un determinado intervalo de tiempo. Producto del par por la velocidad angular de giro. Esta se mide en **HP** (Horse Power o caballos de potencia), en **Kw** (Kilo watts) y en ocasiones es medible en Caballos de Vapor (**Cv**)

Relación: Es el número adimensional, resultado de dividir la revoluciones que entran al reductor y las revoluciones que salen del mismo según las especificaciones de su fabricante. Otra forma de calcular la relación en un reductor es teniendo en cuenta la forma constructiva del equipo ya que si es de piñones (helicoidal) se divide el número de dientes de los engranes conducidos por los conductores teniendo en cuenta el número de etapas y si es sinfín-corona se divide el número de dientes de la corona por el número de entradas del eje sinfín. La relación en placa se puede identificar en con las letras **i, r** o la palabra **ratio**.

Revoluciones E/S: Hace referencia a las rpm (Revoluciones por minuto) medidas en el eje de entrada y en el eje de salida

Posición de montaje: Es la posición en la cual se encuentra montado y anclado el equipo y determina la ubicación de los tapones de respiro, nivel y drenaje. Es de vital importancia durante el levantamiento de información en campo para determinar posteriormente por catálogo del fabricante la cantidad adecuada que se le debe suministrar. Cada fabricante de reductores identifica las posiciones de montaje de diferentes formas.

Posiciones de Montaje Motorreductores



IM designación correspondiente a IEC 34-711
 ○ = Desfogue
 -G = Nivel de aceite
 ● = Drenaje

**Gráfica N°12. Posiciones de Montaje Motorreductores
 Helicoidales. Catalogo: Transmisión de potencia. Edición 2000.**

9.2.1.3. Datos generales, Motor.

MARCA	SEW-EURODRIVE		Bruchsal / Germany	
REFERENCIA	Type	DFT 90 L4 / BMG	3 Phase	TEFC IP 54
NUMERO DE SERIE	No.	3001123456.001.00	Amb. °C	40 SF
REVOLUCIONES	rpm	1720	Nm	
POTENCIA	kW	1.5 S1	K.V.A.-Code	K
TENSION	V	230 YY / 460 Y	A	6.2 / 3.10 Hz 60
FACTOR DE POTENCIA	IM	B5	kg	18 Ins.Cl. F
	Power fact.	0.76	Duty	CONT.
			Eff %	80 Design C
			M.L.01	
	Brake V	230 AC	Nm	20 Rectifier BG 1.5
	Lubricant		181 877 5.18	E189357

AISLAMIENTO
 CORRIENTE
 PROTECCION
 EFICIENCIA

Gráfica N° 13 .Placa de un Motor.

Fuente: Catalogo Sew Eurodrive. Edicion Año 2000. Pag. 547

Marca: Nombre del fabricante del equipo.

Referencia o Tipo: Establecida por el fabricante del equipo para identificar una serie de modelos donde especifica claramente la clase de reductor y su tamaño.

Numero de Serie: Número que identifica cada equipo en particular según el fabricante.

Revoluciones: Velocidad del campo rotario. Número de vueltas por minuto que da el eje de un motor, esta dada en unidades de rpm. El dato especificado en placa es la velocidad sincrónica a la que gira el eje del motor y esta relacionada con la frecuencia y el número de polos de la unidad eléctrica.

Potencia: La potencia mecánica de un motor se mide en **watts** o **HP** y corresponde al trabajo entregado en el eje durante un intervalo de tiempo.

Tensión: Voltaje del equipo que se define como la diferencia de potencial en un conductor. Su unidad de medida es el voltio simbolizado con la letra **V**. Los voltajes más comunes en las placas de identificación son 220,230, 380, 440, 460 para motores trifásicos y 110, 115, 230 para motores monofásicos.

Corriente: Se define como el flujo de electrones que se transporta a través de un alambre conductor, su unidad de medida es el Amperio (**A**), generalmente las placas de identificación de los equipos presentan el número nominal de corriente seguida de la letra A y se relaciona con la Tensión (**V**) nominal especificada también en placa.

Aislamiento: Este dato técnico es inherente al motor, especifica el grado de aislamiento eléctrico entre los alambre conductores del motor y el hierro; de esta característica dependen la resistencia del motor para soportar el calor que se produce por efecto de la carga o régimen de trabajo (flujo eléctrico), la temperatura ambiente donde está ubicado el equipo y de la humedad a la que se puede estar sometido (DIN 50014) IEC 85.

Los tipos de aislamiento se pueden identificar en placa con las letras B,F o H

- Aislamiento clase B, temperatura máxima 130 °C
- Aislamiento clase F, temperatura máxima 155 °C
- Aislamiento clase H, temperatura máxima 180 °C

Protección: Indica la oposición o cerramiento que tiene el motor a factores externos ambientales como partículas de polvo, líquidos entre otros. Se designa con las letras IP y un número consecuente que de acuerdo a las normas internacionales de motores puede ser 44, 54, 55 o 65. Estos datos son los que se encuentran generalmente en las placas de identificación.

Factor de Potencia: Relación existente entre la potencia real de trabajo y la potencia total consumida por la carga o el consumidor conectado a un circuito eléctrico de corriente alterna.

El factor de potencia se designa con el símbolo coseno de "fi" (**Cos Φ**) y el número que se obtiene es un decimal menor que "1" (como por ejemplo 0,85), dicho número corresponde al defasaje en grados existente entre la intensidad de la corriente eléctrica y la tensión o voltaje en el circuito de corriente alterna.

Eficiencia: Es la relación que existe entre la potencia mecánica que entrega el eje y la potencia eléctrica que solicita el motor. Si no esta en placa, se consulta en el manual del fabricante. La eficiencia se designa con el símbolo ***n*** y se expresa en porcentaje (%)

Protección eléctrica: Se refiere a los aparatos de protección térmica o protección por carga que se instalan entre la red y el motor para evitar una posible quema o daño del equipo. En este caso se debe ir al tablero y verificar los el estado de arrancadores, contactores, relés, guardamotors, sistemas de mando entre otros.

Otros: Donde se pueden especificar adicionalmente datos con relación al factor de servicio (**f.s**) según las condiciones de diseño del fabricante y la frecuencia (**Hz**) de operación en la que esta operando la unidad si

es el caso en equipos que tengan algún tipo de variador electrónico.

9.2.1.4. Datos generales, Equipos sin placa de identificación.

Durante el levantamiento de información de los datos nominales en placa de cada uno de los equipos hay algunos que desafortunadamente no la tienen por lo que es necesario recurrir a la experiencia y conocimiento del técnico.

En este caso que se puede presentar y es necesario recurrir a la toma de los siguientes datos a fin de buscar posteriormente por catálogo del fabricante, las características técnicas correspondientes por tamaño, potencia y relación de reducción en los equipos de transmisión de potencia.

Marca: Nombre del fabricante del equipo que en algunos caso los podemos encontrar en las carcasas de los equipos o simplemente es identificable por el conocimiento y experiencia adquirida

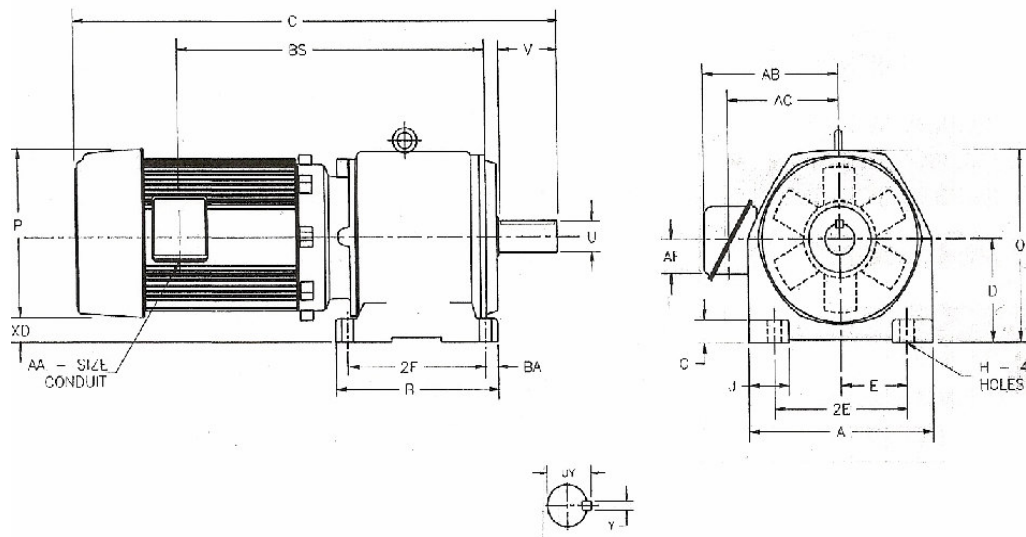
Referencia o Tipo: Establecer el tipo de reductor, si es sinfín corona o de piñonería helicoidal (colineal, de ejes paralelos, pendular, cónico helicoidal, planetario entre otros).

Básicamente cada fabricante de reductores o motores eléctricos tiene establecido en sus catálogos por tamaños las dimensiones de diseño, lo cual sirve de ayuda para poder establecer las características técnicas nominales.

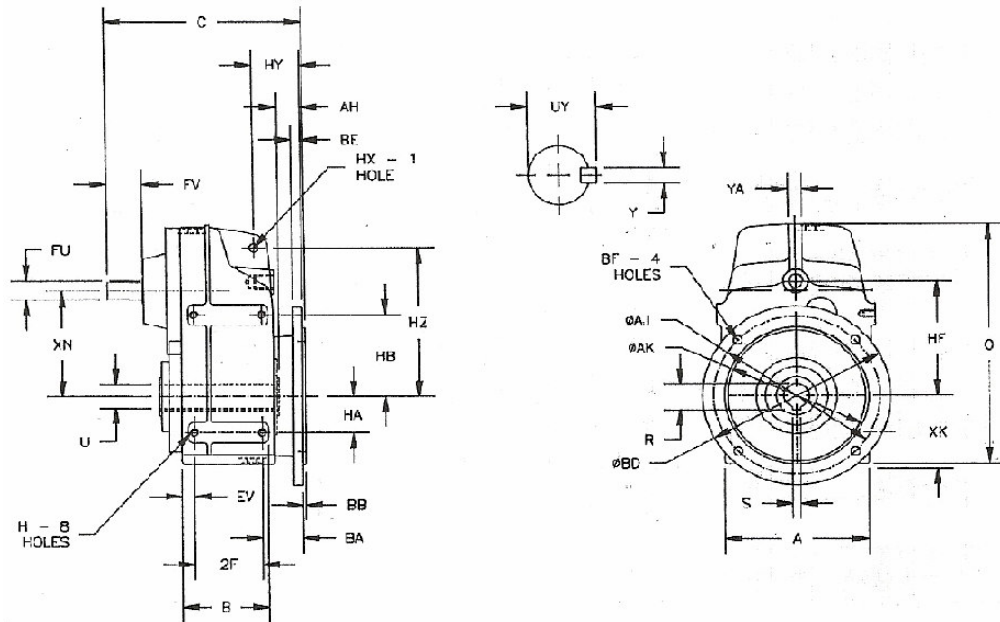
La dimensiones mas importantes a tener en cuenta en un reductor o en un motor son las siguientes:

Reductor:

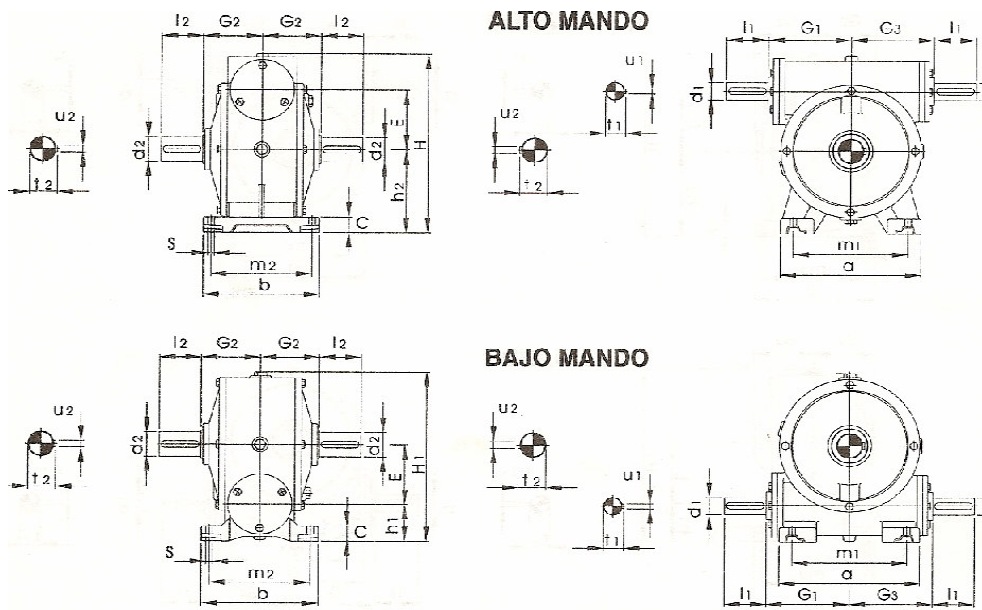
- Diámetros de los ejes de entrada (sólido) y de salida aclarando que algunos reductores por diseño son automontantes, es decir que el eje de salida es hueco y no sólidos como en algunos otros casos de reductores. Para identificar los ejes en un reductor el de entrada siempre tendrá un diámetro menor que el eje de salida.
- Altura aproximada de la base de anclaje al centro del eje de salida.
- Distancia entre centros de los huecos de anclaje ubicados en la parte frontal y lateral respecto al eje de salida.
- Diámetro exterior del flanche que por diseño algunos de los reductores poseen así como su espesor.



Gráfica N°14. Dimensiones básicas motorreductor colineal



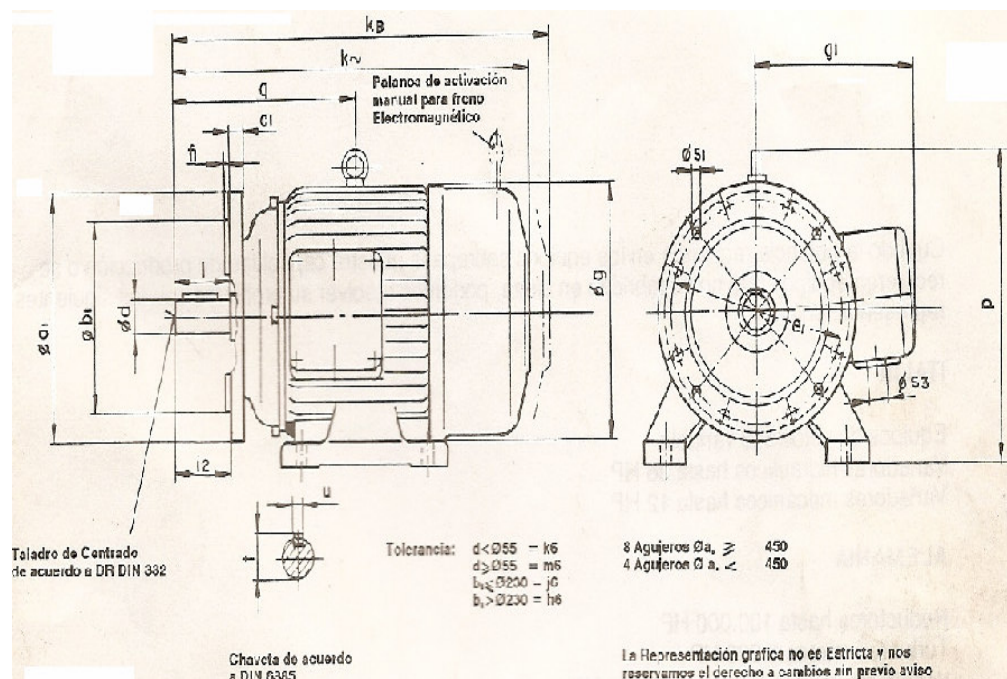
Gráfica N°15 .Dimensiones básicas reductor de ejes paralelos



Gráfica N°16. Dimensiones básicas reductor Tipo Sinfin-Corona

Motor:

- Diámetro del eje de salida
- Altura aproximada de la base de anclaje al centro del eje de salida.
- Distancia entre centros de los huecos de anclaje ubicados en la parte frontal y lateral respecto al eje de salida.
- Diámetro exterior del flanche que por diseño algunos de los motores poseen así como su espesor.
- Diámetro de la caperuza
- Longitud total del motor.

**Gráfica N°17. Dimensiones de un motor**

Nota: Tener en cuenta que para la toma de estas dimensiones se tienen establecidas la norma **NEMA** (Dimensiones en in-Americano) y la norma **IEC** (Dimensiones en mm-Europeo) internacionalmente

Número de Serie: En algunos casos la podemos encontrar en la parte superior de las carcazas de los equipos.

Revoluciones: la podemos tomar con el tacómetro a la entrada y salida de los ejes de un reductor en funcionamiento y en los motores en su eje de salida. En algunos casos cuando las velocidades de giro son muy lentas se puede cronometrar el número de giros del eje en un minuto.

Potencia: Esta se calculará en lo posible con los tamaños de los equipos de los diferentes fabricantes según las dimensiones especificadas.

9.2.1.5. Transmisiones

Todo sistema de transmisión de potencia necesita por requerimiento técnico de diseño transmitir el trabajo que requiere la máquina al cual va a ser accionada.

Por esta situación es necesario plasmar en el levantamiento de información los tipos de transmisión componentes en un sistema de transmisión de potencia ya sea a la entrada o salida de este, si hay acople directo del motor al reductor o si el equipo esta accionado directamente al sistema ya que por diseño del fabricante y según su aplicación requerida en algunos casos debe ser automontante (de eje hueco).

Las transmisiones pueden ser por cadena, correas y acoples según el requerimiento y la aplicación. A continuación se hace una explicación de los datos técnicos que se deben especificar en la ficha de

información durante el levantamiento de información en campo según su tipo de transmisión.

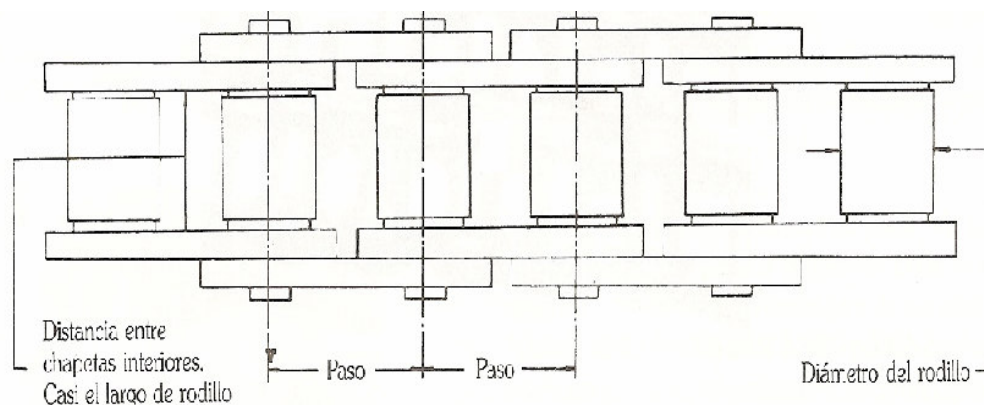
- **Transmisiones por cadena.**

Definición: Elemento de transmisión de potencia que se fabrica mediante una serie de eslabones que se unen mediante pernos. El diseño proporciona flexibilidad mientras permite que la cadena transmita fuerzas de tracción cuya magnitud es considerable

Paso: El tamaño, el peso y la capacidad de transmisión de potencia de una cadena de transmisión depende del paso o "Pitch" es una dimensión estándar básica dada en pulgadas respecto a la cual se proporcionan las demás dimensiones de las partes que componen el eslabón. Esta dimensión es la de mayor importancia en cuestión de cadenas y sus piñones. Se expresa en pulgadas como se menciono antes pero siempre teniendo en cuenta el número de octavos de pulgada contenido en el citado paso de manera que una cadena numero 40 tiene cuatro octavos ($4/8$) o sea $1/2''$. La cadena numero 50 tiene $5/8$ de paso o sea $5/8$ de pulgada. La numero 60 tiene $6/8$ de paso o sea $3/4$ de pulgada. La numero 80 tiene ocho octavos de paso o sea 1 pulgada. La numero 100 tiene ($10/8$) o sea $1-1/4''$. La numero 120 tiene $12/8$ o sea $1-1/2''$ y así sucesivamente la número 140,160, 200. Se fabrica hasta la numero 240.

El último cero de la derecha significa siempre que se trata de una cadena estándar de rodillos del Sistema Americano ANSI. Las cadenas de cuarto ($1/4''$) y tres octavos ($3/8''$) de paso que son las mas livianas se designan con los números 25 y 35 respectivamente. El 5 a la derecha significa que se trata de cadena sin rodillos.

La cadena P $\frac{1}{4}$ ' y la $\frac{3}{8}$ '' se fabrican sin rodillos por ser muy livianas. El número 1 a la derecha como en el caso de la cadena número 41 significa que se trata de una cadena paso $\frac{1}{2}$ '' pero para servicio liviano y se fabrica mas angosta. También se fabrican en este paso cadenas aun mas angostas pero son de muy poco uso en maquinas industriales.

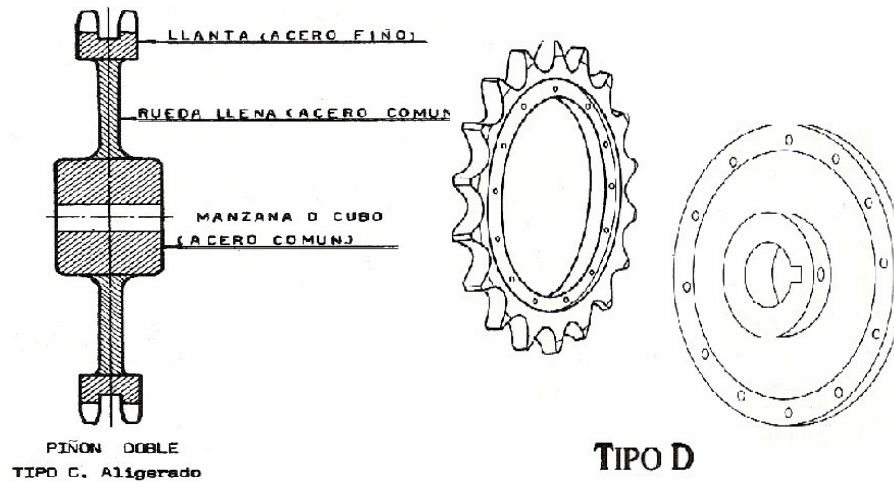
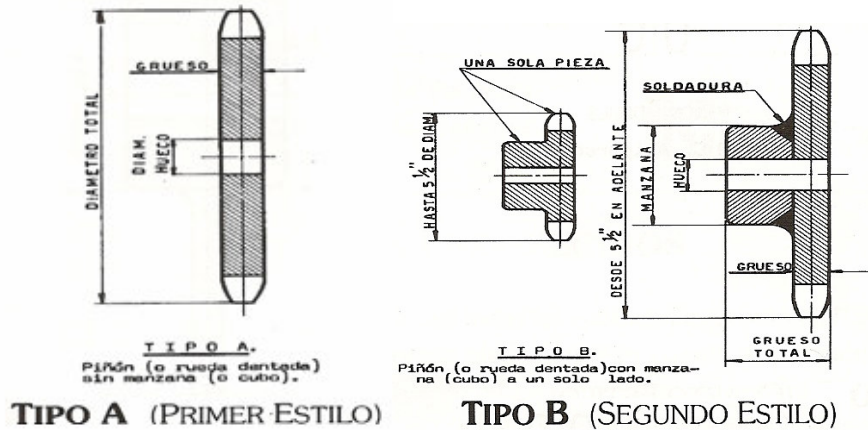


Gráfica N°18. Dimensiones de una cadena- Paso

Nomenclatura: Comúnmente todo piñón de cadena lleva estampado primero el número de la cadena con la que debe engranar, luego el tipo de manzana con la cual esta construido y por último su número de dientes, como por ejemplo **60B18** que significa: la cadena N°**60**. El tipo de manzana **B** y el número de dientes **18**. La especificación **40 A24** significa. La cadena N° **40**. El piñón **sin manzana** y el número de dientes es **24**.

La especificación **100C60** significa: N°**100** o sea **P: 1-1/4**. Las manzanas dos(**C**), una por cada cara y el número de dientes **60**. El número **2** como sufijo significa que el piñón es de doble hilera de dientes para cadena doble. Así por ejemplo la numeración **40B-20-2** quiere decir que el piñón es de paso de $\frac{1}{2}$ '' (para cadena N°**40**), que la manzana la lleva a **un solo lado**, que el número de dientes es **20** y que es de dos hileras de dientes para que calce una cadena doble.

Si se marca con el 3 como sufijo entonces el piñón es de tres hileras y le calza la cadena triple y así sucesivamente con el 4, el 5, el 6, etc.

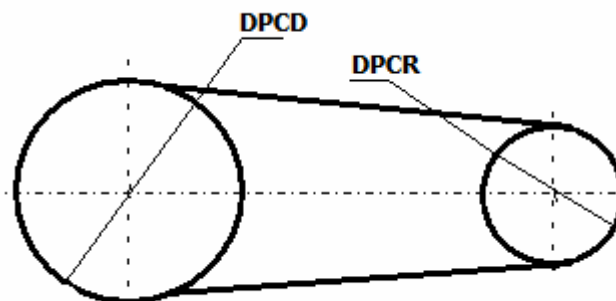


Gráfica N°19. Tipo de piñones según su manzana

- **Transmisiones por poleas.**

Definición: Las poleas son ruedas que están fabricada de material rígido por cuyo interior circula una correa de transmisión de material elástico. Es un sistema formado por dos poleas y una correa de

transmisión que permite transmitir un movimiento de rotación entre dos ejes paralelos en el mismo sentido de giro. Es muy silencioso, no necesita lubricación y resulta poco costoso de construir.



Gráfica N°20. Transmisión por Poleas

Estos tipos de transmisiones son aplicables en algunos equipos de transmisión de potencia ya que se pueden encontrar montadas entre el motor y el reductor.

Para la ficha de inspección se debe suministrar los siguientes datos técnicos:

DPCR= Diámetro exterior polea conductora (mm o in)

DPCD= Diámetro exterior polea conducida (mm o in)

TIPO DE CORREA: Las correas se distinguen por la forma de la sección transversal, por la construcción, material y tecnología de fabricación, pero el rasgo más importante que determina la construcción de las poleas y de toda la transmisión, es la forma de la sección transversal de la correa. En función de la forma de la sección transversal, las correas de transmisión son clasificadas como:

Correas planas.

Correas trapeciales o en V.

Correas dentadas.

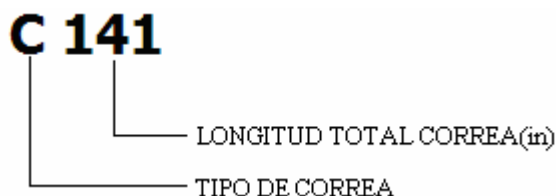
Correas redondas.
 Correas eslabonadas.
 Correas nervadas o Poly V



Gráfica N°21. Tipo de correas

REFERENCIA CORREA: Importante dato técnico ya que nos especifica el tipo de correa y la distancia entre centros existente entre la polea conductora y conducida.

Ejemplo:



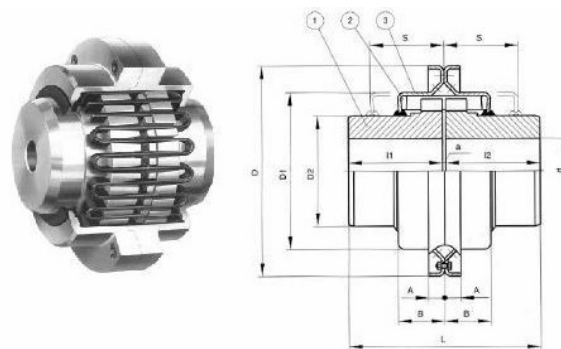
- **Transmisiones por acoples.**

Los acoples de transmisión son dispositivos que se utilizan para unir dos ejes en sus extremos con el fin de transmitir potencia. Se debe tener en cuenta para especificar y plasmar en la ficha de información durante el levantamiento el tipo y clase de acople que el equipo de transmisión de potencia este utilizando, su referencia si esta especificada y si no las datos técnicos necesarios (dimensiones) que se requiere para saber su tamaño.

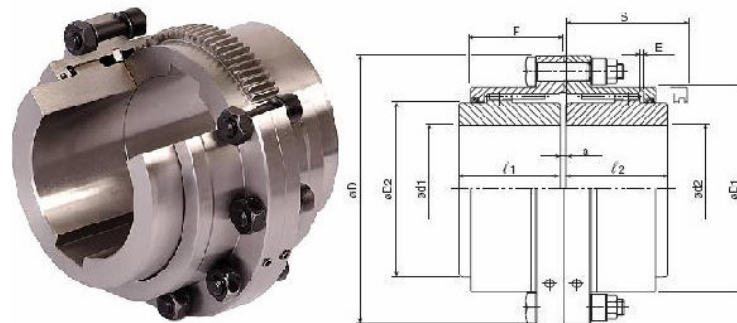
ACOPLES RIGIDOS: Se diseñan para unir dos ejes en forma apretada de manera que no sea posible que se genere movimiento relativo entre ellos. Este diseño es deseable para cierto tipo de equipo en los cuales se requiere una alineación precisa de dos ejes que puede lograrse. En tales casos, el acople debe diseñarse de manera que sea capaz de transmitir el torque en los ejes.

Los acoples rígidos se emplean solo cuando la alineación de los dos ejes debe mantener mucha precisión; ya que si surge algún tipo de desalineación angular, radial o axial significativa, aquellas tensiones que son difíciles de predecir pueden conducir a una falla temprana de los ejes debida a fatiga.

ACOPLES FLEXIBLES: Son diseñados de tal manera que sean capaces de transmitir torque con suavidad en tanto permiten cierta desalineación, axial radial y angular. La flexibilidad es tal que .cuando ocurre una desalineación, las piezas del acople se mueven sin ninguna o una mínima resistencia. En consecuencia no se desarrollan tensiones significativas por flexión en el eje.

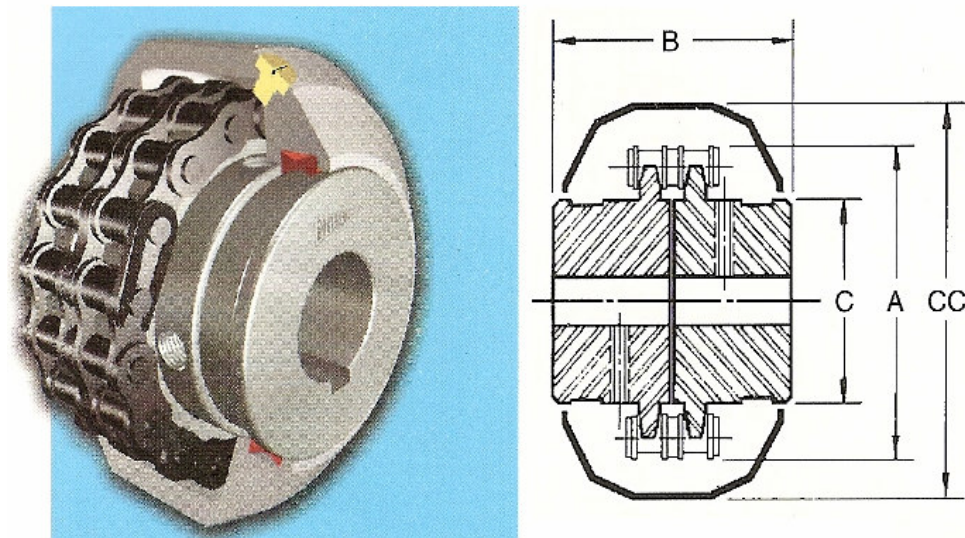


ACOPLE ELASTICO DE RESORTES



ACOPLE RIGIDO DENTADO

Gráfica N°22. Acople elástico de Resortes y rígido dentado



ACOPLE DE CADENA



ACOPLE OMEGA



**ACOPLE DE ARAÑA
O ESTRELLA**



ACOPLE DE PINES



JUNTA UNIVERSAL

Gráfica N°23. Otro tipo de acoples comerciales en el mercado

9.2.1.6. Informe de revisión

Para medir estas variables *ver tabla 11* se realizara a través de los equipos de medición como son: el estetoscopio electrónico, sonda ultrasónica, termómetro láser, controlador del estado del aceite, medidor de vibraciones pen plus, pinza voltiamperimetrica; estos datos se plasman en la ficha de información; dando una información detallada del comportamiento del equipo.

La inspección se efectúa en dos etapas; **Operación a plena carga** con el fin de analizar las condiciones de los equipos con la máxima exigencia de las aplicaciones y **Equipo en reposo** para aquellos equipos de difícil acceso por seguridad de los técnicos, para el caso de equipos que no tengan placas así se pueden hacer un reconocimiento mas preciso del mismo a fin de determinar sus características y para recoger la información de las transmisiones y hacer la inspección visual exterior del equipo.

Las variables que se deben tener en cuenta para revisar un equipo en su proceso de operación y que se van ha medir con los instrumentos de medición son los siguientes.

Análisis de ruido: Con esta variable se pretende evaluar el grado de sensibilidad que se requiere para poder captar algún tipo de ruido anormal en nuestros equipos de transmisión de potencia ya sea por desgaste en los flancos de contacto o fisura parcial de dientes en sus engranajes o desgaste en los rodamientos.

Los motorreductores tienen tabulados los niveles de ruido en función de su potencia y mediante la comparación es fácil detectar alguna anomalía cuando apenas se está iniciando.

- **Instrucción:** Para analizar los niveles de ruido en un motor o motorreductor se debe colocar la punta del estetoscopio en la carcasa donde se encuentran los puntos de apoyos de los ejes (rodamientos) y en el sistema de engranes (piñones, sinfín y coronas); con lo cual garantiza establecer el elemento que pueda presentar algún ruido anormal para detallarlo en la ficha de inspección.

En algunos casos las transmisiones o los sistemas de acople directo del motor al reductor pueden influir en el comportamiento de estado ya que por inducción de ruido de un sistema al otro se puede dar un diagnóstico falso por lo que es recomendable que el técnico que realiza este tipo de inspecciones debe estar previamente capacitado para saber interpretar estos diferentes niveles de ruido.

Control de temperatura. Este factor es de fácil ejecución siempre y cuando se cuente con el equipo debidamente calibrado y sea utilizado en la forma adecuada.

Las lecturas de temperatura permiten saber cuales son las condiciones de exposición a las que está sometido el aceite, por otra parte con estas lecturas es fácil determinar cual es el estado de exigencia del devanado de los motores teniendo en cuenta el tipo de aislamiento del cual están provistos.

- **Instrucción:** Para establecer esta variable se debe ubicar el termómetro lo más cercano posible en los mismos puntos donde se verificaron los niveles de ruido con el estetoscopio y se debe colocar en la ficha de información la lectura de temperatura más alta y la ubicación exacta donde se está presentando.

Lubricación. Aun teniendo en cuenta todas las recomendaciones enumeradas anteriormente es necesario contar con un respaldo adicional como es analizar periódicamente el estado del lubricante.

Esto se debe a que es casi imposible que las condiciones de operación sean ideales y a que en nuestro caso por ser países tropicales es necesario observar medidas alternas para conservar los equipos. Los análisis deben ser hechos en laboratorios reconocidos y por especialistas sin embargo en planta debemos estar en capacidad de poder detectar cambios en la efectividad del lubricante que seguramente producirán un aumento considerable en la temperatura.

Manejo del comprobador de aceite OilCheck.

- **Instrucción:** Antes de la calibración es importante asegurarse de que el sensor este limpio y seco, ya que la humedad y la contaminación tienen un efecto negativo sobre los resultados. La prueba se debe realizar generalmente con la unidad conmutada en la posición HI
 - **Paso 1.** Llene hasta la mitad el sensor con aceite limpio (asegúrese de que toda la superficie este cubierta). Para la calibración se debe utilizar aceite de la misma marca que el aceite del equipo que se esta evaluando.
 - **Paso 2.** Ponga el conmutador rotatorio desde la posición OFF a la posición HI, el indicador completara un barrido entero y volverá a la posición cero. El símbolo CAL saldrá parpadeando en la pantalla; si durante la prueba el símbolo CAL parpadea, la unidad necesita que se vuelva a calibrar.
 - **Paso 3.** Pulse el botón test. El símbolo CAL desaparecerá y se visualizara un segmento. El instrumento se ha calibrado a si mismo contra la muestra limpia y esta listo para realizar la prueba con el aceite del equipo. Nota: asegurarse de que el

mando CAL no este pulsado ya que esto volvería a poner el instrumento de nuevo en el modo de calibración y la unidad necesitara volver a ser calibrada.

- **Paso 4.** Retire la muestra patrón de aceite sin utilizar del sensor con un paño o papel limpio.
- Paso 5. Para conseguir resultados óptimos asegurarse de utilizar una muestra de aceite representativa y de que su temperatura no sea mayor de 40°C. Coloque suficiente aceite en el sensor para cubrir completamente su superficie. Pulse el botón TEST y manténgalo pulsado durante 10 segundos o hasta que los segmentos hayan detenido su desplazamiento por la pantalla. El resultado permanecerá en la pantalla cuando se suelte el botón y hasta que se lleve a cabo la siguiente prueba. Este resultado se representa en porcentaje y se deberá colocar en la ficha de levantamiento indicando el color de la zona donde dio la lectura.

Control de carga eléctrica. Este parámetro permite detectar y evaluar cambios en la condición de carga de la maquina por efecto de algún problema mecánico o por sobrecargas, si se trata de este ultimo aspecto es muy importante estar seguros de que el equipo esta en capacidad de responder o en su defecto que cuente con los medios de protección adecuados.

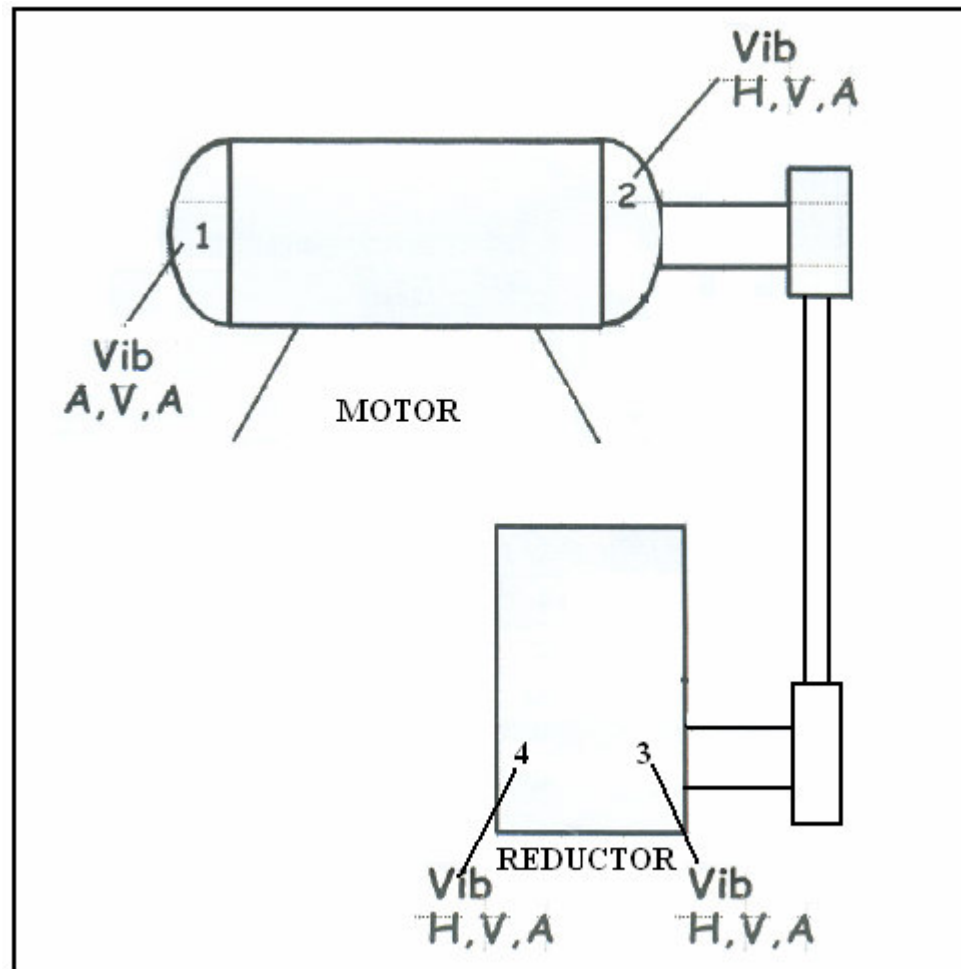
- **Instrucción:** Verificar con la pinza voltiamperimetrica el voltaje de operación de cada equipo y de las tres fases determinar el consumo de operación en plena carga mas alto. Estos datos se pueden tomar del tablero de control de cada línea o si es posible directamente de la caja de bornes de cada equipo teniendo en cuenta la seguridad personal.

Análisis de vibraciones. Es el medio mas efectivo para determinar la condición de operación de los componentes internos de una maquina en función de su frecuencia de operación. En estos casos es muy importante que los estudios se inicien en los equipos cuando los equipos estén en perfecto estado, con el fin de poder determinar cualquier cambio por mínimo que sea y para poder estandarizar niveles de alarma que realmente aseguren que la programación de una parada va a ser efectiva y no tardía.

Al igual que con la lubricación este tipo de actividades debe ser realizada por especialistas que además conozcan perfectamente el principio de operación de un equipo y tengan la información interna del mismo para poder hacer los cálculos necesarios y para poder alimentar los programas patrón de análisis de fallas.

Penplus Con el lápiz de vibraciones se mide en los puntos donde se encuentran montados los rodamientos de los motores y los rodamientos del eje de entrada de cada reductor los valores de tendencia según normas **ISO 10816-2 Y 10816-3** para determinar fallos de la instalación tales como falta de alineación, desequilibrios, falta de fijación de los montajes, así como zonas deterioradas del rodamiento.

Puntos de evaluación. En la siguiente grafica se muestran los puntos de evaluación donde se toman los valores en los tres puntos del rodamiento (axial-vertical y horizontal) para evaluar posteriormente con las tablas ISO en que estado se encuentran operando.



**Gráfica N°24. Puntos de evaluación Análisis de Vibración-
Levantamientos**

Otros. Es necesario establecer visualmente el comportamiento de las demás piezas componentes de un equipo de transmisión de potencia, como lo son sus retenedores, tapones, regleta de bornes, ventiladores, caperuza ya que en pueden influir en la alteración del comportamiento de estado de estas unidades durante su operación de trabajo.

9.3. BASE DE DATOS

Grafica de estado de motorreductores. Es el resultado de la evaluación de las variables de estado y operación de los equipos que influyen en el comportamiento y estabilidad de los mismos.

La valoración se hará mediante tres 3 valores numéricos para cada variable y expone un criterio para calificar la observación realizada del equipo en valores **NORMAL, MEDIO y CRITICO** de acuerdo con el estado del mismo.

La observación es traducida en valores numéricos que son consignados en la **TABLA GENERAL DE CALCULO DIAGNOSTICO** y esta actividad permite dar valores para hacer la gráfica que permite visualizar la criticidad del estado de los equipos para programar actividades de mantenimiento.

Adicionalmente se tienen preestablecidas unas líneas límites dentro de la gráfica que indican:

- **Equipo estable:** Se considera un equipo estable cuando da garantías de operación y su capacidad y las condiciones de carga están equilibradas.
- **Equipo en zona preventiva:** En esta franja se ubican equipos que tienen problemas de operación que pueden ser atendidas de manera programada como parte de una programación de mantenimiento preventivo.
- **Equipo critico:** Son equipos que fueron evaluados con valores superiores y que presentan una condición critica debido a que hay variables de operación y estado que pueden generar daño en el equipo y por lo tanto una parada no programada de la planta. Estos equipos deben ser programados para mantenimiento en el menor tiempo posible y es muy probable

que deban ser efectuadas actividades propias de un mantenimiento correctivo.


 **ASER DE COLOMBIA LTDA.**

TABLA GENERAL DE VALORES EVALUACION MOTORREDUCTORES

Nº	DESCRIPCION	VALORES DIAGNOSTICO			CRITERIO
		NORM	MEDIO	CRIT.	
1	RUIDO EN ENGRANAJES O RODAMIENTOS	0,2	0,7	1,5	MEDIO: SI ES DE ALTA FRECUENCIA POR EFECTO DE DESGASTE O ENTALLADO, CRITICO: SI SE TRATA DE RUIDO DE BAJA FRECUENCIA POR EFECTO DE ROTURAS Y GOLPES
2	VALVULAS DE RESPIRO	0,0	0,2	0,5	MEDIO: FUGA LEVE POR COMPRESION CRITICO: POR COMPRESION Y FUGA CRITICA DE ACEITE EN EL EQUIPO.
3	FUGA DE ACEITE POR LOS SELLOS DE SALIDA	0,0	0,6	1,2	MEDIO: SI HAY FUGA MODERADA, CRITICO: FUGA FUERTE POR DESGASTE Y DEL LABIO DE OBTURACION DEL RETEN
4	FUGA DE ACEITE POR EL SELLO DE ENTRADA	0,0	0,6	1,2	MEDIO: SI HAY FUGA MODERADA, CRITICO: FUGA FUERTE POR DESGASTE Y DEL LABIO DE OBTURACION DEL RETEN
5	PASO DE ACEITE A MOTOR	0,0	0,2	0,5	MEDIO: SI HAY HUMEDAD EN EL ESTATOR, CRITICO: SI HAY FUGA POR LOS PLATILLOS O CAJA DE BORNES
6	FUGA DE ACEITE POR TAPONES	0,0	0,1	0,3	MEDIO: SI HAY UN TAPON SUELTO CON HUMEDAD, CRITICO: SI HAY UN TAPON CON FUGA VISIBLE DE ACEITE
7	FUGA DE ACEITE POR JUNTAS O TAPAS	0,0	0,2	0,4	MEDIO: SI HAY HUMEDAD EN LA CARCAZA, CRITICO: SI HAY FUGA VISIBLE DE ACEITE
8	NIVEL DE ACEITE BAJO	0,0	0,5	1,0	MEDIO: SI LA REPOSICION ES DE 0,3 LITROS DE ACEITE, CRITICO: SI LA REPOSICION ES MAYOR A 0,3 L
9	ACEITE CON OXIDACION O CONTAMINACION	0,0	0,5	1,0	MEDIO: SI EL ACEITE ES DE COLOR OSCURO PERO HAY VISCOSIDAD Y DEGRADACION ESTA ENTRE EL 50 Y 60% CRITICO: SI EL ACEITE HA PERDIDO SU VISCOSIDAD Y ESTA DEGRADADO POR ENIMA DEL 60%
10	TEMPERATURA DE OPERACION	0,2	0,6	1,1	MEDIO: TEMPERATURAS ENTRE 50°C A 74°C - CRITICO: MAYOR DE 75°C
11	ANCLAJE DEL REDUCTOR SUELTO O INCORRECTO	0,0	0,3	0,5	MEDIO: POR DESAJUSTE DE CONOS, TORNILLOS, TENSORES O BOTE EN EL EJE DE TAMBOR, CRITICO: POR CONOS ROTOS O BOTE EN EL EQUIPO
12	TRANSMISION POR ACOPLE, CORREA O CADENA.	0,0	0,3	0,5	MEDIO: SI HAY DESALINEAMIENTO O FALTA DE TENSION, CRITICO: SI HAY VIBRACION
13	ASEO EXTERIOR DEL EQUIPO	0,1	0,2	0,3	MEDIO: POR POLVO SECO, CRITICO: POR POLVO HUMEDO

DETERMINACIÓN DEL VALOR DE CRITICIDAD GRAFICO

Teniendo en cuenta que la valoración del estado de los equipos corresponde a la sumatoria de las variables que intervienen en su operación y que con las horas de operación hay componentes que se deterioran se tiene el siguiente rango

RANGO DE OPERACIÓN ESTABLE	MENOS DE 1,8
RANGO DE PROGRAMACION DE ACTIVIDADES PREVENTIVAS	DE 1,8 A 3,0
RANGO DE CRITICIDAD Y POSIBLE FALLA	MAS DE 3,0

**TABLA N°11. Criterios de evaluación motorreductores.
Fuente: Autores del proyecto.**

Gráfica estado de motores: Es el resultado de la evaluación de 8 variables de estado y operación de los equipos que influyen en el comportamiento y estabilidad de los mismos.

La valoración se hace como se explica en la **TABLA GENERAL DE VALORES**, que tiene preestablecidos 3 valores numéricos para cada variable y expone un criterio para calificar la observación hecha del equipo en valores **NORMAL**, **MEDIO** y **CRITICO** de acuerdo con el estado del mismo.

La observación es traducida en valores numéricos que son consignados en la **TABLA GENERAL DE CALCULO DIAGNOSTICO** y esta actividad permite dar valores para hacer la grafica que permite visualizar la criticidad del estado de los equipos para programar actividades de mantenimiento.



ASER DE COLOMBIA LTDA.

TABLA GENERAL DE VALORES EVALUACION MOTORES

N	DESCRIPCION	VALORES DE DIAGNOSTICO			CRITERIO
		NORMAL	MEDIO	CRITICO	
1	RUIDO RODAMIENTOS	0,2	0,6	1,2	MEDIO: DESGASTE MODERADO EN SU CAMINO DE RODADURA Y PERDIDA MODERADA DE SU GRASA LUBRICANTE CRITICO: PERDIDA TOTAL DE SU GRASA LUBRICANTE; ALTO NIVEL DE RUIDO; PICADURAS O ROTURAS PARCIALES
2	TEMPERATURA DE OPERACIÓN	0,2	0,5	1,0	MEDIO: TEMPERATURAS ENTRE 45°C A 60°C. CRITICO: TEMPERATURA MAYOR A 60°C
3	ANCLAJE Y TRANSMISIONES	0,0	0,3	0,5	MEDIO: DESAJUSTE EN TORNILLOS, BOTE MODERADO, DESALINEAMIENTO O DISTENSIONAMIENTO CRITICO: BOTE EN EL MOTOR, VIBRACION DEL EQUIPO Y DE LA TRANSMISION
4	CARGA	0,0	0,3	0,5	MEDIO: CONSUMO DE CARGA DEL 100% Y TEMPERATURA NORMAL CRITICO: CONSUMO DE CARGA MAYOR AL 100% CON TEMPERATURA ALTA.
5	INDICE DE AISLAMIENTO	0,0	0,5	1	MEDIO: ENTRE 1000-2000 MOHMOS. CRITICO: MENOR A 1000 MOHMOS
6	PROTECCION	0,0	0,5	1	MEDIO: SI HAY PROTECCION PERO ESTA MAL CALIBRADO. CRITICO: NO PROTECCION MOTOR
7	ACCESORIOS (VENT./CAP./REG. BOR.)	0,0	0,3	0,5	MEDIO: PRESENTA MAL ESTADO UNO DE ESTOS COMPONENTES CRITICO: FALTA UNO DE ESTOS COMPONENTES, SITUACION QUE PUEDE ALTERAR LA OPERACIÓN DE TRABAJO
8	ASEO EXTERIOR	0,1	0,2	0,3	MEDIO: POR POLVO SECO. CRITICO: POR POLVO HUMEDO

DETERMINACIÓN DEL VALOR DE CRITICIDAD GRAFICO

Teniendo en cuenta que la valoración del estado de los equipos corresponde a la sumatoria de las variables que intervienen en su operación y que con las horas de operación hay componentes que se deterioran se tiene el siguiente rango

RANGO DE OPERACIÓN ESTABLE	MENOS DE 1,2
RANGO DE PROGRAMACION DE ACTIVIDADES PREVENTIVAS	DE 1,2 A 2,0
RANGO DE CRITICIDAD Y POSIBLE FALLA	MAS DE 2,0

TABLA N°12. Criterios de evaluación motores eléctricos. **Fuente: Autores del proyecto.**

Adicionalmente se tienen preestablecidas unas líneas límites dentro de la gráfica que indican:

EQUIPO ESTABLE: Se considera un equipo estable cuando da garantías de operación y su capacidad y las condiciones de carga están equilibradas. Se tiene determinado que un equipo esta estable cuando la sumatoria de los valores tabulados no superan un total de 1.2 puntos en la escala de medición.

EQUIPO EN ZONA PREVENTIVA: En esta franja se ubican equipos que tienen valores entre 1.3 y 2, corresponden a unidades que tienen problemas de operación que pueden ser atendidas de manera programada como parte de una programación de mantenimiento preventivo.

EQUIPO CRÍTICO: Son equipos que fueron evaluados con valores superiores a 2.1 y que presentan una condición critica debido a que hay variables de operación y estado que pueden generar daño en el equipo y por lo tanto una parada no programada de la planta. Estos equipos deben ser programados para mantenimiento en el menor tiempo posible y es muy probable que deban ser efectuadas actividades propias de un mantenimiento correctivo.

TABLA GENERAL DE LUBRICACIÓN: Adicionalmente está tabla que permite programar la lubricación de las unidades, en la cual se indica el grado de viscosidad que debe tener el aceite, el tipo recomendado, volumen de aceite que debe llevar de acuerdo a la posición de montaje del equipo con la información suministrada por los fabricantes y el intervalo de cambio. Las columnas restantes permiten registrar las fechas de cambio y mantener un control sobre esta actividad que es una de las más importantes para un reductor.



TABLA DE LUBRICACION REDUCTORES

EQUIPO	PM.	CANTIDAD(L)	GRADO	TIPO	MARCA	REFERENCIA	CAMBIO(H)	CAMBIO 1	CAMBIO 2

OBSERVACIONES: Las cantidades de aceite fueron determinadas teniendo en cuenta la información promedio de los fabricantes de los equipos. Los grados de viscosidad y el tiempo del aceite fueron determinados teniendo en cuenta el tipo del equipo, la temperatura ambiente de operación y las recomendaciones de los de cambio fabricantes de los reductores.
 PM= POSICION DE MONTAJE SEGUN CATALOGO DEL FABRICANTE

TABLA N°13. Lubricación reductores

Fuente: Autores del proyecto

TABLA DE CARGAS: Esta contiene información vital para determinar las condiciones de carga de los equipos, de manera tal que con la medición de amperajes de operación permite saber como se altera el factor de servicio del equipo, el consumo de energía, la sub.-utilización o sobre-utilización de los motores y reductores, cálculo el torque solicitado por la maquina, factor de servicio efectivo del equipo, calcular la potencia consumida en HP, programar la calibración de protecciones térmicas y mecánicas de los motores para evaluar roturas de equipo y en fin tener un control de la capacidad motriz de la planta.

Es importante aclarar que el análisis se desarrollo utilizando la toma de amperajes de los motores durante la visita a la planta, sin embargo es recomendable efectuar mínimo dos tomas con los equipos a plena carga que permitan estar seguros de que las condiciones de carga son

las máximas en cada aplicación. En estos casos con los datos que nos sean suministrados se actualizara la tabla de cargas.

En los equipos que no se tienen datos finales de cálculo se debe a la falta de información técnica de los motores, dado que no tienen placa y no son muy conocidos por lo que no se tiene información sobre sus factores de potencia y eficiencia. Los datos de torque efectivo faltantes están pendientes a la confirmación de relaciones de reducción, determinación de eficiencia y de factor de servicio máximo en equipos que no tiene placa. Esta información puede ser rescatada cuando se realice el mantenimiento del equipo.



TABLA GENERAL DE CARGAS MOTORREDUCTORES.

EQUIPO	PN(HP)	IN(A)	FP	TN (V)	IE(A)	PE(HP)	TE(N*m)	FSE	% UC


PN= POTENCIA NOMINAL IN= CORRIENTE NOMINAL FP= FACTOR DE POTENCIA TN= TENSION NOMINAL IE= CORRIENTE EFECTIVA PE= POTENCIA EFECTIVA CALCULADA TE= TORQUE EFECTIVO CALCULADO FSE= FACTOR DE SERVICIO EFECTIVO INSTALADA HZ= FRECUENCIA DE OPERACION RPMS= RPM SALIDA

TABLA N°14. Calculo de cargas motorreductores

Fuente: autores del proyecto

FICHAS GENERALES DE INFORMACIÓN: En estos documentos encontrará las principales características de los equipos especificando las características del motor y las del reductor, adicionalmente hay información relacionada con las transmisiones y sus características.

También esta registrado el resultado de la inspección de los equipos, los datos medidos y los comentarios generales del estado en que se encontraron los equipos y que fueron la base para graficar el estado de las unidades de su planta.

 ASER DE COLOMBIA LTDA.	
FICHA GENERAL DE INFORMACIÓN	
Empresa:	CRISTALERIA PELDAR S.A
Área:	LINEA D2
Máquina accionada:	MESA DE DESCARGA DERECHA 2
Reductor:	Código: US MOTORS
Motor:	Código: US MOTORS
Marca:	US MOTORS
Referencia:	MbN 220300BP640MT145T1.5
Referencia:	145T
Número de serie:	KQ3D-4371707011
Número de serie:	1740 RPM
Potencia:	1.1 Kw/1.5 HP
Potencia:	1.1 Kw/1.5 HP
Relación:	40/1
Revoluciones E/S:	1720/43 RPM
Tensión:	230/460V
Tensión:	440
Torque:	2199 Lb*in(248 N*m)
Corriente:	4.6/2.3A
Corriente:	2.4
Factor de servicio:	1.1
Aislamiento:	
Posición de Montaje:	P7
Protección:	IP
Eficiencia:	94%
Factor de Potencia:	0.76
Lubricación:	SINTETICO ISO VG 320
Eficiencia:	84%
Volumen Aceite:	3.5 LITROS
Protección eléctrica:	
Otros:	VARIADOR A 45 HZ
Otros:	
TRANSMISIONES	
Ubicación:	ENTRADA Características: ACOUPLE DIRECTO DEL MOTOR AL REDUCTOR
Ubicación:	SALIDA Características: EQUIPO DE EJE HUECO
INFORME DE REVISIÓN	
Ruido reductor:	NORMAL
Ruido motor:	NORMAL
Temperatura Oper.:	33°C
Temperatura Oper.:	32°C
Estado Transmisión:	NORMAL
Tensión/Carga Oper.:	440 V /0.3A
Nivel/Estado aceite:	EN OPERACIÓN
Ventilador:	NORMAL
Anclaje:	NORMAL
Caperuza:	NORMAL
Tapones:	NORMAL
Regleta de bornes:	NORMAL
Retenedor salida:	CON DESGASTE NORMAL
Retenedor motor:	-----
Retenedor de entrada:	-----
Sup. Ret. entrada:	-----
Rodamientos mot.:	NORMALES
Sup. de ret. salida:	-----
Rodamientos red.:	NORMALES
Índice de aislamiento:	-----
Chavetas:	-----
Bobinado:	-----
Engranajes:	PRESENTAN CONDICIONES DE OPERACIÓN NORMAL
Ajustes:	
Otros:	VERIFICAR EL ULTIMO REGISTRO DE LUBRICACION
Tecnico Revisor:	ARMANDO SUAREZ
Tiempo de revisión:	
Fecha:	NOV.06
DIAGNOSTICO Y CORRECCION	
El equipo presenta condiciones de operación normal, sin embargo se debe verificar si se han hecho cambios de aceite y cual fue su ultima fecha de registro.	

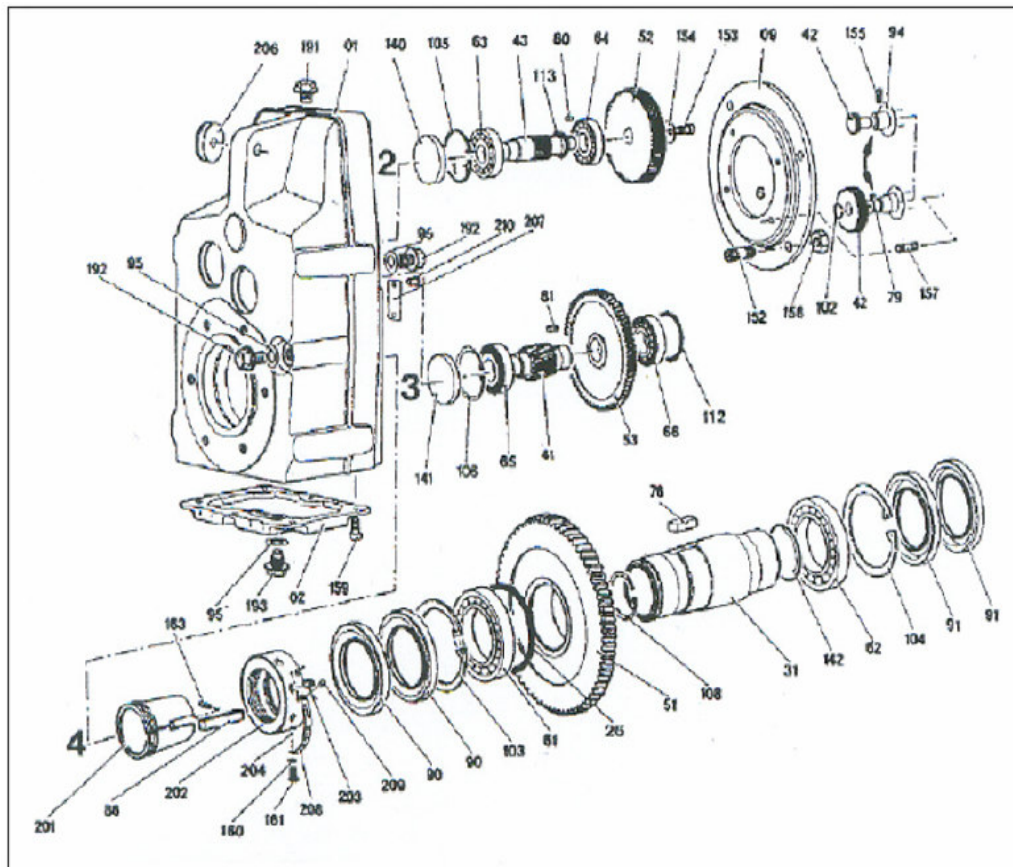
FGR002 REV02/05

TABLA N°15. Ficha General de información – Base de datos

Fuente: autores del proyecto

LISTAS DE PARTES: Para la gran mayoría de equipos el técnico encontrará una lista con las referencias de los componentes normales para mantenimiento como son rodamientos, retenedores y engranes.

PLANO DE PARTES: Finalmente se entrega un plano general esquemático de los equipos de la planta que permite observar la ubicación de los componentes que fueron descritos anteriormente y que sirve para ilustrar las actividades de mantenimiento.



GRÁFICA N°25. Plano de Partes


9.4. MONITOREOS

Una herramienta fundamental para programar mantenimiento para equipos de transmisión de potencia son los monitoreos e la cual se realiza un seguimiento a cada equipo para establecer su comportamiento en operación.

La idea fundamental por parte de **ASER DE COLOMBIA LTDA** después de ofrecer el modelo de mantenimiento inicial mediante el levantamiento de información y la base de datos a las empresas que la implementen en sus plantas es la de ofrecerles otro paquete de nuestros servicios mediante los monitoreos realizando previamente un estudio de las frecuencia o lapsos que se recomiendan para hacer el seguimiento y con la información suministrada por los jefes de mantenimiento donde nos estipulen las horas de operación (diaria o mensual) a las que se encuentran sometidos los equipos de transmisión de potencia en sus diferentes aplicaciones.

9.4.1. TÉCNICA DE EVALUACIÓN Y REVISIÓN.

Teniendo en cuenta que a la planta al cual se le va realizar el monitoreo ya tenga su base de datos realizada con el levantamiento de información y después de tener la información de la ubicación y datos técnicos completos de cada equipo de transmisión de potencia a continuación se presenta el diseño desarrollado mediante una planilla de chequeo especificando abreviadamente las variables de evaluación para motorreductores y motores que el técnico debe llenar para así establecer gráficamente los valores de criticidad para cada equipo. Adicionalmente hay una hoja de observaciones para documentar más ampliamente los reportes de monitoreo que no se alcance a plasmar en la tabla de inspección.

 ASER DE COLOMBIA LTDA.	OBSERVACIONES:	

Fuente: Autores del proyecto

TABLA N°19. Planilla Observaciones Motorreductores y Motores

9.4.1.1. Informe de revisión

Para medir estas variables se realizara a través de los equipos de medición como lo son: el estetoscopio electrónico, sonda ultrasónica, termómetro láser, controlador del estado del aceite, medidor de vibraciones pen plus, pinza voltiamperimetrica; estos datos se plasman en la planilla de chequeo; dando una información detallada del comportamiento del equipo.

La inspección se efectúa en dos etapas; **Operación a plena carga** con el fin de analizar las condiciones de los equipos con la máxima exigencia de las aplicaciones y **Equipo en reposo** para verificación de niveles de aceite y estado de degradación del lubricante.

Las variables que se deben tener en cuenta para revisar un equipo en su proceso de operación y que se van ha medir con los instrumentos de medición son los siguientes:

Análisis de ruido: Con esta variable se pretende evaluar el grado de sensibilidad que se requiere para poder captar algún tipo de ruido anormal en nuestros equipos de transmisión de potencia ya sea por desgaste en los flancos de contacto o fisura parcial de dientes en sus engranajes o desgaste en los rodamientos.

Los motorreductores tienen tabulados los niveles de ruido en función de su potencia y mediante la comparación es fácil detectar alguna anomalía cuando apenas se esta iniciando.

- **Instrucción:** Para analizar los niveles de ruido en un motor o motorreductor se debe colocar la punta del estetoscopio en la carcasa donde encontremos los puntos de apoyos de los ejes (rodamientos) y en el sistema de engranes (piñones, sinfín y coronas); con lo cual nos garantiza establecer el elemento que

pueda presentar algún ruido anormal para detallarlo en la ficha de inspección.

En algunos casos las transmisiones o los sistemas de acople directo del motor al reductor pueden influir en el comportamiento de estado ya que por inducción de ruido de un sistema al otro se puede dar un diagnóstico falso por lo que es recomendable que el técnico que realiza este tipo de inspecciones debe estar previamente capacitado para saber interpretar estos diferentes niveles de ruido.

Control de temperatura. Este factor es de fácil ejecución siempre y cuando se cuente con el equipo debidamente calibrado y sea utilizado en la forma adecuada.

Las lecturas de temperatura permiten saber cuales son las condiciones de exposición a las que está sometido el aceite, por otra parte con estas lecturas es fácil determinar cual es el estado de exigencia del devanado de los motores teniendo en cuenta el tipo de aislamiento del cual están provistos.

- **Instrucción:** Para establecer esta variable se debe ubicar el termómetro lo más cercano posible en los mismos puntos donde se verificaron los niveles de ruido con el estetoscopio y se debe colocar en la ficha de información la lectura de temperatura más alta y la ubicación exacta donde se está presentando.

Lubricación. Aun teniendo en cuenta todas las recomendaciones enumeradas anteriormente es necesario contar con un respaldo adicional como es analizar periódicamente el estado del lubricante.

Esto se debe a que es casi imposible que las condiciones de operación sean ideales y a que en nuestro caso por ser países tropicales es necesario observar medidas alternas para conservar los equipos. Los

análisis deben ser hechos en laboratorios reconocidos y por especialistas sin embargo en planta debemos estar en capacidad de poder detectar cambios en la efectividad del lubricante que seguramente producirán un aumento considerable en la temperatura. Manejo del comprobador de aceite OilCheck.

- **Instrucción:** Antes de la calibración es importante asegurarse de que el sensor este limpio y seco, ya que la humedad y la contaminación tienen un efecto negativo sobre los resultados. La prueba se debe realizar generalmente con la unidad conmutada en la posición HI
 - **Paso1.** Llene hasta la mitad el sensor con aceite limpio (asegúrese de que toda la superficie este cubierta). Para la calibración se debe utilizar aceite de la misma marca que el aceite del equipo que se esta evaluando.
 - **Paso 2.** Ponga el conmutador rotatorio desde la posición OFF a la posición HI, el indicador completara un barrido entero y volverá a la posición cero. El símbolo CAL saldrá parpadeando en la pantalla; si durante la prueba el símbolo CAL parpadea, la unidad necesita que se vuelva a calibrar.
 - **Paso 3.** Pulse el botón test. El símbolo CAL desaparecerá y se visualizara un segmento. El instrumento se ha calibrado a si mismo contra la muestra limpia y esta listo para realizar la prueba con el aceite del equipo. Nota: asegurarse de que el mando CAL no este pulsado ya que esto volvería a poner el instrumento de nuevo en el modo de calibración y la unidad necesitara volver a ser calibrada.
 - **Paso 4.** Retire la muestra patrón de aceite sin utilizar del sensor con un paño o papel limpio.
 - Paso 5. Para conseguir resultados óptimos asegurarse de

utilizar una muestra de aceite representativa y de que su temperatura no sea mayor de 40°C. Coloque suficiente aceite en el sensor para cubrir completamente su superficie. Pulse el botón TEST y manténgalo pulsado durante 10 segundos o hasta que los segmentos hayan detenido su desplazamiento por la pantalla. El resultado permanecerá en la pantalla cuando se suelte el botón y hasta que se lleve a cabo la siguiente prueba. Este resultado se representa en porcentaje y se deberá colocar en la ficha de levantamiento indicando el color de la zona donde dio la lectura.

Control de carga eléctrica. Este parámetro permite detectar y evaluar cambios en la condición de carga de la maquina por efecto de algún problema mecánico o por sobrecargas, si se trata de este ultimo aspecto es muy importante estar seguros de que el equipo esta en capacidad de responder o en su defecto que cuente con los medios de protección adecuados.

- **Instrucción:** Verificar con la pinza voltiamperimetrica el voltaje de operación de cada equipo y de las tres fases determinar el consumo de operación en plena carga más alto. Estos datos se pueden tomar del tablero de control de cada línea o si es posible directamente de la caja de bornes de cada equipo teniendo en cuenta la seguridad personal.

Análisis de vibraciones. Es el medio más efectivo para determinar la condición de operación de los componentes internos de una maquina en función de su frecuencia de operación. En estos casos es muy importante que los estudios se inicien en los equipos cuando los equipos estén en perfecto estado, con el fin de poder determinar

cualquier cambio por mínimo que sea y para poder estandarizar niveles de alarma que realmente aseguren que la programación de una parada va a ser efectiva y no tardía.

Al igual que con la lubricación este tipo de actividades debe ser hecha por especialistas que además conozcan perfectamente el principio de operación de un equipo y tengan la información interna del mismo para poder hacer los cálculos necesarios y para poder alimentar los programas patrón de análisis de fallas.

Penplus Con el lápiz de vibraciones se miden los puntos donde se encuentran montados los rodamientos de los motores y los rodamientos del eje de entrada de cada reductor los valores de tendencia según normas **ISO 10816-2 Y 10816-3** para determinar fallos de la instalación tales como falta de alineación, desequilibrios, falta de fijación de los montajes, así como zonas deterioradas del rodamiento.

Puntos de evaluación. En la siguiente grafica se muestran los puntos de evaluación donde se toman los valores en los tres puntos del rodamiento (axial-vertical y horizontal) para evaluar posteriormente con las tablas ISO en que estado se encuentran operando. **Ver Grafica N°24. Puntos de evaluación Análisis de Vibración-Levantamiento**

Otros. Es necesario establecer visualmente el comportamiento de las demás piezas componentes de un equipo de transmisión de potencia, como lo son sus retenedores, tapones, regleta de bornes, ventiladores, caperuza ya que en pueden influir en la alteración del comportamiento de estado de estas unidades durante su operación de trabajo.

9.4.1.2. Análisis de la información.

Luego de realizar la inspección y evaluación general de los equipos de transmisión de potencia en campo se describe numéricamente en la tabla de cálculo en cada una de las variables a fin de calcular el valor de criticidad total y poder demostrar gráficamente el estado actual de cada equipo evaluado para así poder establecer programas de mantenimiento.

Los valores numéricos establecidos para cada criterio de evaluación son los mismos especificados para el levantamiento de información.

TABLA N°11. Criterios de evaluación motorreductores y TABLA N°12. Criterios de evaluación motores eléctricos.

9.4.1.3. Informe Final.

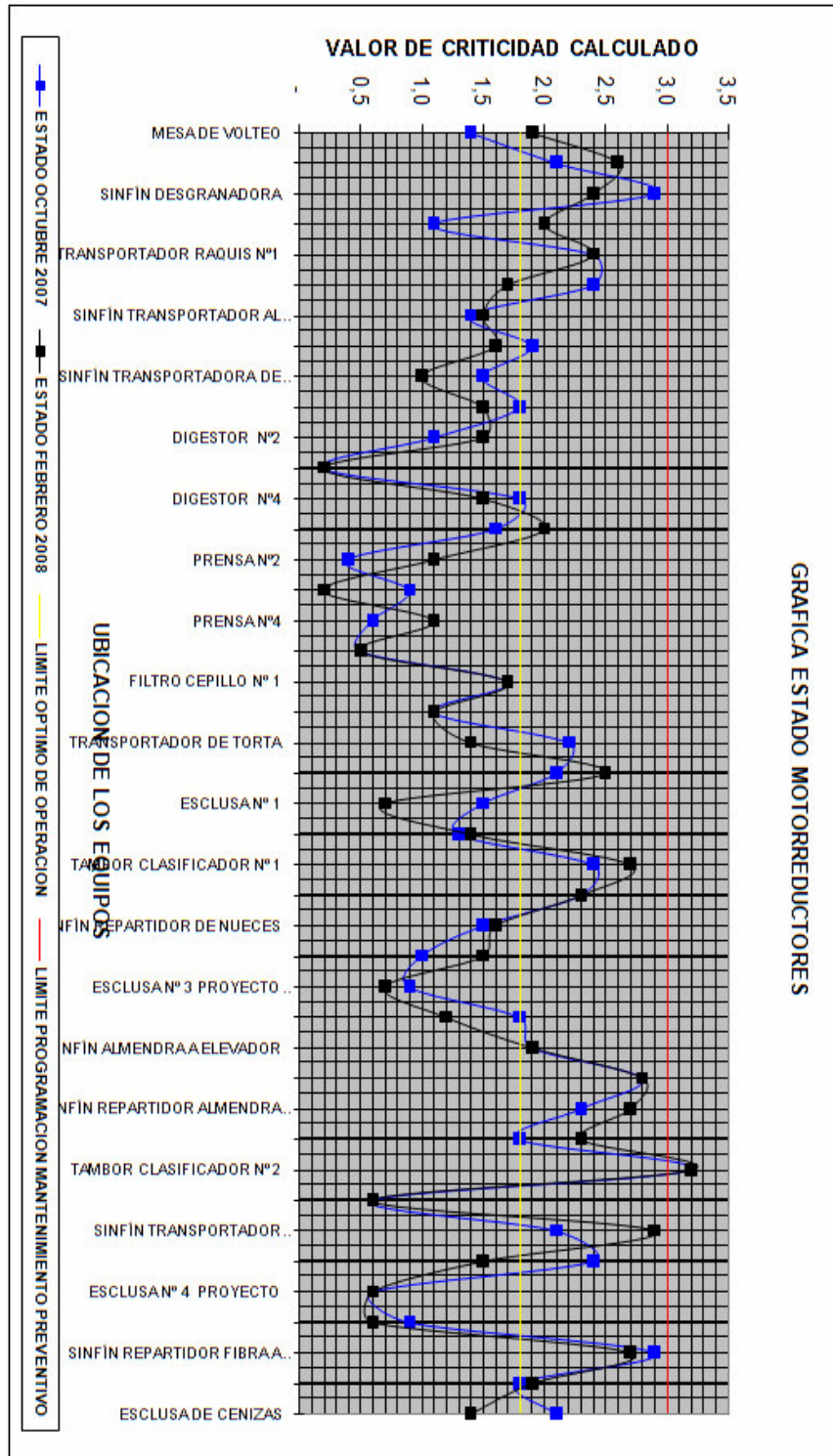
En este informe final se especifica los equipos que se deben programar para mantenimiento según el rango establecido dando un concepto claro el porque ese equipo(s) están presentando condiciones de operación anormal a fin de que se programen para evitar fallas súbitas que se puedan presentar y alteren la producción en una línea.

Adicionalmente a este informe se anexa la tabla de calculo de diagnóstico (**TABLA N°20**) y la gráfica de estado (**GRÁFICA N°26**)

EQUIPO	VARIABLE													TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
MESA DE VOLTEO	0,7	-	-	-	-	-	-	0,5	-	0,2	-	0,3	0,2	1,9
TRANSPORTADOR DE FRUTA	0,7	-	-	0,6	-	-	-	0,5	-	0,2	-	0,3	0,3	2,6
SINFÍN DESGRANADORA	0,7	-	-	0,6	0,2	-	-	-	-	0,6	-	-	0,3	2,4
DESGRANADORA	0,7	-	-	0,6	-	-	-	-	-	0,2	-	0,3	0,2	2,0
TRANSPORTADOR RAQUIS N°1	0,7	-	-	0,6	-	-	-	-	-	0,6	-	0,3	0,2	2,4
TRANSPORTADOR RAQUIS N°2	0,7	-	0,6	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	0,2	1,7
SINFÍN TRANSPORTADOR AL ELEVADOR	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6	-	-	0,2	1,5
ELEVADOR DE FRUTO	0,2	-	-	-	-	0,1	-	-	-	1,1	-	-	0,2	1,6
SINFÍN TRANSPORTADORA DE FRUTA	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6	-	-	0,2	1,0
DIGESTOR N°1	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6	-	-	0,2	1,5
DIGESTOR N°2	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6	-	-	0,2	1,5
DIGESTOR N°3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	0,2
DIGESTOR N°4	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6	-	-	0,2	1,5
PRENSA N°1	0,7	-	-	-	-	-	-	-	0,5	0,6	-	-	0,2	2,0
PRENSA N°2	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	0,2	1,1
PRENSA N°3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	0,2
PRENSA N°4	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	0,2	1,1
SINFÍN SECADOR	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	0,1	0,5
FILTRO CEPILLO N° 1	0,7	-	-	-	-	-	-	-	0,5	0,2	-	-	0,3	1,7
FILTRO CEPILLO N° 2	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	0,2	1,1
TRANSPORTADOR DE TORTA	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	0,3	-	0,2	1,4
SINFÍN RECEPCION DE NUECES	0,7	-	0,6	-	-	-	-	-	-	0,6	-	0,3	0,3	2,5
ESCLUSA N° 1	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-	0,2	0,7
ESCLUSA N° 2	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	0,3	0,2	1,4
TAMBOR CLASIFICADOR N° 1	0,7	-	-	-	-	-	-	-	0,5	0,6	0,3	0,3	0,3	2,7
ELEVADOR DE NUECES A SILO	0,7	-	0,6	0,6	-	-	-	-	-	0,2	-	-	0,2	2,3
SINFÍN REPARTIDOR DE NUECES	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6	-	-	0,3	1,6
SINFÍN NUECES ROTAS	0,2	-	-	-	-	-	-	-	0,5	0,6	-	-	0,2	1,5
ESCLUSA N° 3 PROYECTO ESCLUSAS NUECES ROTA	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	0,3	0,7
TAMBOR HIDROCICLON	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	0,3	1,2
SINFÍN ALMENDRA A ELEVADOR	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6	0,3	-	0,3	1,9
ELEVADOR DE ALMENDRA	1,5	-	-	-	-	-	-	-	0,5	0,6	-	-	0,2	2,8
SINFÍN REPARTIDOR ALMENDRA A SILOS	0,7	-	1,2	-	-	-	-	-	-	0,6	-	-	0,2	2,7
ELEVADOR A TAMBOR CLASIFICADOR N° 2	0,7	-	-	-	-	-	-	-	0,5	0,6	0,3	-	0,2	2,3
TAMBOR CLASIFICADOR N° 2	1,5	0,2	0,6	-	-	-	-	-	0,5	0,2	-	-	0,2	3,2
ELEVADOR ALMENDRA PROYECTO	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	0,2	0,6
SINFÍN TRANSPORTADOR PROYECTO	0,7	-	-	0,6	-	-	-	0,5	-	0,6	0,3	-	0,2	2,9
TRANSPORTADOR DE CASCARILLAS	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6	-	-	0,2	1,5
ESCLUSA N° 4 PROYECTO	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	0,2	0,6
ESCLUSA DE FIBRA	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	0,2	0,6
SINFÍN REPARTIDOR FIBRA A CALDERA	0,7	-	-	0,6	-	-	-	-	-	1,1	-	-	0,3	2,7
SINFÍN REPARTIDOR FIBRA A CALDERA N° 2	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6	-	0,3	0,3	1,9
ESCLUSA DE CENIZAS	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	0,3	0,2	1,4

Fuente: Autores del proyecto

TABLA N°20. Tabla General de calculo diagnóstico de Motorreductores



Fuente: Autores del proyecto

GRÁFICA N°26. Estado Motorreductores.

9.5. PLAN DE MANTENIMIENTO PROACTIVO PARA EQUIPOS DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA POR ANÁLISIS CAUSA RAÍZ.

Para la implementación del plan de mantenimiento proactivo en los equipos de transmisión de potencia instalados en las diferentes aplicaciones de la industria se desarrolla el **ANÁLISIS POR CAUSA RAÍZ (ACR)**, metodología que nos permite identificar las causas físicas, humanas y latentes de cualquier tipo de falla o incidente que ocurren una o varias veces permitiendo adoptar las acciones correctivas que reducen los costos del ciclo de vida útil y mejora en la confiabilidad en los equipos de transmisión de potencia.

El aumento de la vida operativa de los equipos de transmisión de potencia a través de una estrategia de mantenimiento proactivo indudablemente disminuye los costos de mantenimiento y aumenta la productividad de la planta. Sin embargo, en la práctica en muchas empresas no se ha logrado los resultados esperados por falta de personal capacitado en el tema.

CAUSAS DE FALLAS EN EQUIPOS DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA.

- Desbalanceo
- Desalineamiento
- Solturas mecánicas
- Fallas de engrane por una lubricación inadecuada ya que no se siguen los parámetros estipulados por los fabricantes de las diferentes marcas existentes
- Fallas en rodamiento por las siguientes causas:
 - * Desbalanceamiento de rotores.
 - * Desalineamiento de acoplamientos.

- * Distorsión de la carcasa.
- * Transmisión por correas desalineadas.
- * Correas sobretensadas.
- * Apriete inadecuado del rodamiento en el eje y del rodamiento en los alojamientos de montaje.

9.5.1. TÉCNICAS UTILIZADAS EN EL MANTENIMIENTO PROACTIVO.

9.5.1.1. ANÁLISIS DE VIBRACIONES MECÁNICAS.

Las vibraciones mecánicas es el parámetro más utilizado universalmente para monitorear la condición de la máquina, debido a que a través de ellas se puede detectar la mayoría de los problemas que ellas presentan. Para analizar las vibraciones se utilizan diferentes técnicas. Se requiere de diferentes técnicas debido a que problemas diferentes pueden presentar síntomas similares. Este síntoma puede tener su origen en numerosos problemas: desbalanceamiento, desalineamiento, soldaduras mecánicas, eje agrietado, pulsaciones de presión, etc. Para poder discernir cuál es el problema específico, es necesario utilizar en forma integrada un conjunto de técnicas de diagnóstico.

9.5.1.2. MONITOREO DE DIFERENTES TIPOS DE ONDAS

Otro grupo de técnicas que se utiliza en el diagnóstico de fallas y en la vigilancia de máquinas rotatorias es la medición y análisis de diferentes tipos de ondas sean mecánicas o acústicas.

Dentro de las técnicas más utilizadas se encuentran:

- Análisis del sonido
- Análisis del ultrasonido
- Análisis de ondas mecánicas o vibraciones de alta frecuencia, HDF.
- Análisis de ondas de choques SPM
- Análisis de emisiones acústicas
- Análisis de la energía espectral emitida, SEE 5

9.5.1.3. ANÁLISIS DE ACEITES.

- Análisis espectrométrico del aceite (SOAP Analysis: Spectrometric Oil Analysis Procedure).
- Análisis de los residuos en el aceite: ferrografía directa, ferrografía analítica, análisis de astillas.
- Análisis de la contaminación en los aceites hidráulicos.

9.5.1.4. TERMOGRAFÍA.

La cámara termográfica permite la realización de trabajos de mantenimiento preventivos en todas las instalaciones de la planta para detectar averías o funcionamientos incorrectos de la maquinaria. Su alta sensibilidad resulta en una imagen altamente nítida.

9.5.1.5. TRIBOLOGÍA.

La tribología es la ciencia que estudia la fricción, el desgaste y la lubricación que tienen lugar durante el contacto entre superficies sólidas en movimiento.

La tribología se centra en el estudio de tres fenómenos:

1. la fricción entre dos cuerpos en movimiento
2. el desgaste como efecto natural de este fenómeno
3. la lubricación como un medio para evitar el desgaste.

Fricción: La fricción se define como la resistencia al movimiento durante el deslizamiento o rodamiento que experimenta un cuerpo sólido al moverse sobre otro con el cual está en contacto. Esta resistencia al movimiento depende de las características de las superficies. Una teoría explica la resistencia por la interacción entre puntos de contacto y la penetración de las asperezas. La fricción depende de

- i) la interacción molecular (adhesión) de las superficies
- ii) la interacción mecánica entre las partes.

La fuerza de resistencia que actúa en una dirección opuesta a la dirección del movimiento se conoce como fuerza de fricción. Existen dos tipos principales de fricción: fricción estática y fricción dinámica. La fricción no es una propiedad del material, es una respuesta integral del sistema.

Las dos leyes básicas de la fricción se han conocido desde hace un buen tiempo:

- 1) la resistencia de fricción es proporcional a la carga
- 2) la fricción es independiente del área de deslizamiento de las superficies.

Desgaste: El desgaste es el daño de la superficie por remoción de material de una o ambas superficies sólidas en movimiento relativo. Es un proceso en el cual las capas superficiales de un sólido se rompen o se desprenden de la superficie. Al igual que la fricción, el desgaste no es solamente una propiedad del material, es una respuesta integral del sistema. Los análisis de los sistemas han demostrado que 75% de las fallas mecánicas se deben al desgaste de las superficies en rozamiento. Se deduce fácilmente que para aumentar la vida útil de un equipo se debe disminuir el desgaste al mínimo posible.

1. Desgaste por fatiga. Surge por concentración de tensiones mayores a las que puede soportar el material, incluye las dislocaciones, formación de cavidades y grietas.
2. Desgaste abrasivo. Es el daño por la acción de partículas sólidas presentes en la zona del rozamiento.
3. Desgaste por erosión. Es producido por una corriente de partículas abrasivas, muy común en turbinas de gas, tubos de escape y de motores.
4. Desgaste por corrosión. Originado por la influencia del medio ambiente, principalmente la humedad, seguido de la eliminación por abrasión, fatiga o erosión, de la capa del compuesto formado. A este grupo pertenece el Desgaste por oxidación. Ocasionado principalmente por la acción del oxígeno atmosférico o disuelto en el lubricante, sobre las superficies en movimiento.
5. Desgaste por frotación. Aquí se conjugan las cuatro formas de desgaste, en este caso los cuerpos en movimiento tienen

movimientos de oscilación de una amplitud menos de 100 μm . Generalmente se da en sistemas ensamblados.

6. Desgaste adhesivo. Es el proceso por el cual se transfiere material de una a otra superficie durante su movimiento relativo, como resultado de soldado en frío en puntos de interacción de asperezas, en algunos casos parte del material desprendido regresa a su superficie original o se libera en forma de virutas o rebaba.
7. Desgaste fretting. Es el desgaste producido por las vibraciones inducidas por un fluido a su paso por una conducción.
8. Desgaste impacto. Son las deformaciones producidas por golpes y que producen una erosión en el material.

Lubricación: El deslizamiento entre superficies sólidas se caracteriza generalmente por un alto coeficiente de fricción y un gran desgaste debido a las propiedades específicas de las superficies. La lubricación consiste en la introducción de una capa intermedia de un material ajeno entre las superficies en movimiento. Estos materiales intermedios se denominan lubricantes y su función es disminuir la fricción y el desgaste. El término lubricante es muy general, y puede estar en cualquier estado material: líquido, sólido, gaseoso e incluso semisólido o pastoso.

A continuación se ilustrará las ideas precedentes analizando los factores a considerar si se quiere ser proactivo cuando se quiere aumentar la vida de los equipos de transmisión de potencia.

- Disminuir la carga que actúa sobre ellos.
- Utilizar un lubricante con la viscosidad adecuada
- Utilizar un lubricante con contaminación sólida controlada.
- El desarrollo de mantenimiento programado para los equipos de transmisión de potencia deber ser realizado por personal calificado, con los repuestos originales recomendados por el fabricante.
- En caso de reconstrucción de piezas o fabricación se debe tener en cuenta los ajustes para un adecuado ensamble de estos elementos mecánicos para evitar cualquier tipo de alteración en su operación.
- Las unidades deben montarse sobre bases firmes y planas para eliminar vibraciones que provoquen desalineamiento en los ejes.
- Si la transmisión de la unidad a la maquina es por acople directo entre ejes, debe garantizarse una alineación precisa de los mismos.
- Si la transmisión se hace por cadena o correa, la tensión dada a estos elementos debe ser la recomendada por el fabricante, alineando correctamente los piñones o poleas.
- Los elementos de acople deben montarse cuidadosamente sobre los ejes, para no dañar los rodamientos y lo mas cerca posible de la carcasa para evitar momentos flectores adicionales sobre los ejes.
- Si el equipo presenta fallas prematuras continuas se debe realizar un estudio técnico minucioso estableciendo de tal manera si el equipo a sido bien seleccionado para la aplicación requerida.

10. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

10.1 RECURSOS HUMANOS.

Para la elaboración del siguiente proyecto, se conto con la colaboración de las siguientes personas:

Director del proyecto:

- **Ing. Omar cano Alonso**

Grupo de Trabajo:

- Luis Armando Suarez
- Alejandro Becerra Padilla

Grupo de la Facultad de Ingeniería, Departamento de Mecánica de la Universidad Libre de Colombia Bogota D.C.

Personas que participaron en el proceso:

- **Carol Viviana Chaparro Alvarez**, Gerente Administrativa de Aser de Colombia LTDA
- **Luis Fernando Jiménez Vela**, ingeniero Industrial, coordinador de Logística y desarrollo de Aser de ColombiaLTDA
- **Henry Díaz**. Jefe de Mantenimiento Planta extractora San Carlos de Guaroa- Meta
- **Ingenieros y Jefes de mantenimiento** de clientes actuales de Aser de Colombia LTDA

10.2 RECURSOS FISICOS.

- Computador
- Impresora

- Material de papelería
- Fotocopias
- CD'S
- Transporte
- Almuerzos y refrigerios
- Cámara Fotográfica
- Servicio Telefónico
- Digitalización del texto
- Equipos de medición (suministrados por **Aser de Colombia LTDA**)

10.3 RECURSOS INSTITUCIONALES.

- Universidad Libre de Colombia, sede Bosque Popular Bogota D.C, Facultad de Ingenieria, Departamento de Mecanica, centro de Investigaciones.
- Planta extractora Oleaginosas San Marcos; sede San Carlos de Guaroa- Meta
- Camara de Comercio.
- Empresas clientes actuales **de ASER DE COLOMBIA LTDA**

10.4 RECURSOS FINANCIEROS.

TABLA N°21. PRESUPUESTO DE COSTOS UNITARIOS DEL PROYECTO

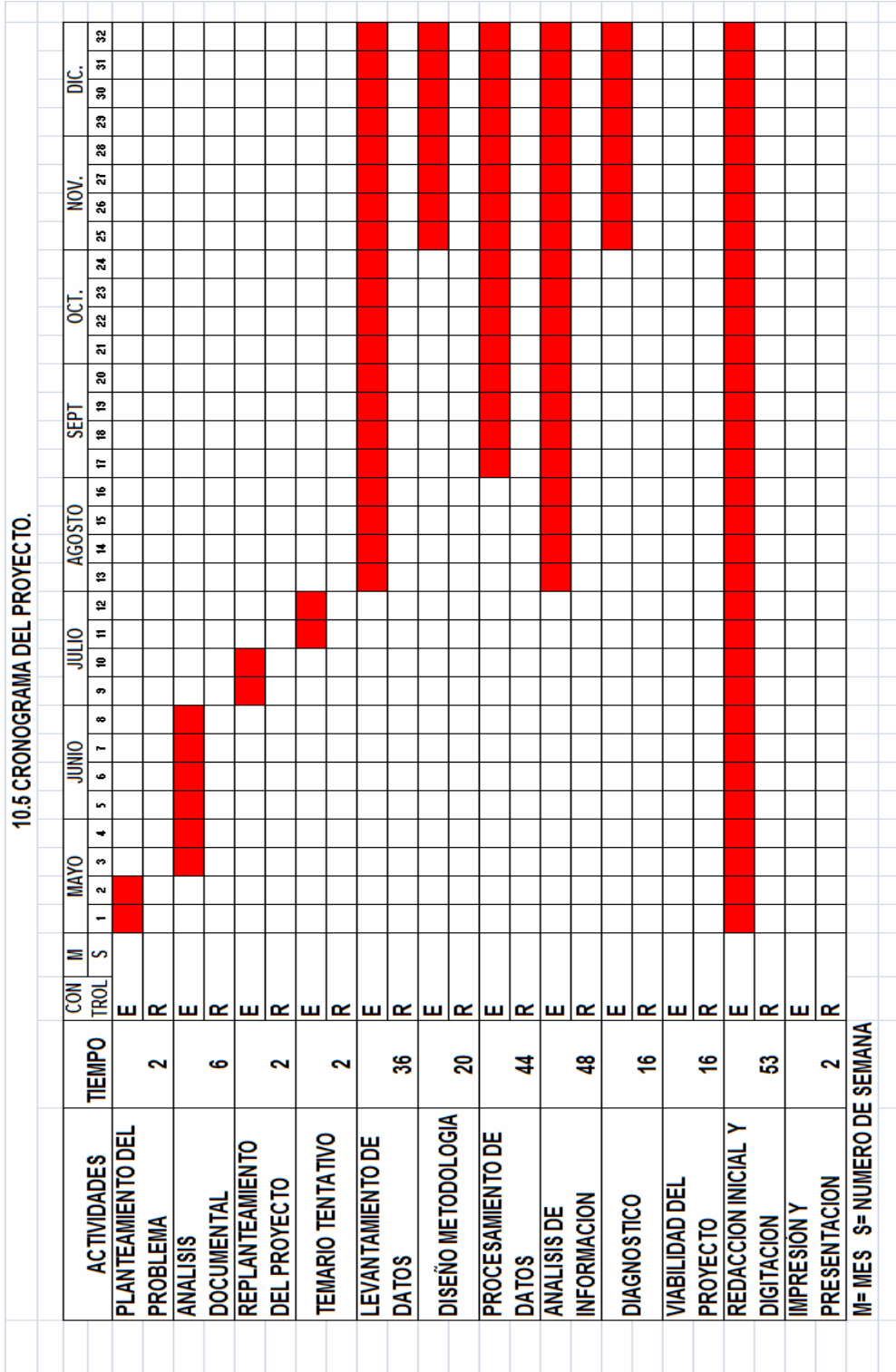
ITEMS	\$/HORA	No. HORAS	TOTAL	FUENTE FINANCIADORA
Talento Humano				
Investigador (2)	25000	190	4750000	AUTORES DEL PROYECTO
Director	35000	24	840000	ASER DE COLOMBIA
Asesor	35000	14	490000	UNIVERSIDAD LIBRE
Auxiliar	2500	16	40000	AUTORES DEL PROYECTO
Total Talento Humano	47500	238	6120000	
Gastos Maquinaria y Equipo				
Equipo de Laboratorio	0	0	0	
Máquina 1	2500	60	150000	ASER DE COLOMBIA
Máquina 2	7500	60	450000	ASER DE COLOMBIA
Computadora	600	200	120000	AUTORES DEL PROYECTO
Software				
Total Maquinaria y Equipo			720000	
Fungibles				
Análisis de muestras				
Libros	600000		600000	AUTORES DEL PROYECTO
Papel	260000		260000	AUTORES DEL PROYECTO
Tinta	260000		260000	AUTORES DEL PROYECTO
Total Fungibles			1120000	
Otros Gastos				
Servicios públicos	1000	25	25000	AUTORES DEL PROYECTO
Viajes	6000	84	504000	AUTORES DEL PROYECTO
Gastos representación	1000	25	25000	AUTORES DEL PROYECTO
Arrendamiento local	500	100	50000	AUTORES DEL PROYECTO
Total Otros Gastos			604000	
TOTAL ANTES DE IMPREVISTOS	8564000			
Imprevistos 2-6%	342000			
COSTO TOTAL DEL PROYECTO (ΣGASTOS)	8906000			

Fuente: Autores del proyecto

**TABLA N°22. PRESUPUESTO DE COSTOS GENERALES DEL
PROYECTO**

FUENTE	COSTO A CARGO	[%]
Proponente	6976000	78.3%
Universidad Libre	490000	5.5%
Empresa Soporte	1440000	16.2%
Costo Total Proyecto	8906000	100%

Fuente: Autores del proyecto



Fuente: Autores del proyecto

11. VIABILIDAD DEL PROYECTO

11. 1. La demanda.

Para el cálculo de la demanda, es necesario establecer el número de clientes potenciales que estarían interesados en adquirir el nuevo servicio o unidad de negocio que está ofreciendo **ASER DE COLOMBIA LTDA.**

11.1.1. Clientes actuales.

Aser de Colombia cuenta en la actualidad con cuarenta y ocho (48) clientes ubicados en la ciudad de Bogotá, algunos de ellos con sucursales a nivel nacional.

11.1.2. La encuesta

La encuesta sirve para establecer los clientes potenciales o interesados en el servicio de modelo de mantenimiento que esta ofertando Aser de Colombia. Dicha encuesta formula una serie de preguntas que consignan la necesidad del cliente frente a éste tema y determina si éste se encontraría interesado en adquirir este servicio.

A continuación se muestra el formato de encuesta utilizado para establecer la cantidad de clientes potenciales y la demanda.

ASER DE COLOMBIA LTDA.		ENCUESTA PARA DETERMINAR CUANTOS CLIENTES POTENCIALES PARA LA UNIDAD DE NEGOCIO MONTEPEDE EQUIPOS	
Fecha:	Empresa:		
Jefe de mtto.:		Teléfono:	
FRECUENCIAS			
1. Que tipo de mantenimiento tiene establecido en su planta para los equipos de transmisión de potencia			
A	Predictivo	C	Correctivo
B	Preventivo	D	No realiza
		E	Otro
2. Su empresa cuenta actualmente con un modelo técnico de mantenimiento preventivo y predictivo para los equipos de transmisión potencia que tiene instalados en las diferentes líneas y áreas de la planta de producción.			
A	S		
B	No		
3. Defina el nivel de importancia que le da usted al mantenimiento preventivo y predictivo, siendo 1 No. Importante 2. Ligeramente importante 3. Muy importante			
A	No importante	B	Ligeramente importante
		C	Muy importante
4. Tiene o posee los equipos de medición adecuados para establecer el estado de los motores y motoredutores en operación y en parada?			
A	S	B	No
5. Tiene la empresa el personal calificado para desarrollar este trabajo de inspección y evaluación de los equipos de TP			
A	S	B	No
6. Establezca un rango aproximado en \$ mensual por concepto de mantenimientos correctivos para a motores y reductores en los últimos seis meses			
A	Entre \$ 3'000,000 y \$ 5'000.000	B	Entre \$ 6'000.000 y 10'000.000
C	Entre \$ 10'000.000 y \$ 40'000.000	D	Entre \$ 40'000,000 y \$ 80'000.0000
E	Entre \$ 80'000.000 y 50'000.000	F	Superior a \$ 50'000.000
7. Pagaría aproximadamente \$ 25,000 por concepto de levantamientos de información y \$ 5,000 por monitoreo de equipos?			
A	S	B	No
8. Aproximadamente cuántos equipos posee su planta?			
8.1	Motres		
8.2	Motoredutores		
9. Estaría interesado en adquirir nuestro modelo de mantenimiento preventivo y predictivo para a equipos de transmisión de potencia?			
A	S	B	No
10. Contrataría de inmediato nuestros servicios para a programa de mantenimiento preventivo y predictivo?			
A	S	B	No

Fuente: Autores del proyecto

TABLA N°23. Formato de encuesta para la determinación de clientes potenciales

* **Tabulación de encuesta**

en la siguiente tabla No 24 tabulación de la encuesta se observa 48 empresas a las cuales se desarrollo la encuesta y se muestra los datos recolectados segun el formato de encuestas para la determinacion de clientes potenciales tabla No 23.

	CLIENTE	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P81	P82	P9	P10
1	EMPRESA 1	B	A	C	B	A	D	B	70	150	B	B
2	EMPRESA 2	D	B	C	B	B	B	A	27	36	A	A
3	EMPRESA 3	A	A	C	B	A	C	A	120	280	A	A
4	EMPRESA 4	B	A	C	B	A	C	B	250	400	B	B
5	EMPRESA 5	B	A	C	B	A	E	B	120	300	B	B
6	EMPRESA 6	A	A	C	B	B	C	A	110	103	A	A
7	EMPRESA 7	B	A	C	B	A	C	B	130	250	B	B
8	EMPRESA 8	B	A	C	B	B	C	A	40	50	A	A
9	EMPRESA 9	D	A	B	B	B	B	B	35	68	A	B
10	EMPRESA 10	B	A	B	B	B	C	B	55	100	A	B
11	EMPRESA 11	D	B	B	B	B	F	A	50	106	A	A
12	EMPRESA 12	B	A	C	B	A	B	B	180	250	A	B
13	EMPRESA 13	A	A	B	B	B	A	B	100	150	A	B
14	EMPRESA 14	A	A	C	B	A	C	B	130	170	B	B
15	EMPRESA 15	D	B	A	B	B	A	A	25	30	A	B
16	EMPRESA 16	B	A	C	B	A	D	B	200	320	B	B
17	EMPRESA 17	B	B	B	B	B	C	A	48	168	A	A
18	EMPRESA 18	D	B	B	B	B	D	A	94	69	A	A
19	EMPRESA 19	D	B	B	B	B	C	B	45	120	B	B
20	EMPRESA 20	B	B	C	B	B	D	A	250	700	A	A
21	EMPRESA 21	B	B	B	B	B	D	A	30	120	A	A
22	EMPRESA 22	B	A	C	B	A	C	B	220	350	B	B
23	EMPRESA 23	B	A	B	B	B	D	B	70	115	A	B
24	EMPRESA 24	B	A	C	B	B	D	B	270	400	A	A
25	EMPRESA 25	B	A	C	B	A	C	B	120	300	A	B
26	EMPRESA 26	B	A	B	B	B	B	B	70	150	A	B
27	EMPRESA 27	B	B	B	B	B	C	A	75	328	A	A
28	EMPRESA 28	B	A	B	B	B	C	B	120	300	B	B
29	EMPRESA 29	B	B	B	B	B	C	B	60	120	A	B
30	EMPRESA 30	B	B	B	B	B	D	B	40	100	A	B
31	EMPRESA 31	B	B	B	B	B	C	A	520	85	A	A
32	EMPRESA 32	B	B	B	B	B	C	B	75	80	B	B
33	EMPRESA 33	B	B	B	B	B	C	B	150	300	A	B
34	EMPRESA 34	A	A	C	B	A	C	B	180	270	B	B
35	EMPRESA 35	B	B	C	B	B	D	A	75	121	A	A
36	EMPRESA 36	B	B	C	B	B	C	A	204	110	A	A
37	EMPRESA 37	B	B	C	B	B	B	B	50	70	A	B
38	EMPRESA 38	B	B	C	B	B	A	B	73	95	A	B
39	EMPRESA 39	D	B	B	B	B	F	A	46	54	A	A
40	EMPRESA 40	D	B	B	B	B	A	B	5	4	A	B
41	EMPRESA 41	B	B	B	B	A	B	B	68	80	A	B
42	EMPRESA 42	A	A	C	B	A	F	A	120	420	A	A
43	EMPRESA 43	B	B	B	B	B	C	B	83	55	B	B
44	EMPRESA 44	A	A	C	B	B	D	A	240	346	A	A
45	EMPRESA 45	A	A	B	B	B	C	A	195	90	A	A
46	EMPRESA 46	D	B	B	B	B	C	B	67	45	B	B
47	EMPRESA 47	D	B	B	B	B	C	A	21	34	A	A
48	EMPRESA 48	B	B	B	B	B	C	B	75	30	A	B

Fuente: Autores del proyecto

TABLA N°24. Tabla de tabulación de la encuesta

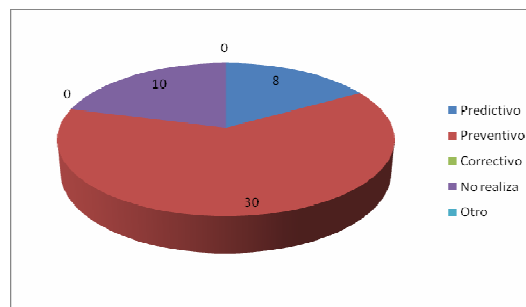
*** Resultados de la encuesta**

Población: 48 empresas

Muestra: 48 empresas (100%)

*** Análisis de las preguntas**

Pregunta No. 1: A la pregunta **¿Qué tipo de mantenimiento tiene establecido en su planta para los equipos de transmisión de potencia?** ; El 16,7% de los encuestados respondió que utilizan un tipo de mantenimiento predictivo, el 62,5% contestaron tener un tipo de mantenimiento preventivo y el 20,8% dijeron no tener ningún tipo de mantenimiento.

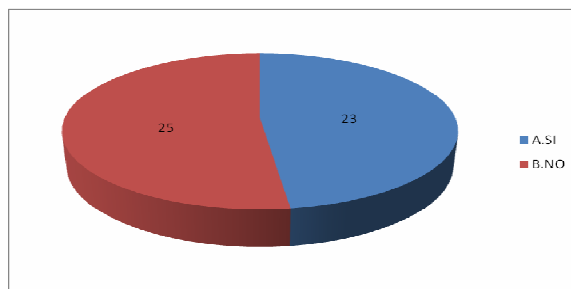


Fuente: Autores del proyecto

GRÁFICA N°27. Porcentaje respuesta pregunta #1 encuesta del proyecto

Pregunta No. 2: A la pregunta **¿Su empresa cuenta actualmente con un modelo técnico de mantenimiento preventivo y predictivo para los equipos de transmisión potencia que tiene instalados en las diferentes líneas y áreas de la planta de producción?** ; 23 empresas contestaron que actualmente tienen un modelo de mantenimiento y 25 empresas

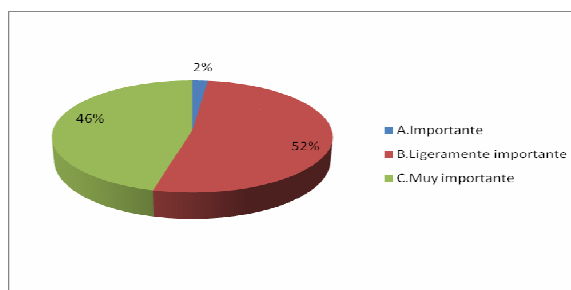
dijeron no poseer ningún sistema de mantenimiento preventivo y predictivo.



Fuente: Autores del proyecto

GRÁFICA N°28. Tabulación respuesta pregunta #2 encuesta del proyecto

Pregunta No. 3: A la pregunta **¿Defina el nivel de importancia que le da al mantenimiento preventivo y predictivo?**; El 2% manifestó no ser importante un mantenimiento programado, el 52% consideró que un mantenimiento programado es ligeramente importante y el 46% consideró como muy importante un modelo de mantenimiento programado.



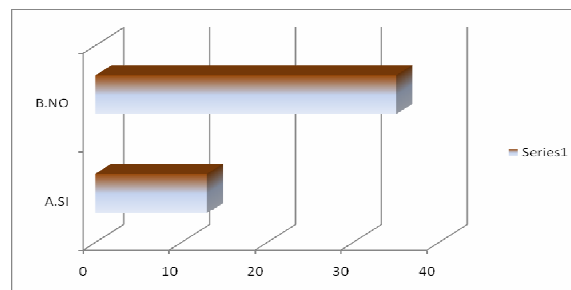
Fuente: Autores del proyecto

GRÁFICA N°29. Porcentaje respuesta pregunta #3 encuesta del proyecto

Pregunta No. 4: A la pregunta **¿Tiene o posee los equipos de medición adecuados para establecer el estado de los motores y**

motoreductores en operación y en parada? ; Todos los encuestados respondieron **“No tener equipos de medición”**.

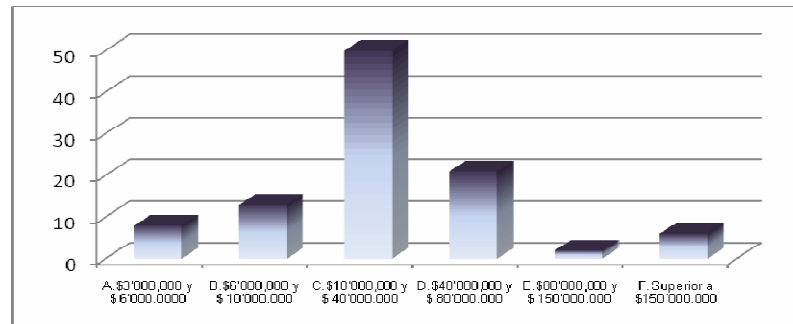
Pregunta No. 5: Para la pregunta **¿Tiene la empresa el personal calificado para desarrollar éste trabajo de inspección y evaluación de los equipos de transmisión de potencia? ;** trece (13) empresas contestaron tener el personal calificado y 35 que carecen de éste personal.



Fuente: Autores del proyecto

GRÁFICA N°30. Tabulación respuesta pregunta #5 encuesta del proyecto

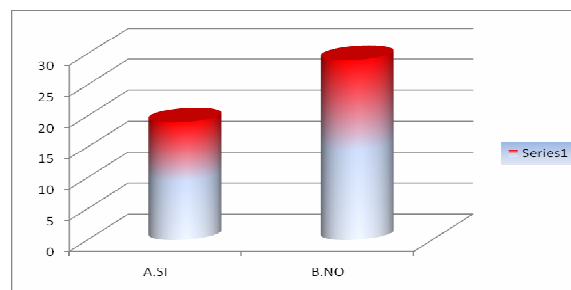
Pregunta No. 6: A la pregunta **¿Establezca un rango aproximado en pesos por concepto de mantenimientos correctivos para motores y reductores en los últimos seis meses? ;** Se evidencia que el 6% de las empresas encuestadas superan por mas de \$ 150'.000.000 sus costos de mantenimiento y el 2% entre \$ 80'.000.000 y \$ 150'.000.000, y el 50% de éstas empresas tienen costos de mantenimiento entre 10'.000.000 y \$ 40'000.000. Las cifras anteriores indican que los costos por mantenimientos correctivos son bastante altos, pero esta no es la gruesa del problema ya que éstos mantenimientos correctivos implican paradas **no planeadas**, factor determinante de pérdidas y sobrecostos de producción.



Fuente: Autores del proyecto

GRÁFICA N°31. Porcentaje respuesta pregunta #6 encuesta del proyecto

Pregunta No. 7: Para la pregunta **¿Pagaría aproximadamente \$30.000 por concepto de Levantamientos de información y \$20.000 por monitoreo de equipos?** ; diecinueve (19) empresas contestaron que si pagarían por los precios estipulados y 29 no están en condiciones de pagar estos valores.



Fuente: Autores del proyecto

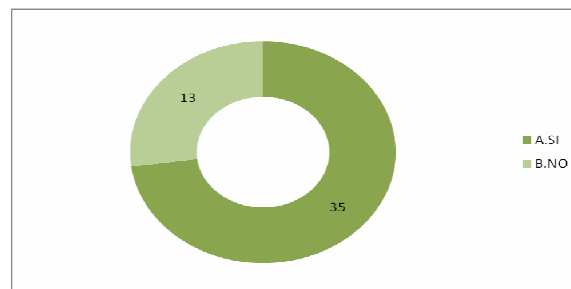
GRÁFICA N°32. Tabulación respuesta pregunta #7 encuesta del proyecto

Pregunta No. 8.1: **¿Aproximadamente cuantos equipos posee su planta motores?** El promedio de motores que tiene una empresa para

su levantamiento y monitoreo es de 112 unidades, una cifra importante para tener en cuenta a la hora de la demanda.

Pregunta No. 8.2: ¿Aproximadamente cuantos equipos posee su planta motoreductores? El promedio de motoreductores que tiene una empresa para su levantamiento y monitoreo es de 174 unidades, una cifra importante para tener en cuenta a la hora de la demanda.

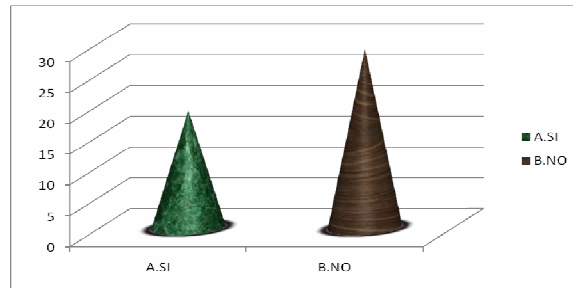
Pregunta No. 9: Para la pregunta **¿Estaría interesado en adquirir nuestro modelo de mantenimiento preventivo y predictivo para equipos de transmisión de potencia?** ; treinta y cinco (35) empresas contestaron que si estan interesados en adquirir el modelo de mantenimiento preventivo y predictivo y 13 que no estan interesados.



Fuente: Autores del proyecto

GRÁFICA N°33. Tabulación respuesta pregunta #9 encuesta del proyecto

Pregunta No. 10: A la pregunta **¿Contrataría de inmediato nuestros servicios para programa de mantenimiento preventivo y predictivo?** ; treinta y cinco (35) empresas contestaron que si estan interesados en adquirir el modelo de mantenimiento preventivo y predictivo y 13 que no estan interesados.



Fuente: Autores del proyecto

GRÁFICA N°34. Tabulación respuesta pregunta #10 encuesta del proyecto

Análisis final: La encuesta determinó que el 39.58% de las empresas encuestadas tomarían de inmediato un modelo de servicio de mantenimiento preventivo y predictivo. Las características que ofrece este modelo son atractivas para la gran mayoría de estas empresas en aras de la **reducción de costos** por **mantenimientos correctivos** y de la **maximización** de la **disponibilidad** de recursos del área productiva.

NOTA: En el **ANEXO N°1** se suministras las encuestas realizadas a las 48 empresas

11.1.3 Los clientes potenciales

El siguiente cuadro muestra los clientes potenciales y el número aproximado de levantamientos de información y monitoreos que se podrían realizar en un año en cada empresa.

Actuales	Lev. de información	Monitoreos por año	Frecuencia anual
Empresa 2	1	3	4
Empresa 3	1	3	4
Empresa 6	1	5	2,4
Empresa 8	1	5	2,4
Empresa 11	1	8	1,5
Empresa 17	1	6	2
Empresa 18	1	6	2
Empresa 20	1	4	3
Empresa 21	1	4	3
Empresa 27	1	8	1,5
Empresa 31	1	4	3
Empresa 33	1	8	1,5
Empresa 35	1	4	3
Empresa 36	1	6	2
Empresa 39	1	4	3
Empresa 42	1	4	3
Empresa 44	1	4	3
Empresa 45	1	4	3
Empresa 47	1	3	4

Fuente: Autores del proyecto

TABLA N°25. Tabla de clientes potenciales de Aser de Colombia LTDA

11.1.4 Estimación de la demanda

De los datos obtenidos en la encuesta para establecer los clientes potenciales, tomamos el número de equipos entre motores y motoredutores que posee cada empresa encuestada, de tal forma que al tener el precio por levantamiento, por monitoreo de equipos y la

frecuencia de monitoreos por año, tendríamos un estimado de los posibles ingresos de capital en un año.

Se definieron los siguientes precios para levantamientos de información y monitoreos:

- Levantamiento de información para motores: \$ 10.000
- Levantamiento de información para motoredutores: \$ 20.000
- Monitoreo de motores: \$ 6.000
- Monitoreo de motoredutores: \$ 10.000

Las siguientes tablas muestran el estimado anual por la venta del modelo de mantenimiento a cada cliente potencial por concepto de levantamientos y monitoreos en las plantas de los clientes.

C	Cliente	Ingresos aproximados por levantamiento de motores			Ingresos aproximados por levantamiento de motoredutores			Ingreso por Lev.
		No.	\$ Unitario	Ingreso Total	No.	Precio	Ingreso Total	
		Motores			Motored.	Unitario		
1	Empresa 2	27	\$ 10.000	\$ 270.000	36	\$ 20.000	\$ 720.000	\$ 990.000
2	Empresa 3	120	\$ 10.000	\$ 1.200.000	280	\$ 20.000	\$ 5.600.000	\$ 6.800.000
3	Empresa 6	110	\$ 10.000	\$ 1.100.000	103	\$ 20.000	\$ 2.060.000	\$ 3.160.000
4	Empresa 8	40	\$ 10.000	\$ 400.000	50	\$ 20.000	\$ 1.000.000	\$ 1.400.000
5	Empresa 11	50	\$ 10.000	\$ 500.000	106	\$ 20.000	\$ 2.120.000	\$ 2.620.000
6	Empresa 17	48	\$ 10.000	\$ 480.000	168	\$ 20.000	\$ 3.360.000	\$ 3.840.000
7	Empresa 18	94	\$ 10.000	\$ 940.000	69	\$ 20.000	\$ 1.380.000	\$ 2.320.000
8	Empresa 20	250	\$ 10.000	\$ 2.500.000	700	\$ 20.000	\$ 14.000.000	\$ 16.500.000
9	Empresa 21	30	\$ 10.000	\$ 300.000	120	\$ 20.000	\$ 2.400.000	\$ 2.700.000
10	Empresa 27	270	\$ 10.000	\$ 2.700.000	400	\$ 20.000	\$ 8.000.000	\$ 10.700.000
11	Empresa 31	75	\$ 10.000	\$ 750.000	328	\$ 20.000	\$ 6.560.000	\$ 7.310.000
12	Empresa 33	520	\$ 10.000	\$ 5.200.000	85	\$ 20.000	\$ 1.700.000	\$ 6.900.000
13	Empresa 35	75	\$ 10.000	\$ 750.000	121	\$ 20.000	\$ 2.420.000	\$ 3.170.000
14	Empresa 36	204	\$ 10.000	\$ 2.040.000	110	\$ 20.000	\$ 2.200.000	\$ 4.240.000
15	Empresa 39	43	\$ 10.000	\$ 430.000	54	\$ 20.000	\$ 1.080.000	\$ 1.510.000
16	Empresa 42	120	\$ 10.000	\$ 1.200.000	420	\$ 20.000	\$ 8.400.000	\$ 9.600.000
17	Empresa 44	240	\$ 10.000	\$ 2.400.000	346	\$ 20.000	\$ 6.920.000	\$ 9.320.000
18	Empresa 45	195	\$ 10.000	\$ 1.950.000	90	\$ 20.000	\$ 1.800.000	\$ 3.750.000
19	Empresa 47	21	\$ 10.000	\$ 210.000	34	\$ 20.000	\$ 680.000	\$ 890.000
								\$ 37.720.000

Fuente: Autores del proyecto

TABLA N°26. Tabla de estimación anual por venta de levantamientos a los clientes potenciales

Cliente	Ingresos aproximados por monitoreo			Ingresos aproximados por monitoreo de			Ingreso por monitoreo	
	No. Monitores	Unitario	Ingreso Total	No. Monitores	Unitario	Ingreso Total		
1	Bn presa 2	27	\$ 6.000	\$ 162.000	36	\$ 10.000	\$ 360.000	\$ 522.000
2	Bn presa 3	120	\$ 6.000	\$ 720.000	280	\$ 10.000	\$ 2.800.000	\$ 3.520.000
3	Bn presa 6	110	\$ 6.000	\$ 660.000	103	\$ 10.000	\$ 1.030.000	\$ 1.690.000
4	Bn presa 8	40	\$ 6.000	\$ 240.000	50	\$ 10.000	\$ 500.000	\$ 740.000
5	Bn presa 11	50	\$ 6.000	\$ 300.000	106	\$ 10.000	\$ 1.060.000	\$ 1.360.000
6	Bn presa 17	48	\$ 6.000	\$ 288.000	168	\$ 10.000	\$ 1.680.000	\$ 1.968.000
7	Bn presa 18	94	\$ 6.000	\$ 564.000	69	\$ 10.000	\$ 690.000	\$ 1.254.000
8	Bn presa 20	250	\$ 6.000	\$ 1.500.000	700	\$ 10.000	\$ 7.000.000	\$ 8.500.000
9	Bn presa 21	30	\$ 6.000	\$ 180.000	120	\$ 10.000	\$ 1.200.000	\$ 1.380.000
10	Bn presa 27	270	\$ 6.000	\$ 1.620.000	400	\$ 10.000	\$ 4.000.000	\$ 5.620.000
11	Bn presa 31	75	\$ 6.000	\$ 450.000	328	\$ 10.000	\$ 3.280.000	\$ 3.730.000
12	Bn presa 33	520	\$ 6.000	\$ 3.120.000	85	\$ 10.000	\$ 850.000	\$ 3.970.000
13	Bn presa 35	75	\$ 6.000	\$ 450.000	121	\$ 10.000	\$ 1.210.000	\$ 1.660.000
14	Bn presa 36	204	\$ 6.000	\$ 1.224.000	110	\$ 10.000	\$ 1.100.000	\$ 2.324.000
15	Bn presa 39	43	\$ 6.000	\$ 258.000	54	\$ 10.000	\$ 540.000	\$ 798.000
16	Bn presa 42	120	\$ 6.000	\$ 720.000	420	\$ 10.000	\$ 4.200.000	\$ 4.920.000
17	Bn presa 44	240	\$ 6.000	\$ 1.440.000	345	\$ 10.000	\$ 3.450.000	\$ 4.890.000
18	Bn presa 45	195	\$ 6.000	\$ 1.170.000	90	\$ 10.000	\$ 900.000	\$ 2.070.000
19	Bn presa 47	21	\$ 6.000	\$ 126.000	34	\$ 10.000	\$ 340.000	\$ 466.000
								\$ 51.392.000

Fuente: Autores del proyecto

TABLA N°27. Tabla de estimación anual por venta de monitoreo a los clientes potenciales

Levantamientos de información estimados para los dos (2) años, según la demanda: **19**.

Monitoreos estimados para los dos (2) años, según la demanda: **162**.

11. 2 La oferta.

La proyección de ventas es interesante pero ésta tiene una limitante; La oferta. A continuación se procede con el cálculo de la oferta para determinar si ésta atenderá en totalidad las exigencias de la demanda. La capacidad instalada, los tiempos de proceso, el recurso humano, el recurso técnico y tecnológico, los tiempos muertos, la programación de los trabajos, son factores que determinan y definen las variables para conocer la oferta o la capacidad que tendría Aser de Colombia para atender las necesidades de servicio de los clientes potenciales.

11. 2.1. Tiempos de proceso y frecuencias de trabajo.

Las siguientes tablas muestran los tiempos estimados para las tareas de levantamientos y monitoreos, información que junto con la frecuencia de trabajo para cada empresa servirá de cálculo para determinar la capacidad de Aser de Colombia para satisfacer la demanda proyectada.

	Minutos(m)	Horas(h)
Motorreductor	15	0,25
Motor eléctrico	10	0,167

	Minutos(m)	Horas(h)
Motorreductor	25	0,42
Motor eléctrico	15	0,25

TIEMPO LEVANTAMIENTO EN CAMPO(h=HORAS)		
Nº Equipos	Motorreductor	Motor
50	12,5	8,35
100	25,0	16,7
150	37,5	25,05
200	50,0	33,4
250	62,5	41,75
300	75,0	50,1
350	87,5	58,45
400	100,0	66,8
450	112,5	75,15
500	125,0	83,5
550	137,5	91,85
600	150,0	100,2
650	162,5	108,55
700	175,0	116,9
750	187,5	125,25
800	200,0	133,6
850	212,5	141,95
900	225,0	150,3
950	237,5	158,65
1000	250,0	167

TIEMPO LEVANTAMIENTO EN CAMPO(h=HORAS)		
Nº Equipos	Motorreductor	Motor
50	21	13
100	42	26
150	63	38
200	84	50
250	105	63
300	126	75
350	147	88
400	168	100
450	189	113
500	210	125
550	231	138
600	252	150
650	273	163
700	294	175
750	315	188
800	336	200
850	357	213
900	378	225
950	399	238
1000	420	250

ENTREGA INFORME FINAL LEVANTAMIENTO ESTIMADA POR		
Nº Equipos	Motorreductor	Motor
50	3	2
100	3	3
150	4	3
200	4	3
250	5	4
300	5	4
350	6	4
400	6	5
450	7	5
500	7	5
550	8	5
600	8	6
650	9	6
700	9	6
750	10	7
800	10	7
850	11	7
900	11	8
950	12	8
1000	13	8

Fuente: Autores del proyecto

TABLA N°28. Tiempos estimados de proceso y frecuencias de trabajos para levantamientos de información

MONITOREO EN CAMPO (2 PERSONAS)			MONITOREO-BASE DE DATOS (2 PERSONAS)		
	Minutos (m)	Horas (h)		Minutos (m)	Horas (h)
Motoreductor	10	0,167	Motoreductor	12	0,20
Motor electrico	7	0,117	Motor electrico	8	0,13

TIEMPO LEVANTAMIENTO EN CAMPO (h=HORAS)			TIEMPO LEVANTAMIENTO EN CAMPO (h=HORAS)			ENTRÉS A INFORME FINAL MONITOREO ESTIMADA POR		
N° Equipos	Motoreductor	Motor	N° Equipos	Motoreductor	Motor	N° Equipos	Motoreductor	Motor
50	8,4	5,8	50	10	6,5	50	0,550	0,2
100	16,7	11,7	100	20	13,0	100	0,800	0,3
150	25,1	17,5	150	30	19,5	150	1,050	0,5
200	33,4	23,3	200	40	26,0	200	1,300	0,7
250	41,8	29,2	250	50	32,5	250	1,550	0,8
300	50,1	35,0	300	60	39,0	300	1,800	1,0
350	58,5	40,8	350	70	45,5	350	2,050	1,1
400	66,8	46,7	400	80	52,0	400	2,300	1,3
450	75,2	52,5	450	90	58,5	450	2,550	1,5
500	83,5	58,4	500	100	65,0	500	2,800	1,6
550	91,9	64,2	550	110	71,5	550	3,050	1,8
600	100,2	70,0	600	120	78,0	600	3,300	2,0
650	108,6	75,9	650	130	84,5	650	3,550	2,1
700	116,9	81,7	700	140	91,0	700	3,800	2,3
750	125,3	87,5	750	150	97,5	750	4,050	2,4
800	133,6	93,4	800	160	104,0	800	4,300	2,6
850	142,0	99,2	850	170	110,5	850	4,550	2,8
900	150,3	105,0	900	180	117,0	900	4,800	2,9
950	158,7	110,9	950	190	123,5	950	5,050	3,1
1000	167,0	116,7	1000	200	130,0	1000	5,300	3,3

TABLA N°29. Tiempos estimados de proceso y frecuencias de trabajos para monitoreos

En esta tabla se observa el tiempo necesario que se requiere para realizar los monitoreos en campo y oficina.

A continuación se muestra un ejemplo del cálculo para la **EMPRESA 20**, cliente de Aser de Colombia:

LEVANTAMIENTOS					
Motoreductores	700	8	0,25	175	
Motores	250	8	0,17	41,75	
					216,75 horas 27,0988 días
MONITOREOS					
Motoreductores	700	8	0,17	116,9	
Motores	250	8	0,12	29,25	
					146,15 horas 18,2688 días

Fuente: Autores del proyecto

TABLA N°30. Ejemplo de calculo de tiempos de trabajo por concepto de levantamiento de información y monitoreos en Empresa 20

TABLA N°31. Cuadro de frecuencias por empresa para el servicio de monitoreo:

Cliente		Frecuencia Monitoreos
1	Empresa 2	3
2	Empresa 3	3
3	Empresa 6	4
4	Empresa 8	4
5	Empresa 11	7
6	Empresa 17	5
7	Empresa 18	5
8	Empresa 20	3
9	Empresa 21	3
10	Empresa 27	7
11	Empresa 31	7
12	Empresa 33	7
13	Empresa 35	3
14	Empresa 36	5
15	Empresa 39	3
16	Empresa 42	3
17	Empresa 44	3
18	Empresa 45	3
19	Empresa 47	3
		81

Fuente: Autores del proyecto

Está tabla representa el número de monitoreos por año de las empresas

11.2.2 Rata de producción estimada para 2 años (Tiempo definido para la recuperación de la inversión).

Levantamientos de información estimados para los dos (2) años, según la oferta: **11**

Monitoreos estimados para los dos (2) años, según la oferta: **94**

1	2	3	4	5	6
L. Empresa 20 = 29	L. Empresa 18 = 5	L. Empresa 11 = 5	M. Empresa 20 = 19	M. Empresa 2 = 2	M. Empresa 18 = 3
	L. Empresa 17 = 7	L. Empresa 27 = 12	M. Empresa 18 = 3	M. Empresa 35 = 4	M. Empresa 17 = 5
	L. Empresa 2 = 2	L. Empresa 47 = 2	M. Empresa 17 = 5	M. Empresa 11 = 3	M. Empresa 11 = 3
	L. Empresa 35 = 6			M. Empresa 27 = 8	M. Empresa 27 = 8
				L. Empresa 39 = 4	M. Empresa 47 = 1
29 días	20 días	19 días	27 días	21 días	20 días

7	8	9	10	11	12
M. Empresa 20 = 19	M. Empresa 18 = 3	M. Empresa 11 = 3	M. Empresa 20 = 19	M. Empresa 2 = 2	M. Empresa 18 = 3
	M. Empresa 17 = 5	M. Empresa 27 = 8	M. Empresa 18 = 3	M. Empresa 35 = 4	M. Empresa 17 = 5
	M. Empresa 2 = 2	M. Empresa 47 = 1	M. Empresa 17 = 5	M. Empresa 11 = 3	M. Empresa 11 = 3
	M. Empresa 35 = 4	L. Empresa 8 = 3		M. Empresa 27 = 8	M. Empresa 27 = 8
	M. Empresa 11 = 3	L. Empresa 45 = 7		M. Empresa 39 = 3	M. Empresa 47 = 1
	M. Empresa 27 = 8				M. Empresa 8 = 2
	M. Empresa 39 = 3				M. Empresa 45 = 5
19 días	28 días	22 días	27 días	20 días	27 días

13	14	15	16	17	18
M. Empresa 20 = 19	M. Empresa 2 = 2	M. Empresa 27 = 8	M. Empresa 20 = 19	M. Empresa 2 = 2	M. Empresa 27 = 8
	M. Empresa 11 = 3	M. Empresa 47 = 1	M. Empresa 11 = 3	M. Empresa 11 = 3	M. Empresa 47 = 1
	M. Empresa 27 = 8	M. Empresa 45 = 5	M. Empresa 18 = 3	M. Empresa 27 = 8	M. Empresa 45 = 5
	M. Empresa 39 = 3		M. Empresa 17 = 5	M. Empresa 39 = 3	M. Empresa 18 = 3
	M. Empresa 8 = 2			M. Empresa 8 = 2	M. Empresa 17 = 5
	M. Empresa 18 = 3			M. Empresa 35 = 4	
	M. Empresa 17 = 5				
	M. Empresa 35 = 4				
19 días	30 días	14 días	30 días	22 días	22 días

19	20	21	22	23	24
M. Empresa 20 = 19	M. Empresa 2 = 2	M. Empresa 27 = 8	M. Empresa 20 = 19	M. Empresa 18 = 3	M. Empresa 27 = 8
M. Empresa 11 = 3	M. Empresa 27 = 8	M. Empresa 47 = 1	M. Empresa 11 = 3	M. Empresa 17 = 5	M. Empresa 47 = 1
M. Empresa 8 = 2	M. Empresa 39 = 3	M. Empresa 45 = 5	M. Empresa 8 = 2	M. Empresa 2 = 2	M. Empresa 8 = 2
	M. Empresa 18 = 3		M. Empresa 18 = 3	M. Empresa 11 = 3	M. Empresa 45 = 5
	M. Empresa 17 = 5		M. Empresa 17 = 5	M. Empresa 27 = 8	M. Empresa 18 = 3
	M. Empresa 35 = 4			M. Empresa 39 = 3	M. Empresa 17 = 5
				M. Empresa 35 = 4	
24 días	25 días	14 días	32 días	28 días	24 días

L= Levantamiento
M= Monitoreo

Fuente: Autores del proyecto

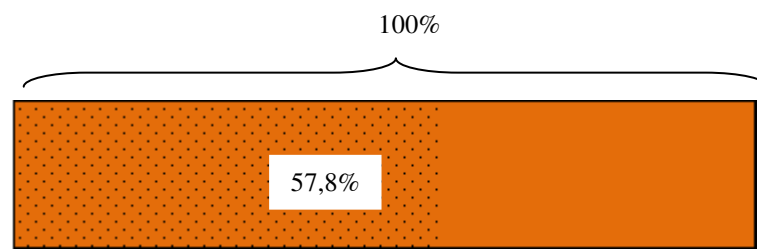
TABLA N°32. Cuadro de monitoreos estimados según la oferta

Nota: Restricciones para la oferta. El recurso técnico; Para satisfacer la demanda estimada, sólo se cuenta con un (1) kit de equipos de monitoreo, por tal razón no podrán realizarse levantamientos y monitoreos simultáneos; ésta restricción es la limitante principal para definir cuantos levantamientos y monitoreos podremos ofertar; El

recurso humano y técnico, del cual depende la optimización en los tiempos de proceso operativo y administrativo para maximizar el número de monitoreos y levantamientos.

11.3. Demanda Vs Oferta.

- **Levantamientos de información**

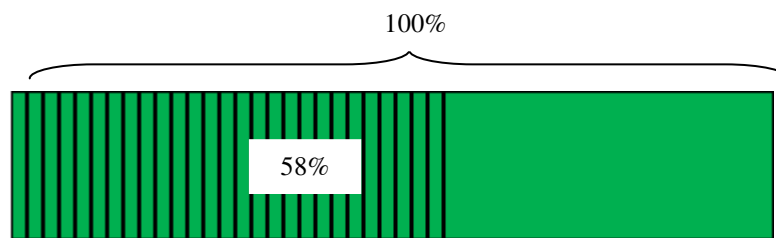


Fuente: Autores del proyecto

GRÁFICA N°35. Gráfica comparativa Demanda Vs Oferta para Levantamientos de información

Con los recursos disponibles y con los estudios de tiempos de proceso y frecuencias de levantamientos por empresa, solamente se puede cumplir con el 57,8% en trabajos de levantamiento de información frente a la demanda estimada.

- **Monitoreos**



Fuente: Autores del proyecto

GRÁFICA N°36. Gráfica comparativa Demanda Vs Oferta para Monitoreos

Con los recursos disponibles y con los estudios de tiempos de proceso y frecuencias de levantamientos por empresa, solamente se puede

cumplir con el 58% en trabajos de monitoreos de información frente a la demanda estima

11.4 Inversión de capital y recursos.

11.4.1 Inversión de capital.

Inversión inicial de capital

Recurso técnico, tecnológico,
herramienta, dotación, EPP, muebles y enseres **\$ 43.465.860**

Préstamo Bancolombia **\$ 45.000.000**

Condiciones del crédito

Tasa de interés fija de 2,15% EMI, para personas jurídicas

	Cuota	Seguros	Cuota total
Préstamo a 24 meses	\$ 2.419.817	\$ 7.000 a \$ 14.000	\$ 2.433.817
Préstamo a 36 meses	\$ 1.808.289	\$ 7.000 a \$ 14.000	\$ 1.822.289
Préstamo a 48 meses	\$ 1.512.221	\$ 7.000 a \$ 14.000	\$ 1.526.221
Préstamo a 60 meses	\$ 1.341.999	\$ 7.000 a \$ 14.000	\$ 1.355.999

Fuente: Bancolombia

TABLA N°33. Inversión de capital y condiciones de crédito

Se definió recuperar la inversión de capital a un período de 24 meses, en los cuales debe pagarse el préstamo con la entidad financiera y los intereses generados de acuerdo a éste periodo. La cuota mensual aproximada a pagar sería de **\$ 2'.433.817**. Los 45'.000.000 servirán para la compra de los recursos necesarios para iniciar operaciones y para dejar una base de capital por casos o situaciones fortuitas que se puedan presentar.

11.4.2 Recursos del proyecto.

11.4.2.1 Recurso técnico

Descripción de equipos y elementos	Valor unitario	Cant.	Valor Total
Estetoscopio electrónico TMST2 SKF	\$ 1.543.013	1	\$ 1.543.013
Sonda ULTRA INSP 400 CMIN400K SKF	\$ 4.533.120	1	\$ 4.533.120
Termómetro láser MICRO TEMPCMMSS 2020 SKF	\$ 590.400	1	\$ 590.400
Controlador del estado de aceite TMHE SKF	\$ 2.198.000	1	\$ 2.198.000
Medidor de vibraciones PENPLUS CMVP SKF	\$ 3.015.360	1	\$ 3.015.360
Alineador de poleas TMEB2 SKF	\$ 5.333.860	1	\$ 5.333.860
Alineador de ejes TMEA SKF	\$ 13.696.592	1	\$ 13.696.592
Tacómetro láser y de contacto multifuncional SKF	\$ 4.167.360	1	\$ 4.167.360
Pinza voltiamperimétrica SKF	\$ 2.652.480	1	\$ 2.652.480
Total recurso técnico			\$ 37.730.185

Fuente: Autores del proyecto

TABLA N°34. Cuadro de costeo del recurso técnico

11.4.2.2 Recurso humano

Mano de obra calificada	Asignación aprox. mensual	Cant.	Asignación Valor Total
Ingeniero mecánico	\$ 1.200.000	1	\$ 1.200.000
Asistente de ingeniería	\$ 850.000	1	\$ 850.000
Auxiliar mecánico	\$ 650.000	1	\$ 650.000
Total recurso humano			\$ 2.050.000

Fuente: Autores del proyecto

TABLA N°35. Cuadro de costeo mensual del recurso humano

11.4.2.3 Recurso de operación

- Herramienta de uso común

Descripción de herramientas	Valor unitario	Cant.	Valor Total
Calibrador MTUTOYO de 12"	\$ 435.000	1	\$ 435.000
Juego de llaves bristol milimétricas STANLEY	\$ 11.648	1	\$ 11.648
Juego de llaves bristol en pulgadas STANLEY	\$ 11.648	1	\$ 11.648
Hombrescío STANLEY	\$ 13.545	1	\$ 13.545
Llave expansiva de 15" STANLEY	\$ 45.255	1	\$ 45.255
Destornillador de pala STANLEY	\$ 5.220	1	\$ 5.220
Destornillador de estrella STANLEY	\$ 7.073	1	\$ 7.073
Destornillador de copa No. 7	\$ 18.503	1	\$ 18.503
Destornillador de copa No. 8	\$ 18.503	1	\$ 18.503
Flexómetro	\$ 5.280	1	\$ 5.280
Espátula	\$ 4.000	1	\$ 4.000
Caja de herramientas	\$ 83.000	1	\$ 83.000
Candado para caja de herramientas	\$ 18.900	1	\$ 18.900
Linterna	\$ 9.100	1	\$ 9.100
Total recurso de operación			\$ 686.675

Fuente: Autores del proyecto

TABLA N°36. Cuadro de costeo de la herramienta.

- Gastos Administrativos

Papelería-resma, Transporte, Cd's y lables, Carpetas, Folderes, Cartuchos y Velobin

• **Dotación, EPP y suministros**

Descripción de equipos y elementos	Valor unitario	Cant.	Valor Total
Dotaciones y EPP por persona	\$ 827.500	3	\$ 2.482.500
Insumos y suministros de uso común	\$ 54.000	1	\$ 54.000
			\$ 2.536.500

Dotaciones y EPP por persona			
Relación de dotación y EPP	Valor unitario	Frecuencia de uso	Costo anual
Casco	\$ 18.500	Anual	\$ 18.500
Gafas de protección	\$ 12.000	Tetramestral	\$ 36.000
Tapaoídos	\$ 30.000	Anual	\$ 30.000
Tapabocas	\$ 3.500	Mensual	\$ 42.000
Chaqueta	\$ 36.000	Anual	\$ 36.000
Pantalón	\$ 26.000	Tetramestral	\$ 78.000
Camisa polo	\$ 26.000	Tetramestral	\$ 78.000
Camisa Oxford	\$ 26.000	Tetramestral	\$ 78.000
Botas punta de acero	\$ 45.000	Tetramestral	\$ 135.000
Ames	\$ 250.000	Anual	\$ 250.000
Chaleco reflectivo	\$ 25.000	Anual	\$ 25.000
Guantes de carnaza	\$ 7.000	Tetramestral	\$ 21.000
			\$ 827.500
			\$ 2.482.500

*EPP= Elementos de protección personal

Insumos y suministros de uso común			
Relación de insumos y suministros	Valor unitario	Frecuencia de uso	Costo anual
Toalla why pall (unidad)		Semanal	\$ 0
Lija (pliego)	\$ 1.500	Mensual	\$ 54.000
			\$ 54.000

Fuente: Autores del proyecto

TABLA N°37. Cuadro de costeo Dotación, EPP y suministros

Esta tabla muestra los recursos mínimos de dotación personal que se requiere para desarrollar el modelo de mantenimiento.

11.4.2.4 Recurso Tecnológico

Descripción de equipos y elementos	Valor unitario	Cant.	Valor Total
Sistema de cómputo o de procesamiento de inf.	\$ 1.500.000	2	\$ 3.000.000
Software gratuito - Excel	\$ 0	1	\$ 0
Impresora láser	\$ 200.000	1	\$ 200.000
Adecuación puntos de red	\$ 70.000	2	\$ 140.000
			\$ 3.340.000

Fuente: Autores del proyecto

TABLA N°38. Cuadro de costeo del recurso tecnológico

Esta tabla muestra los recursos tecnológicos necesarios para desarrollar el modelo de mantenimiento.

11.4.2.5 Muebles y enseres

Descripción de muebles y enseres	Valor unitario	Cant.	Valor Total
Escritorio	\$200.000	2	\$400.000
Sillas	\$65.000	2	\$130.000
			\$0
			\$530.000

Fuente: Autores del proyecto**TABLA N°39. Cuadro de costeo de Muebles y enseres**

11.5. Flujo de caja

11.5.1 Datos para el cálculo del Flujo de caja.

Egresos estimados para el primer mes (1 ^{er} mes) - Levantamiento en una empresa		
Empresa 20 - Ranta Zapayula: Duración estimada de levantamiento 237,5 h; aproximadamente 4 meses		
Costos de sociedad por materia prima		\$ 0
Costos con partidos por rinde (% participación -30%)	\$ 850.000	\$ 255.000
Costos con partidos por rinde por servicios públicos-Energía-Telefono (% participación -35%)	\$ 1.000.000	\$ 350.000
Costos con partidos por rinde por Internet (% participación -40%)	\$ 120.000	\$ 48.000
Cuota por préstamo 24 meses	\$ 45.000.000	\$ 2.433.817
Salario básico legal promedio		\$ 1.200.000
Salario básico Asistente de Ingeniería		\$ 850.000
Salario básico Auxiliar mecánico		\$ 650.000
Salario básico Digitador		\$ 500.000
Prestaciones asociadas por mes legal promedio-32%	\$ 1.200.000	\$ 384.000
Prestaciones asociadas por mes Asistente de Ingeniería-32%	\$ 850.000	\$ 272.000
Prestaciones asociadas por mes Auxiliar mecánico-32%	\$ 650.000	\$ 208.000
Prestaciones asociadas por mes Digitador-32%	\$ 500.000	\$ 160.000
Insomnol y suministros de uso común	\$ 54.000	\$ 4.500
Costos de transporte - Empresa 20 Empresa 20 - legal promedio; \$8,000 por día		\$ 232.000
Costos de transporte - Empresa 20 Empresa 20 - auxiliar mecánico; \$8,000 por día		\$ 232.000
Costos de transporte - Empresa 20 Empresa 20 - asistente de Ingeniería		\$ 0
Costos administrativos - Papelera para la elaboración de informes (200 hojas)		\$ 54.000
Cartuchos de tinta para la elaboración de informe		\$ 150.000
Costos de recambio de papelería (cañillado, esteras, manoseadores, colá, correderas)		\$ 100.000
Comisiones por ventas de acuerdo al porcentaje aproximado de ventas-3% (Dato procedente de la	\$ 16.500.000	\$ 495.000
Seguro todo riesgo para activos - Inversión de capital 0,8% mensual	\$ 45.000.000	\$ 360.000
Baterías o pilas de equipos		\$ 36.000
Total - Egresos estimados para el primer mes (1^{er} mes)		\$ 8.974.317
Total - Ingresos estimados para el primer mes (1^{er} mes)		\$ 16.500.000
Utilidad (1^{er} mes)		\$ 7.525.684
Egresos estimados para el segundo mes (2 ^{do} mes) - Levantamiento para cuatro empresas y al de ncia en distribución BD.		
Empresa 16 - Ranta Bogota: Duración estimada de levantamiento 40 h; aproximadamente 5 días.		
Empresa 17 - Ranta Bogota: Duración estimada de levantamiento 50 h; aproximadamente 6 días y medio.		
Empresa 2 - Ranta Uanos orientales: Duración estimada de levantamiento 13,5 h; aproximadamente 2 días.		
Empresa 35 - Ranta Uanos orientales: Duración estimada de levantamiento 42,8 h; aproximadamente 6 días.		
Costos con partidos por rinde (% participación -30%)	\$ 850.000	\$ 255.000
Costos con partidos por rinde por servicios públicos-Energía-Telefono (% participación -35%)	\$ 1.000.000	\$ 350.000
Costos con partidos por rinde por Internet (% participación -40%)	\$ 120.000	\$ 48.000
Cuota por préstamo 24 meses	\$ 45.000.000	\$ 2.433.817
Salario básico legal promedio		\$ 1.200.000
Salario básico Asistente de Ingeniería		\$ 850.000
Salario básico Auxiliar mecánico		\$ 650.000
Salario básico Digitador		\$ 500.000
Prestaciones asociadas por mes legal promedio-32%	\$ 1.200.000	\$ 384.000
Prestaciones asociadas por mes Asistente de Ingeniería-32%	\$ 850.000	\$ 272.000
Prestaciones asociadas por mes Auxiliar mecánico-32%	\$ 650.000	\$ 208.000
Prestaciones asociadas por mes Digitador-32%	\$ 500.000	\$ 160.000
Insomnol y suministros de uso común	\$ 54.000	\$ 4.500
Costos de transporte - Empresa Bogota - legal promedio; \$3,000 por día		\$ 36.000
Costos de transporte - Empresa Bogota - Asistente de Ingeniería; \$3,000 por día		\$ 36.000
Costos de transporte - rta nacional - legal promedio		\$ 102.000
Costos de transporte - rta nacional - asistente de Ingeniería		\$ 102.000
Costos por viticos - legal promedio		\$ 328.000
Costos por viticos - asistente de Ingeniería		\$ 328.000
Costos administrativos - Papelera para la elaboración de informes (200 hojas)		\$ 40.080
Cartuchos de tinta para la elaboración de informe		\$ 150.000
Costos de recambio de papelería (cañillado, esteras, manoseadores, colá, correderas)		\$ 100.000
Comisiones por ventas de acuerdo al porcentaje aproximado de ventas-3% (Dato procedente de la	\$ 10.320.000	\$ 309.600
Seguro todo riesgo para activos - Inversión de capital 0,8% mensual	\$ 45.000.000	\$ 360.000
Baterías o pilas de equipos		\$ 36.000
Total - Egresos estimados para el segundo mes (2do mes)		\$ 9.242.937
Total - Ingresos estimados para el segundo mes (2do mes)		\$ 10.320.000
Utilidad -segundo mes (2do mes)		\$ 1.077.064

Fuente: Autores del proyecto

TABLA N°40. Cuadro de Flujo de caja estimado para el proyecto en el primero y segundo mes.

Egresos estimados para el segundo mes (3er mes) - Levantamiento para tres empresas ya siendo digitación BD.		
Empresa 11 - Ranta Bogotá : Duración estimada del levantamiento 36 h; aproximadamente 5 días.		
Empresa 27 - Ranta Bogotá : Duración estimada del levantamiento 96 h; aproximadamente 12 días.		
Empresa 47 - Rantas Bogotá : Duración estimada del levantamiento 12 h; aproximadamente 2 días.		
Costos compartidos por arriendo (% participación-30 %)	\$850.000	\$255.000
Costos compartidos por concepto de servicios públicos Energía-Teléfono (%participación-35 %)	\$1.000.000	\$350.000
Costos compartidos por concepto de Internet (%participación-40%)	\$1.200.000	\$480.000
Quota por préstamo a 24 meses	\$450.000.000	\$2.483.817
Salario básico Ingeniero mecánico		\$1.200.000
Salario básico Asistente de ingeniería		\$650.000
Salario básico Auxiliar médico		\$650.000
Salario básico Digitador		\$500.000
Prestaciones sociales por mes Ingeniero mecánico-32%	\$1.200.000	\$384.000
Prestaciones sociales por mes Asistente de ingeniería-32%	\$650.000	\$212.000
Prestaciones sociales por mes Auxiliar mecánico-32%	\$650.000	\$208.000
Prestaciones sociales por mes Digitador-32%	\$500.000	\$160.000
Insumos y suministros de uso común	\$5.400	\$4.500
Gastos de transporte - Empresas Bogotá - Ingeniero mecánico; \$3000 por día		\$57.000
Gastos de transporte - Empresas Bogotá - Asistente ingeniería; \$3000 por día		\$57.000
Gastos administrativos- Papelería para la elaboración del informe (1950 hojas)		\$39.000
Cartucho de tinta para la elaboración del informe		\$150.000
Gastos generales de papelería (anillado, esféracos, marcadores, cd's correctores)		\$100.000
Comisiones por ventas de acuerdo a ingresos aproximados de ventas-3% (Dato procedente de la	\$108.200.000	\$324.600
Seguro todo riesgo para activos - inversión de capital 08 % mensual	\$450.000.000	\$360.000
Baterías o pilas de equipos		\$36.000
TOTAL - Egresos estimados para el tercer mes (3er mes)		\$8.438.917
TOTAL - Ingresos estimados para tercer mes (3er mes)		\$10.620.000
Utilidad tercer mes (3er mes)		\$2.381.084

Egresos estimados para el cuarto mes (4to mes) - Monitoreo para tres empresas.		
Empresa 20 - Ranta Zipaquirá: Duración estimada del Monitoreo 147h; aproximadamente 19 días.		
Empresa 18 - Ranta Bogotá : Duración estimada del Monitoreo 23h; aproximadamente 3 días		
Empresa 17 - Ranta Bogotá : Duración estimada del Monitoreo 34h; aproximadamente 5 días.		
Costos compartidos por arriendo (% participación-30 %)	\$850.000	\$255.000
Costos compartidos por concepto de servicios públicos Energía-Teléfono (%participación-35 %)	\$1.000.000	\$350.000
Costos compartidos por concepto de Internet (%participación-40%)	\$1.200.000	\$480.000
Quota por préstamo a 24 meses	\$450.000.000	\$2.483.817
Salario básico Ingeniero mecánico		\$1.200.000
Salario básico Asistente de ingeniería		\$650.000
Salario básico Auxiliar médico		\$650.000
Salario básico Digitador		\$500.000
Prestaciones sociales por mes Ingeniero mecánico-32%	\$1.200.000	\$384.000
Prestaciones sociales por mes Asistente de ingeniería-32%	\$650.000	\$212.000
Prestaciones sociales por mes Auxiliar mecánico-32%	\$650.000	\$208.000
Prestaciones sociales por mes Digitador-32%	\$500.000	\$160.000
Insumos y suministros de uso común	\$5.400	\$4.500
Gastos de transporte - Empresa Bogotá y Zipaquirá- Ingeniero mecánico; \$3000 por día		\$185.000
Gastos de transporte - Empresa Bogotá y Zipaquirá- Asistente ingeniería; \$3000 por día		\$185.000
Gastos administrativos- Papelería para la elaboración del informe (300 hojas)		\$6.000
Cartucho de tinta para la elaboración del informe		\$150.000
Gastos generales de papelería (anillado, esféracos, marcadores, cd's correctores)		\$50.000
Comisiones por ventas de acuerdo a ingresos aproximados de ventas-3% (Dato procedente de la	\$117.220.000	\$351.660
Seguro todo riesgo para activos - inversión de capital 08 % mensual	\$450.000.000	\$360.000
Baterías o pilas de equipos		\$36.000
TOTAL - Egresos estimados para el cuarto mes (4to mes)		\$8.638.977
TOTAL - Ingresos estimados para el cuarto mes (4to mes)		\$11.722.000
Utilidad - cuarto mes (4to mes)		\$3.083.024

Fuente: Autores del proyecto
TABLA N°41. Cuadro de Flujo de caja estimado para el proyecto en el tercero y cuarto mes.

Ejercicio estimado para el quinto mes (6to mes) - Monitoreo para cuatro empresas y adobe en digitalización B.D.		
Empresa 2 - Planta Llano orientales: Duración estimada del monitoreo 10h; aproximadamente 2 días.		
Empresa 36 - Planta Llano orientales: Duración estimada del monitoreo 29h; aproximadamente 4 días.		
Empresa 39 - Planta Llano orientales: Duración estimada del monitoreo 21h; aproximadamente 3 días.		
Empresa 27 - Planta Bogotá: Duración estimada del monitoreo 64h; aproximadamente 8 días.		
Empresa 11 - Planta Bogotá: Duración estimada del monitoreo 24h; aproximadamente 3 días.		
Costos con partidas por arrendo (5% participación-30%)		
	\$8.500.000	\$255.000
Costos con partidas por concepción de servicios públicos- Energía 76.66hrs (5% participación-35%)		
	\$1.000.000	\$350.000
Costos con partidas por concepción de Internet (5% participación-40%)		
	\$1.200.000	\$48.000
Costo por préstamo 24 meses		
	\$45.000.000	\$2.433.817
Bateria de datos Ingeniería médica		
		\$1.200.000
Bateria de datos Asistente de Ingeniería		
		\$650.000
Bateria de datos Auxiliar médica		
		\$650.000
Bateria de datos Digital		
		\$500.000
Prestaciones sociales por mes Ingeniería médica-32%		
	\$1.200.000	\$384.000
Prestaciones sociales por mes Asistente de Ingeniería-32%		
	\$650.000	\$212.000
Prestaciones sociales por mes Auxiliar médica-32%		
	\$650.000	\$208.000
Prestaciones sociales por mes Digital-32%		
	\$500.000	\$160.000
Insuros y suministros de uso común		
	\$54.000	\$4.500
Costos de transporte - Empresas Bogotá - Ingeniería médica; \$ 3000 por día		
		\$9.000
Costos de transporte - Empresas Bogotá - Asistente Ingeniería; \$ 3000 por día		
		\$9.000
Costos de transporte - ruta nacional - Ingeniería médica		
		\$160.000
Costos de transporte - ruta nacional - Asistente de Ingeniería		
		\$160.000
Costos por médicos - Ingeniería médica		
		\$310.000
Costos por médicos - Asistente de Ingeniería		
		\$310.000
Costos administrativos- Papel para la elaboración del informe (200 hojas)		
		\$4.000
Costos generales de papelería (quillanes, esteras, marcadores, etc, marcadores)		
		\$60.000
Comisiones por ventas de acciones e ingresos aproximados de ventas-3% (Gala procedente de la		
	\$8.070.000	\$242.100
Reserva para riesgos para acciones - Inversión de capital 0,8% mensual		
	\$45.000.000	\$360.000
Baterías y plásticos equipos		
		\$36.000
Total - Ejercicio estimado para el quinto mes (6to mes)		
		\$ 9.895.417
Total - Ingreso estimado para el quinto mes (6to mes)		
		\$ 8.070.000
Utilidad - quinto mes (6to mes)		
		-\$ 1.825.417
Ejercicio estimado para el sexto mes (6to mes) - Monitoreo para ocho empresas y adobe en digitalización B.D.		
Empresa 11 - Planta Bogotá: Duración estimada del monitoreo 24h; aproximadamente 3 días.		
Empresa 17 - Planta Bogotá: Duración estimada del monitoreo 34h; aproximadamente 5 días.		
Empresa 18 - Planta Bogotá: Duración estimada del monitoreo 23h; aproximadamente 3 días.		
Empresa 27 - Planta Bogotá: Duración estimada del monitoreo 64h; aproximadamente 8 días.		
Empresa 47 - Planta Bogotá: Duración estimada del monitoreo 9h; aproximadamente 1 día.		
Costos con partidas por arrendo (5% participación-30%)		
	\$8.500.000	\$255.000
Costos con partidas por concepción de servicios públicos- Energía 76.66hrs (5% participación-35%)		
	\$1.000.000	\$350.000
Costos con partidas por concepción de Internet (5% participación-40%)		
	\$1.200.000	\$48.000
Costo por préstamo 24 meses		
	\$45.000.000	\$2.433.817
Bateria de datos Ingeniería médica		
		\$1.200.000
Bateria de datos Asistente de Ingeniería		
		\$650.000
Bateria de datos Auxiliar médica		
		\$650.000
Bateria de datos Digital		
		\$500.000
Prestaciones sociales por mes Ingeniería médica-32%		
	\$1.200.000	\$384.000
Prestaciones sociales por mes Asistente de Ingeniería-32%		
	\$650.000	\$212.000
Prestaciones sociales por mes Auxiliar médica-32%		
	\$650.000	\$208.000
Prestaciones sociales por mes Digital-32%		
	\$500.000	\$160.000
Insuros y suministros de uso común		
	\$54.000	\$4.500
Costo por salidas y EPP por cada semestre		
	\$1.241.250	\$1.241.250
Costos de transporte - Empresa Bogotá - Ingeniería médica; \$ 3000 por día		
		\$60.000
Costos de transporte - Empresa Bogotá - Asistente Ingeniería; \$ 3000 por día		
		\$60.000
Costos administrativos- Papel para la elaboración del informe (400 hojas)		
		\$6.000
Carácter de tinta para la elaboración del informe		
		\$150.000
Costos generales de papelería (quillanes, esteras, marcadores, etc, marcadores)		
		\$50.000
Comisiones por ventas de acciones e ingresos aproximados de ventas-3% (Gala procedente de la		
	\$8.718.000	\$263.340
Reserva para riesgos para acciones - Inversión de capital 0,8% mensual		
	\$45.000.000	\$360.000
Baterías y plásticos equipos		
		\$36.000
Contribuciones mensuales equis de medicina		
		\$500.000
Total - Ejercicio estimado para el sexto mes (6to mes)		
		\$ 10.041.907
Total - Ingreso estimado para el sexto mes (6to mes)		
		\$ 8.778.000
Utilidad - sexto mes (6to mes)		
		-\$ 1.263.907

Fuente: Autores del proyecto

TABLA N°42. Cuadro de Flujo de caja estimado para el proyecto en el quinto y sexto mes.

Egresos estimados para el séptimo mes (7to mes)- Monitoreo para una empresa y asistencia en digitación B.D.		
Empresa 20 - Renta Zipaquirá. Duración estimada del Monitoreo 14h; aproximadamente 19 días.		
Costos compartidos por arriendo (% participación-30 %)	\$850.000	\$255.000
Costos compartidos por concepto de servicios públicos- Energía-Teléfono (%participación-35%)	\$1.000.000	\$350.000
Costos compartidos por concepto de Internet (%participación-40 %)	\$120.000	\$48.000
Cuota por préstamo a 24 meses	\$450.000.000	\$2.433.817
Salario básico Ingeniero mecánico		\$1.200.000
Salario básico Asistente de ingeniería		\$850.000
Salario básico Auxiliar mecánico		\$650.000
Salario básico Digitador		\$500.000
Prestaciones sociales por mes Ingeniero mecánico-32%	\$1200.000	\$384.000
Prestaciones sociales por mes Asistente de ingeniería-32%	\$850.000	\$272.000
Prestaciones sociales por mes Auxiliar mecánico-32 %	\$650.000	\$208.000
Prestaciones sociales por mes Digitador-32%	\$500.000	\$160.000
Insumos y suministros de uso común	\$54.000	\$4.500
Gastos de transporte - Empresa Bogotá y Zipaquirá- Ingeniero mecánico; \$8000 por día		\$152.000
Gastos de transporte - Empresa Bogotá y Zipaquirá- Asistente ingeniería; \$8000 por día		\$152.000
Gastos administrativos- Papelería para la elaboración del informe(10 hojas)		\$3.000
Gastos generales de papelería (anillado, esferos, marcadores, cd's, correctores)		\$50.000
Comisiones por ventas de acuerdo a ingresos aproximados de ventas-3%(Dato procedente de la	\$8500.000	\$255.000
Seguro todo riesgo para activos - inversión de capital 0,8% mensual	\$450.000.000	\$360.000
Tct d - Egresos estimados para el séptimo mes(7to mes)		\$ 8.287.317
Tct d - Ingresos estimados para el séptimo mes(7to mes)		\$ 8.500.000
Utilidad-septimomes(7to mes)		\$ 212.684
Egresos estimados para el octavo mes (8vo mes)- Monitoreo para siete empresas y asistencia en digitación B.D.		
Empresa 2- Planta Uanos orientales: Duración estimada del monitoreo 10 h; aproximadamente 2 días		
Empresa 35- Renta Uanos orientales: Duración estimada del monitoreo 29 h; aproximadamente 4 días.		
Empresa 39- Renta Uanos orientales: Duración estimada del levantamiento 21 h; aproximadamente 3 días.		
Empresa 27- Renta Bogotá: Duración estimada del Monitoreo 64h; aproximadamente 8 días.		
Empresa 17- Renta Bogotá: Duración estimada del Monitoreo 34h; aproximadamente 5 días.		
Empresa 18- Renta Bogotá: Duración estimada del Monitoreo 23h; aproximadamente 3 días.		
Empresa 11- Renta Bogotá: Duración estimada del Monitoreo 24h; aproximadamente 3 días.		
Costos compartidos por arriendo (% participación-30 %)	\$850.000	\$255.000
Costos compartidos por concepto de servicios públicos- Energía-Teléfono (%participación-35%)	\$1.000.000	\$350.000
Costos compartidos por concepto de Internet (%participación-40 %)	\$120.000	\$48.000
Cuota por préstamo a 24 meses	\$450.000.000	\$2.433.817
Salario básico Ingeniero mecánico		\$1.200.000
Salario básico Asistente de ingeniería		\$850.000
Salario básico Auxiliar mecánico		\$650.000
Salario básico Digitador		\$500.000
Prestaciones sociales por mes Ingeniero mecánico-32%	\$1200.000	\$384.000
Prestaciones sociales por mes Asistente de ingeniería-32%	\$850.000	\$272.000
Prestaciones sociales por mes Auxiliar mecánico-32 %	\$650.000	\$208.000
Prestaciones sociales por mes Digitador-32%	\$500.000	\$160.000
Insumos y suministros de uso común	\$54.000	\$4.500
Gastos de transporte - Empresas Bogotá - Ingeniero mecánico; \$3000 por día		\$33.000
Gastos de transporte - Empresas Bogotá - Asistente ingeniería; \$3000 por día		\$33.000
Gastos de transporte - ruta nacional - Ingeniero mecánico		\$160.000
Gastos de transporte - ruta nacional - asistente de ingeniería		\$160.000
Gastos por viáticos - Ingeniero mecánico		\$370.000
Gastos por viáticos - asistente de ingeniería		\$370.000
Gastos administrativos- Papelería para la elaboración del informe(200 hojas)		\$4.000
Cartucho de tinta para la elaboración del informe		\$150.000
Gastos generales de papelería (anillado, esferos, marcadores, cd's, correctores)		\$50.000
Comisiones por ventas de acuerdo a ingresos aproximados de ventas-3%(Dato procedente de la	\$11.292.000	\$338.760
Seguro todo riesgo para activos - inversión de capital 0,8% mensual	\$450.000.000	\$360.000
Baterías o pilas de equipos		\$35.000
Tct d - Egresos estimados para el octavo mes(8vo mes)		\$ 9.390.077
Tct d - Ingresos estimados para el octavo mes(8vo mes)		\$ 11.292.000
Utilidad- octavomes(8vo mes)		\$ 1.901.924

Fuente: Autores del proyecto

TABLA N°43. Cuadro de Flujo de caja estimado para el proyecto en el séptimo y octavo mes.

Egresos estimados para el noveno mes (9vo mes) - Levantam. y monitoreo para cinco empresas y asistiendo a endigitación BD.		
Empresa 11 - Ranta Bogotá : Duración estimada del Monitoreo 24h; aproximadamente 3 días.		
Empresa 27 - Ranta Bogotá : Duración estimada del Monitoreo 64h; aproximadamente 8 días.		
Empresa 47 - Ranta Bogotá : Duración estimada del Monitoreo 9h; aproximadamente 1 día.		
Empresa 8 - Ranta Bogotá : Duración estimada del levantamiento 18h; aproximadamente 3 días.		
Empresa 45 - Ranta Bogotá : Duración estimada del levantamiento 55h; aproximadamente 7 días.		
Costos compartidos por arriendo (% participación-30 %)	\$ 850.000	\$ 255.000
Costos compartidos por concepto de servicios públicos Energía-Teléfono (% participación-35 %)	\$ 1.000.000	\$ 350.000
Costos compartidos por concepto de Internet (% participación-40%)	\$ 120.000	\$ 48.000
Cuota por préstamo a 24 meses	\$ 45.000.000	\$ 2.433.817
Salario básico Ingeniero mecánico		\$ 1.200.000
Salario básico Asistente de ingeniería		\$ 850.000
Salario básico Auxiliar mecánico		\$ 650.000
Salario básico Digitador		\$ 500.000
Prestaciones sociales por mes Ingeniero mecánico-32%	\$ 1.200.000	\$ 394.000
Prestaciones sociales por mes Asistente de ingeniería-32%	\$ 850.000	\$ 272.000
Prestaciones sociales por mes Auxiliar mecánico-32%	\$ 650.000	\$ 208.000
Prestaciones sociales por mes Digitador-32%	\$ 500.000	\$ 160.000
Insumos y suministros de uso común	\$ 54.000	\$ 4.500
Gastos de transporte - Empresa Bogota- Ingeniero mecánico; \$ 3000 por día		\$ 66.000
Gastos de transporte - Empresa Bogota- Asistente ingeniería; \$ 3000 por día		\$ 66.000
Gastos administrativos- Papelería para la elaboración del informe (900 hojas)		\$ 12.000
Cartucho de tinta para la elaboración del informe		\$ 150.000
Gastos generales de papelería (anillado, estêncos, marcadores, cd's correctores)		\$ 120.000
Comisiones por ventas de acuerdo a Ingresos aproximados de ventas-3% (Dato procedente de la	\$ 8.366.000	\$ 250.980
Seguro todo riesgo para activos- inversión de capital 0,8 % mensual	\$ 45.000.000	\$ 390.000
Baterías o pilas de equipos		\$ 36.000
TOTAL - Egresos estimados para el noveno mes (9vo mes)		\$ 8.376.297
TOTAL - Ingresos estimados para el noveno mes (9vo mes)		\$ 8.366.000
Utilidad -el noveno mes (9vo mes)		-\$ 10.297
Egresos estimados para el décimo mes (10mo mes) - Monitoreo para tres empresas		
Empresa 20 - Ranta Zipaquira: Duración estimada del Monitoreo 14h; aproximadamente 19 días.		
Empresa 17 - Ranta Bogotá : Duración estimada del Monitoreo 34h; aproximadamente 5 días.		
Empresa 18 - Ranta Bogotá : Duración estimada del Monitoreo 23h; aproximadamente 3 días.		
Costos compartidos por arriendo (% participación-30 %)	\$ 850.000	\$ 255.000
Costos compartidos por concepto de servicios públicos Energía-Teléfono (% participación-35 %)	\$ 1.000.000	\$ 350.000
Costos compartidos por concepto de Internet (% participación-40%)	\$ 120.000	\$ 48.000
Cuota por préstamo a 24 meses	\$ 45.000.000	\$ 2.433.817
Salario básico Ingeniero mecánico		\$ 1.200.000
Salario básico Asistente de ingeniería		\$ 850.000
Salario básico Auxiliar mecánico		\$ 650.000
Salario básico Digitador		\$ 500.000
Prestaciones sociales por mes Ingeniero mecánico-32%	\$ 1.200.000	\$ 394.000
Prestaciones sociales por mes Asistente de ingeniería-32%	\$ 850.000	\$ 272.000
Prestaciones sociales por mes Auxiliar mecánico-32%	\$ 650.000	\$ 208.000
Prestaciones sociales por mes Digitador-32%	\$ 500.000	\$ 160.000
Insumos y suministros de uso común	\$ 54.000	\$ 4.500
Gastos de transporte - Empresa Bogota y Zipaquira- Ingeniero mecánico; \$ 8000 por día		\$ 179.000
Gastos de transporte - Empresa Bogota y Zipaquira- Asistente ingeniería; \$ 8000 por día		\$ 179.000
Gastos administrativos- Papelería para la elaboración del informe (300 hojas)		\$ 6.000
Gastos generales de papelería (anillado, estêncos, marcadores, cd's correctores)		\$ 50.000
Comisiones por ventas de acuerdo a Ingresos aproximados de ventas-3% (Dato procedente de la	\$ 11.722.000	\$ 351.660
Seguro todo riesgo para activos- inversión de capital 0,8 % mensual	\$ 45.000.000	\$ 390.000
TOTAL - Egresos estimados para el décimo mes (10mo mes)		\$ 8.440.977
TOTAL - Ingresos estimados para el décimo mes (10mo mes)		\$ 11.722.000
Utilidad -del décimo mes (10mo mes)		\$ 3.281.024

Fuente: Autores del proyecto

TABLA N°44. Cuadro de Flujo de caja estimado para el proyecto en el noveno y décimo mes.

Egreso estimado para el onceavo mes (11mo mes) - Monitoreo para cinco empresas asistencia en diligencia en B D		
Empresa 2 - Planta Uanos orientales : Duración estimada de 1mo febrero 10h ;aproximadamente 2 días.		
Empresa 35 - Planta Uanos orientales : Duración estimada de 1mo febrero 09h ;aproximadamente 4 días.		
Empresa 39 - Planta Uanos orientales : Duración estimada del 1era semana 21h ;aproximadamente 3 días.		
Empresa 27 - Planta Bogotá : Duración estimada del 1mo febrero 06h ;aproximadamente 8 días.		
Empresa 11 - Planta Bogotá : Duración estimada del 1mo febrero 02h ;aproximadamente 3 días.		

Costos compartidos por arriendo (% participación -30%)	\$850.000	\$255.000
Costos compartidos por uso de planta de servicios públicos-Energía-Telefonos (%participación -35%)	\$1.000.000	\$350.000
Costos compartidos por uso de planta de Internet (%participación -4,0%)	\$120.000	\$48.000
Cuota por préstamo a 24 meses	\$450.000.000	\$2.433.817
Salario básico Ingeniero mecánico		\$1.200.000
Salario básico Asistente de Ingeniería		\$850.000
Salario básico Asillarmecánico		\$650.000
Salario básico Digitador		\$500.000
Prestaciones sociales por mes Ingeniero mecánico-32%	\$1.200.000	\$384.000
Prestaciones sociales por mes Asistente de Ingeniería-32%	\$850.000	\$272.000
Prestaciones sociales por mes Asillarmecánico-32%	\$650.000	\$208.000
Prestaciones sociales por mes Digitador-32%	\$500.000	\$160.000
Insomny sumo litros de no com li	\$54.000	\$4.500
Gastos de transporte - Empresa Bogotá - Ingeniero mecánico; \$3000 por día		\$33.000
Gastos de transporte - Empresa Bogotá - Asistente Ingeniería; \$3000 por día		\$33.000
Gastos de transporte - ruta nacional - Ingeniero mecánico		\$160.000
Gastos de transporte - ruta nacional - asistente de Ingeniería		\$160.000
Gastos por viáticos - Ingeniero mecánico		\$370.000
Gastos por viáticos - asistente de Ingeniería		\$370.000
Gastos admnistrativos - Papele rlapapale labo social de 11forme (200 hojas)		\$4.000
Contrato de tinta para las labo social de 11forme		\$150.000
Gastos de seriales de papelería (hojas, esteros, marcadores, cd's, correares)		\$60.000
Comisiones por ventas de acciones a ingresos aproximados de ventas-3% (Cuarto periodo de la	\$80.700.000	\$242.100
Seguro todo riesgo para activos - Inversión de capital 0,8% mensual	\$450.000.000	\$360.000
Baterías o pilas de equipos		\$36.000
Total - Egreso estimado para el undécimo mes (11mo mes)		\$9.298.417
Total - Ingresos estimados para el undécimo mes (11mo mes)		\$8.070.000
Utilidad-undécimo mes (11mo mes)		-\$1.228.417

Egreso estimado para el duodécimo mes (12mo mes) - Monitoreo para siete empresas		
Empresa 8 - Planta Bogotá : Duración estimada del 1mo febrero 13h ;aproximadamente 2 días.		
Empresa 11 - Planta Bogotá : Duración estimada del 1mo febrero 02h ;aproximadamente 3 días.		
Empresa 17 - Planta Bogotá : Duración estimada del 1mo febrero 03h ;aproximadamente 5 días.		
Empresa 18 - Planta Bogotá : Duración estimada del 1mo febrero 02h ;aproximadamente 3 días.		
Empresa 27 - Planta Bogotá : Duración estimada del 1mo febrero 06h ;aproximadamente 8 días.		
Empresa 45 - Planta Bogotá : Duración estimada del 1mo febrero 08h ;aproximadamente 5 días.		
Empresa 47 - Planta Bogotá : Duración estimada del 1mo febrero 09h ;aproximadamente 1 día.		

Costos compartidos por arriendo (% participación -30%)	\$850.000	\$255.000
Costos compartidos por uso de planta de servicios públicos-Energía-Telefonos (%participación -35%)	\$1.000.000	\$350.000
Costos compartidos por uso de planta de Internet (%participación -4,0%)	\$120.000	\$48.000
Cuota por préstamo a 24 meses	\$450.000.000	\$2.433.817
Salario básico Ingeniero mecánico		\$1.200.000
Salario básico Asistente de Ingeniería		\$850.000
Salario básico Asillarmecánico		\$650.000
Salario básico Digitador		\$500.000
Prestaciones sociales por mes Ingeniero mecánico-32%	\$1.200.000	\$384.000
Prestaciones sociales por mes Asistente de Ingeniería-32%	\$850.000	\$272.000
Prestaciones sociales por mes Asillarmecánico-32%	\$650.000	\$208.000
Prestaciones sociales por mes Digitador-32%	\$500.000	\$160.000
Insomny sumo litros de no com li	\$54.000	\$4.500
Costo por dotación de EPP personal en el mes	\$1.241.250	\$1.241.250
Gastos de transporte - Empresa Bogotá - Ingeniero mecánico; \$3000 por día		\$81.000
Gastos de transporte - Empresa Bogotá - Asistente Ingeniería; \$3000 por día		\$81.000
Gastos admnistrativos - Papele rlapapale labo social de 11forme (100 hojas)		\$8.000
Contrato de tinta para las labo social de 11forme		\$150.000
Gastos de seriales de papelería (hojas, esteros, marcadores, cd's, correares)		\$60.000
Comisiones por ventas de acciones a ingresos aproximados de ventas-3% (Cuarto periodo de la	\$115.88.000	\$347.640
Seguro todo riesgo para activos - Inversión de capital 0,8% mensual	\$450.000.000	\$360.000
Baterías o pilas de equipos		\$36.000
Calibración mensual de equipos de mediciones		\$500.000
Total - Egreso estimado para el duodécimo mes (12mo mes)		\$10.170.207
Total - Ingresos estimados para el duodécimo mes (12mo mes)		\$11.588.000
Utilidad-duodécimo mes (12mo mes)		\$1.417.793

Fuente: Autores del proyecto

TABLA N°45. Cuadro de Flujo de caja estimado para el proyecto en el onceavo y doceavo mes.

Egresos estimados para el treceavo mes (13vo mes) - Monitoreo para una empresa y asistencia en digitación B.D. Empresa 20 - Renta Zipaquirá: Duración estimada del monitoreo 147h, aproximadamente 19 días.		
Costos compartidos por arriendo (% participación-30%)	\$850.000	\$255.000
Costos compartidos por concepto de servicios públicos-Energía-Teléfono (%participación-35%)	\$1.000.000	\$350.000
Costos compartidos por concepto de Internet (%participación-40%)	\$120.000	\$48.000
Cuota por préstamo a 24 meses	\$45.000.000	\$2.433.817
Salario básico Ingeniero mecánico		\$1.200.000
Salario básico Asistente de ingeniería		\$850.000
Salario básico Auxiliar mecánico		\$650.000
Salario básico Digitador		\$500.000
Prestaciones sociales por mes Ingeniero mecánico-32%	\$1.200.000	\$384.000
Prestaciones sociales por mes Asistente de ingeniería-32%	\$850.000	\$272.000
Prestaciones sociales por mes Auxiliar mecánico-32%	\$650.000	\$208.000
Prestaciones sociales por mes Digitador-32%	\$500.000	\$160.000
Insumos y suministros de uso común	\$54.000	\$4.500
Gastos de transporte - Empresa Bogotá y Zipaquirá - Ingeniero mecánico; \$8000 por día		\$152.000
Gastos de transporte - Empresa Bogotá y Zipaquirá - Asistente ingeniería; \$8000 por día		\$152.000
Gastos administrativos - Papelería para la elaboración del informe (150 hojas)		\$3.000
Gastos generales de papelería (anillado, esferos, marcadores, cd's, correctores)		\$50.000
Comisiones por ventas de acuerdo a ingresos aproximados de ventas-3% (Dato procedente de la	\$850.000	\$255.000
Seguro todo riesgo para activos - inversión de capital 0,8% mensual	\$45.000.000	\$360.000
Tot. d. - Egresos estimados para el treceavo mes (13vo mes)		\$8.287.317
Tot. d. - Ingresos e ingresos para el treceavo mes (13vo mes)		\$8.600.000
Utilidad - treceavo mes (13vo mes)		\$212.684
Egresos estimados para el catorceavo mes (14vo mes) - Monitoreo para ocho empresas Empresa 2 - Planta Llanos orientales : Duración estimada del monitoreo 10h; aproximadamente 2 días Empresa 35 - Renta Llanos orientales: Duración estimada del monitoreo 29h, aproximadamente 4 días. Empresa 39 - Renta Llanos orientales: Duración estimada del levantamiento 21 h; aproximadamente 3 días. Empresa 27 - Renta Bogotá : Duración estimada del Monitoreo 64h, aproximadamente 8 días. Empresa 11 - Renta Bogotá : Duración estimada del Monitoreo 24h; aproximadamente 3 días. Empresa 8 - Planta Bogotá : Duración estimada del Monitoreo 13h; aproximadamente 2 días. Empresa 17 - Renta Bogotá : Duración estimada del Monitoreo 34h; aproximadamente 5 días. Empresa 18 - Renta Bogotá : Duración estimada del Monitoreo 23h; aproximadamente 3 días.		
Costos compartidos por arriendo (% participación-30%)	\$850.000	\$255.000
Costos compartidos por concepto de servicios públicos-Energía-Teléfono (%participación-35%)	\$1.000.000	\$350.000
Costos compartidos por concepto de Internet (%participación-40%)	\$120.000	\$48.000
Cuota por préstamo a 24 meses	\$45.000.000	\$2.433.817
Salario básico Ingeniero mecánico		\$1.200.000
Salario básico Asistente de ingeniería		\$850.000
Salario básico Auxiliar mecánico		\$650.000
Salario básico Digitador		\$500.000
Prestaciones sociales por mes Ingeniero mecánico-32%	\$1.200.000	\$384.000
Prestaciones sociales por mes Asistente de ingeniería-32%	\$850.000	\$272.000
Prestaciones sociales por mes Auxiliar mecánico-32%	\$650.000	\$208.000
Prestaciones sociales por mes Digitador-32%	\$500.000	\$160.000
Insumos y suministros de uso común	\$54.000	\$4.500
Gastos de transporte - Empresas Bogotá - Ingeniero mecánico; \$3000 por día		\$63.000
Gastos de transporte - Empresas Bogotá - Asistente ingeniería; \$3000 por día		\$63.000
Gastos de transporte - ruta nacional - ingeniero mecánico		\$160.000
Gastos de transporte - ruta nacional - asistente de ingeniería		\$160.000
Gastos por viáticos - Ingeniero mecánico		\$370.000
Gastos por viáticos - asistente de ingeniería		\$370.000
Gastos administrativos - Papelería para la elaboración del informe (500 hojas)		\$10.000
Cartucho de tinta para la elaboración del informe		\$150.000
Gastos generales de papelería (anillado, esferos, marcadores, cd's, correctores)		\$60.000
Comisiones por ventas de acuerdo a ingresos aproximados de ventas-3% (Dato procedente de la	\$1.203.200	\$360.960
Seguro todo riesgo para activos - inversión de capital 0,8% mensual	\$45.000.000	\$360.000
Baterías o pilas de equipos		\$38.000
Tot. d. - Egresos estimados para el catorceavo mes (14vo mes)		\$9.478.277
Tot. d. - Ingresos e ingresos para el catorceavo mes (14vo mes)		\$12.032.000
Utilidad - catorceavo mes (14vo mes)		\$2.553.724

Fuente: Autores del proyecto

TABLA N°46. Cuadro de Flujo de caja estimado para el proyecto en el treceavo y catorceavo mes.

Egresos estimados para el quinceavo mes (15vo mes) - Monitoreo para tres empresas		
Empresa 27 - Planta Bogotá: Duración estimada del Monitoreo 64h; aproximadamente 8 días.		
Empresa 45 - Ranta Bogotá: Duración estimada del monitoreo 38h; aproximadamente 5 días.		
Empresa 47 - Ranta Bogotá: Duración estimada del Monitoreo 9h; aproximadamente 1 día.		
Costos compartidos por arriendo (% participación-30 %)	\$ 850.000	\$ 255.000
Costos compartidos por concepto de servicios públicos Energía-Teléfono (% participación-35 %)	\$ 1.000.000	\$ 350.000
Costos compartidos por concepto de Internet (% participación-40 %)	\$ 120.000	\$ 48.000
Cuota por préstamo a 24 meses	\$ 45.000.000	\$ 2.483.817
Salario básico Ingeniero mecánico		\$ 1.200.000
Salario básico Asistente de ingeniería		\$ 850.000
Salario básico Auxiliar mecánico		\$ 650.000
Salario básico Digitador		\$ 500.000
Prestaciones sociales por mes Ingeniero mecánico-32%	\$ 1.200.000	\$ 394.000
Prestaciones sociales por mes Asistente de ingeniería-32%	\$ 850.000	\$ 272.000
Prestaciones sociales por mes Auxiliar mecánico-32%	\$ 650.000	\$ 208.000
Prestaciones sociales por mes Digitador-32%	\$ 500.000	\$ 160.000
Insumos y suministros de uso común	\$ 54.000	\$ 4.500
Gastos de transporte - Empresa Bogotá- Ingeniero mecánico; \$3000 por día		\$ 42.000
Gastos de transporte - Empresa Bogotá- Asistente ingeniería; \$3000 por día		\$ 42.000
Gastos administrativos- Papelería para la elaboración del informe (300 hojas)		\$ 9.000
Cartucho de tinta para la elaboración del informe		\$ 150.000
Gastos generales de papelería (anillado, esteros, marcadores, cd's correctores)		\$ 100.000
Comisiones por ventas de acuerdo a ingresos aproximados de ventas-3% (Dato procedente de la	\$ 6.266.000	\$ 187.980
Seguro todo riesgo para activos- inversión de capital 08 % mensual	\$ 45.000.000	\$ 350.000
Baterías o pilas de equipos		\$ 36.000
Total - Egresos estimados para el quinceavo mes (15vo mes)		\$ 8.242.237
Total - Ingresos estimados para el quinceavo mes (15vo mes)		\$ 6.266.000
Utilidad - quinceavo mes (15vo mes)		-\$ 1.976.237
Egresos estimados para el dieciséisavo mes (16vo mes) - Monitoreo para cuatro empresas		
Empresa 20 - Ranta Zipaquirá: Duración estimada del Monitoreo 144h; aproximadamente 19 días.		
Empresa 17 - Ranta Bogotá: Duración estimada del Monitoreo 34h; aproximadamente 5 días.		
Empresa 11 - Ranta Bogotá: Duración estimada del Monitoreo 24h; aproximadamente 3 días.		
Empresa 18 - Ranta Bogotá: Duración estimada del Monitoreo 23h; aproximadamente 3 días.		
Costos compartidos por arriendo (% participación-30 %)	\$ 850.000	\$ 255.000
Costos compartidos por concepto de servicios públicos Energía-Teléfono (% participación-35 %)	\$ 1.000.000	\$ 350.000
Costos compartidos por concepto de Internet (% participación-40 %)	\$ 120.000	\$ 48.000
Cuota por préstamo a 24 meses	\$ 45.000.000	\$ 2.483.817
Salario básico Ingeniero mecánico		\$ 1.200.000
Salario básico Asistente de ingeniería		\$ 850.000
Salario básico Auxiliar mecánico		\$ 650.000
Salario básico Digitador		\$ 500.000
Prestaciones sociales por mes Ingeniero mecánico-32%	\$ 1.200.000	\$ 394.000
Prestaciones sociales por mes Asistente de ingeniería-32%	\$ 850.000	\$ 272.000
Prestaciones sociales por mes Auxiliar mecánico-32%	\$ 650.000	\$ 208.000
Prestaciones sociales por mes Digitador-32%	\$ 500.000	\$ 160.000
Insumos y suministros de uso común	\$ 54.000	\$ 4.500
Gastos de transporte - Empresa Bogotá y Zipaquirá- Ingeniero mecánico; \$8000 por día		\$ 179.000
Gastos de transporte - Empresa Bogotá y Zipaquirá- Asistente ingeniería; \$8000 por día		\$ 179.000
Gastos de transporte - Empresas Bogotá - Ingeniero mecánico; \$3000 por día		\$ 33.000
Gastos de transporte - Empresas Bogotá - Asistente ingeniería; \$3000 por día		\$ 33.000
Gastos administrativos- Papelería para la elaboración del informe (400 hojas)		\$ 8.000
Gastos generales de papelería (anillado, esteros, marcadores, cd's correctores)		\$ 50.000
Comisiones por ventas de acuerdo a ingresos aproximados de ventas-3% (Dato procedente de la	\$ 13.082.000	\$ 392.460
Seguro todo riesgo para activos- inversión de capital 08 % mensual	\$ 45.000.000	\$ 350.000
Total - Egresos estimados para el dieciséisavo mes (16vo mes)		\$ 8.549.777
Total - Ingresos estimados para el dieciséisavo mes (16vo mes)		\$ 13.082.000
Utilidad - dieciséisavo mes (16vo mes)		\$ 4.532.224

Fuente: Autores del proyecto

TABLA N°47. Cuadro de Flujo de caja estimado para el proyecto en el quinceavo y dieciséisavo mes.

Egresos estimados para el dieciséisavo mes (17vo mes) - Monitoreo para selección empresa asistencia en digitalización BD		
Bnpresa 2 - Planta Uanos orientales : Duración estimada de Monitoreo 10 días; aproximadamente 2 días.		
Bnpresa 35 - Planta Uanos orientales : Duración estimada de Monitoreo 29 días; aproximadamente 4 días.		
Bnpresa 39 - Planta Uanos orientales : Duración estimada de levantamiento 21 días; aproximadamente 3 días.		
Bnpresa 27 - Planta Bogotá : Duración estimada de Monitoreo 64 días; aproximadamente 8 días.		
Bnpresa 11 - Planta Bogotá : Duración estimada de Monitoreo 24 días; aproximadamente 3 días.		
Bnpresa 8 - Planta Bogotá : Duración estimada de Monitoreo 13 días; aproximadamente 2 días.		
Costos compartidos por arriendo (% participación -30%)	\$ 850.000	\$ 255.000
Costos compartidos por costo de servicios públicos-Energía-Te Efeno (%participación -35%)	\$ 1.000.000	\$ 350.000
Costos compartidos por costo de Internet (%participación -40%)	\$ 120.000	\$ 48.000
Cuota por préstamo 24 meses	\$ 45.000.000	\$ 2.133.617
Salario básico Ingelele mensual		\$ 1.200.000
Salario básico Asistente de Ingeniería		\$ 850.000
Salario básico Asistente de Ingeniería		\$ 650.000
Salario básico Digitador		\$ 500.000
Prestado resociales por mes Ingelele mensual-32%	\$ 1.200.000	\$ 384.000
Prestado resociales por mes Asistente de Ingeniería-32%	\$ 850.000	\$ 272.000
Prestado resociales por mes Asistente de Ingeniería-32%	\$ 650.000	\$ 208.000
Prestado resociales por mes Digitador-32%	\$ 500.000	\$ 160.000
Impuestos y suministros de consumo	\$ 54.000	\$ 4.500
Gastos de transporte -Empresas Bogotá - Ingelele mensual; \$3000 por día		\$ 39.000
Gastos de transporte -Empresas Bogotá - Asistente de Ingeniería; \$3000 por día		\$ 39.000
Gastos de transporte -rta nacional - Ingelele mensual		\$ 160.000
Gastos de transporte -rta nacional - Asistente de Ingeniería		\$ 160.000
Gastos por utilidades - Ingelele mensual		\$ 370.000
Gastos por utilidades - Asistente de Ingeniería		\$ 370.000
Gastos administrativos - Papel para la elaboración de informes (500 hojas)		\$ 10.000
Costo de tinta para la elaboración de informe		\$ 150.000
Gastos de ventas de papelería (hojas, sobres, manzanas, café, comedores)		\$ 60.000
Comisión por ventas de acuerdo a los aproximados de ventas-3% (Caba proceste de la	\$ 88.10.000	\$ 264.300
Seguro de riesgo para activos - Inversión de capital 0,8% mensual	\$ 45.000.000	\$ 360.000
Baterías o pilas de equipos		\$ 36.000
Total - Egresos estimados para el dieciséisavo mes (17vo mes)		\$ 3.333.617
Total - Ingresos estimados para el dieciséisavo mes (17vo mes)		\$ 8.10.000
Utilidad - el dieciséisavo mes (17vo mes)		-4.523.617
Egresos estimados para el diechoavo mes (18vo mes) - Monitoreo para inicio empresa		
Bnpresa 27 - Planta Bogotá : Duración estimada de Monitoreo 64 días; aproximadamente 8 días.		
Bnpresa 45 - Planta Bogotá : Duración estimada de Monitoreo 38 días; aproximadamente 5 días.		
Bnpresa 47 - Planta Bogotá : Duración estimada de Monitoreo 9 días; aproximadamente 1 día.		
Bnpresa 17 - Planta Bogotá : Duración estimada de Monitoreo 34 días; aproximadamente 5 días.		
Bnpresa 18 - Planta Bogotá : Duración estimada de Monitoreo 23 días; aproximadamente 3 días.		
Costos compartidos por arriendo (% participación -30%)	\$ 850.000	\$ 255.000
Costos compartidos por costo de servicios públicos-Energía-Te Efeno (%participación -35%)	\$ 1.000.000	\$ 350.000
Costos compartidos por costo de Internet (%participación -40%)	\$ 120.000	\$ 48.000
Cuota por préstamo 24 meses	\$ 45.000.000	\$ 2.133.617
Salario básico Ingelele mensual		\$ 1.200.000
Salario básico Asistente de Ingeniería		\$ 850.000
Salario básico Asistente de Ingeniería		\$ 650.000
Salario básico Digitador		\$ 500.000
Prestado resociales por mes Ingelele mensual-32%	\$ 1.200.000	\$ 384.000
Prestado resociales por mes Asistente de Ingeniería-32%	\$ 850.000	\$ 272.000
Prestado resociales por mes Asistente de Ingeniería-32%	\$ 650.000	\$ 208.000
Prestado resociales por mes Digitador-32%	\$ 500.000	\$ 160.000
Impuestos y suministros de consumo	\$ 54.000	\$ 4.500
Costo por utilidades y EPP promedio mensual (3 obreros anuales)	\$ 1.241.250	\$ 1.241.250
Gastos de transporte -Empresa Bogotá - Ingelele mensual; \$3000 por día		\$ 66.000
Gastos de transporte -Empresa Bogotá - Asistente de Ingeniería; \$3000 por día		\$ 66.000
Gastos administrativos - Papel para la elaboración de informes (500 hojas)		\$ 8.000
Costo de tinta para la elaboración de informe		\$ 150.000
Gastos de ventas de papelería (hojas, sobres, manzanas, café, comedores)		\$ 100.000
Comisión por ventas de acuerdo a los aproximados de ventas-3% (Caba proceste de la	\$ 3.488.000	\$ 284.640
Seguro de riesgo para activos - Inversión de capital 0,8% mensual	\$ 45.000.000	\$ 360.000
Baterías o pilas de equipos		\$ 36.000
Calentador y quemador equipos de medicción		\$ 500.000
Total - Egresos estimados para el diechoavo mes (18vo mes)		\$ 10.127.207
Total - Ingresos estimados para el diechoavo mes (18vo mes)		\$ 3.488.000
Utilidad - diechoavo mes (18vo mes)		-6.639.207

Fuente: Autores del proyecto

TABLA N°48. Cuadro de Flujo de caja estimado para el proyecto en el diesisieteavo y diesciochoavo mes.

Egresos estimados para el diecinueveavo mes (19 vo mes) - Monitoreo para tres empresas y asistencia en digitación BD		
Empresa 20 - Ranta Zipaquina: Duración estimada del Monitoreo 147h; aproximadamente 19 días.		
Empresa 8 - Planta Bogotá: Duración estimada del Monitoreo 13h; aproximadamente 2 días.		
Empresa 11 - Ranta Bogotá: Duración estimada del Monitoreo 24h; aproximadamente 3 días.		
Costos compartidos por arriendo (5% participación -30%)	\$ 850.000	\$255.000
Costos compartidos por recepción de servicios públicos - Energía-Teléfono (5% participación -35%)	\$ 1.000.000	\$350.000
Costos compartidos por recepción de Internet (5% participación -40%)	\$ 120.000	\$48.000
Costo por prestación 24 meses	\$ 46.000.000	\$ 2.433.817
Salario básico Ingeniero mensual		\$ 1.200.000
Salario básico Asistente de Ingeniería		\$850.000
Salario básico Auxiliar mensual		\$650.000
Salario básico Digitador		\$500.000
Prestaciones sociales por mes Ingeniero mensual -32%	\$ 1.200.000	\$384.000
Prestaciones sociales por mes Asistente de Ingeniería-32%	\$ 850.000	\$272.000
Prestaciones sociales por mes Auxiliar mensual-32%	\$ 650.000	\$208.000
Prestaciones sociales por mes Digitador-32%	\$ 500.000	\$160.000
Insumos y suministros de uso común	\$ 54.000	\$ 4.500
Gastos de transporte - Empresa Bogotá y Zipaquina - Ingeniero mensual; \$8.000 por día		\$179.000
Gastos de transporte - Empresa Bogotá y Zipaquina - Asistente de Ingeniería; \$8.000 por día		\$179.000
Gastos de transporte - Empresas Bogotá - Ingeniero mensual; \$3.000 por día		\$ 15.000
Gastos de transporte - Empresas Bogotá - Asistente de Ingeniería; \$3.000 por día		\$ 15.000
Gastos administrativos - Papelaria para la elaboración del informe (500 hojas)		\$ 10.000
Gastos de materiales de papelería (guilado, esteras, marcadores, colas, conectores)		\$ 50.000
Comisiones por ventas de acuerdo a ingresos aproximados de ventas-3% (dato procedente de la Seguridad riesgo para acciones - Inversión de capital 0,8% mensual)	\$ 10.600.000	\$318.000
Seguro todo riesgo para acciones - Inversión de capital 0,8% mensual	\$ 46.000.000	\$360.000
Total - Egresos estimados para el diecinueveavo mes (19 vo mes)		\$ 8.441.317
Total - Ingresos estimados para el diecinueveavo mes (19 vo mes)		\$ 10.600.000
Utilidad - diecinueveavo mes (19 vo mes)		\$ 2.158.684

Egresos estimados para el vigésimo mes (20 vo mes) - Monitoreo para siete empresas		
Empresa 2 - Planta Uanos orientales: Duración estimada del Monitoreo 10h; aproximadamente 2 días.		
Empresa 35 - Ranta Uanos orientales: Duración estimada del Monitoreo 29h; aproximadamente 4 días.		
Empresa 33 - Ranta Uanos orientales: Duración estimada del levantamiento 21h; aproximadamente 3 días.		
Empresa 27 - Ranta Bogotá: Duración estimada del Monitoreo 64h; aproximadamente 8 días.		
Empresa 11 - Ranta Bogotá: Duración estimada del Monitoreo 24h; aproximadamente 3 días.		
Empresa 17 - Ranta Bogotá: Duración estimada del Monitoreo 34h; aproximadamente 5 días.		
Empresa 18 - Ranta Bogotá: Duración estimada del Monitoreo 23h; aproximadamente 3 días.		
Costos compartidos por arriendo (5% participación -30%)	\$ 850.000	\$255.000
Costos compartidos por recepción de servicios públicos - Energía-Teléfono (5% participación -35%)	\$ 1.000.000	\$350.000
Costos compartidos por recepción de Internet (5% participación -40%)	\$ 120.000	\$48.000
Costo por prestación 24 meses	\$ 46.000.000	\$ 2.433.817
Salario básico Ingeniero mensual		\$ 1.200.000
Salario básico Asistente de Ingeniería		\$850.000
Salario básico Digitador		\$500.000
Prestaciones sociales por mes Ingeniero mensual -32%	\$ 1.200.000	\$778.821
Prestaciones sociales por mes Asistente de Ingeniería-32%	\$ 850.000	\$384.000
Prestaciones sociales por mes Auxiliar mensual-32%	\$ 650.000	\$272.000
Prestaciones sociales por mes Digitador-32%	\$ 500.000	\$160.000
Prestaciones sociales por mes Auxiliar mensual-32%	\$ 650.000	\$122.880
Insumos y suministros de uso común	\$ 54.000	\$ 4.500
Gastos de transporte - Empresas Bogotá - Ingeniero mensual; \$3.000 por día		\$57.000
Gastos de transporte - Empresas Bogotá - Asistente de Ingeniería; \$3.000 por día		\$57.000
Gastos de transporte - Renta nacional - Ingeniero mensual		\$160.000
Gastos de transporte - Renta nacional - Asistente de Ingeniería		\$160.000
Gastos por viáticos - Ingeniero mensual		\$370.000
Gastos por viáticos - Asistente de Ingeniería		\$370.000
Gastos administrativos - Papelaria para la elaboración del informe (500 hojas)		\$ 10.000
Gastos de tinta para la elaboración de informe		\$150.000
Gastos de materiales de papelería (guilado, esteras, marcadores, colas, conectores)		\$60.000
Comisiones por ventas de acuerdo a ingresos aproximados de ventas-3% (dato procedente de la Seguridad riesgo para acciones - Inversión de capital 0,8% mensual)	\$ 11.292.000	\$338.760
Seguro todo riesgo para acciones - Inversión de capital 0,8% mensual	\$ 46.000.000	\$360.000
Balances y plusvalía de equipos		\$ 36.000
Total - Egresos estimados para el vigésimo mes (20 vo mes)		\$ 9.487.778
Total - Ingresos estimados para el vigésimo mes (20 vo mes)		\$ 11.292.000
Utilidad - vigésimo mes (20 vo mes)		\$ 1.804.222

Fuente: Autores del proyecto

TABLA N°49. Cuadro de Flujo de caja estimado para el proyecto en el diecinueveavo y veinteavo mes.

Egresos estimados para el vigésimo primer mes (21 mes)- Monitoreo para tres empresas y asistencia en digitación B.D		
Empresa 27 - Ranta Bogotá : Duración estimada del Monitoreo 64h; aproximadamente 8 días.		
Empresa 45 - Ranta Bogotá : Duración estimada del monitoreo 38h; aproximadamente 5 días.		
Empresa 47 - Ranta Bogotá : Duración estimada del Monitoreo 9h; aproximadamente 1 día.		
Costos compartidos por arriendo (% participación-30 %)	\$ 850.000	\$ 256.000
Costos compartidos por concepto de servicios públicos Energía- Teléfono (% participación-35 %)	\$ 1.000.000	\$ 350.000
Costos compartidos por concepto de Internet (% participación-40%)	\$ 120.000	\$ 48.000
Cuota por préstamo a 24 meses	\$ 45.000.000	\$ 2.483.817
Salario básico Ingeniero mecánico		\$ 1.200.000
Salario básico Asistente de ingeniería		\$ 850.000
Salario básico Auxiliar mecánico		\$ 650.000
Salario básico Digitador		\$ 500.000
Prestaciones sociales por mes Ingeniero mecánico-32%	\$ 1.200.000	\$ 394.000
Prestaciones sociales por mes Asistente de ingeniería-32%	\$ 850.000	\$ 272.000
Prestaciones sociales por mes Auxiliar mecánico-32%	\$ 650.000	\$ 208.000
Prestaciones sociales por mes Digitador-32%	\$ 500.000	\$ 160.000
Prestaciones sociales por mes Auxiliar mecánico-32%	\$ 650.000	\$ 208.000
Gastos de transporte - Empresa Bogota- Ingeniero mecánico; \$ 3000 por día		\$ 42.000
Gastos de transporte - Empresa Bogota- Asistente ingeniería; \$ 3000 por día		\$ 42.000
Gastos administrativos- Papelería para la elaboración del informe(400 hojas)		\$ 8.000
Cartucho de tinta para la elaboración del informe		\$ 150.000
Gastos generales de papelería (anillado, esferos, marcadores, cd's correctores)		\$ 100.000
Comisiones por ventas de acuerdo a ingresos aproximados de ventas-3%(Dato procedente de la	\$ 6.266.000	\$ 187.980
Seguro todo riesgo para activos- inversión de capital 0,8 % mensual	\$ 45.000.000	\$ 350.000
Baterías o pilas de equipos		\$ 36.000
TOTAL - Egresos estimados para el vigésimo primer mes(21 meses)		\$ 8.323.837
TOTAL - Ingresos estimados para el vigésimo primer mes(21 meses)		\$ 6.266.000
Utilidad -vigésimo primer mes(21 meses)		-\$ 2.057.837

Egresos estimados para el vigésimo segundo mes(22 mes)- Monitoreo para cinco empresas		
Empresa 20 - Ranta Zipaquirá: Duración estimada del Monitoreo 147h; aproximadamente 19 días.		
Empresa 17 - Ranta Bogotá : Duración estimada del Monitoreo 34h; aproximadamente 5 días.		
Empresa 11 - Ranta Bogotá : Duración estimada del Monitoreo 24h; aproximadamente 3 días.		
Empresa 18 - Ranta Bogotá : Duración estimada del Monitoreo 23h; aproximadamente 3 días.		
Empresa 8 - Ranta Bogotá : Duración estimada del Monitoreo 13h; aproximadamente 2 días.		
Costos compartidos por arriendo (% participación-30 %)	\$ 850.000	\$ 256.000
Costos compartidos por concepto de servicios públicos Energía- Teléfono (% participación-35 %)	\$ 1.000.000	\$ 350.000
Costos compartidos por concepto de Internet (% participación-40%)	\$ 120.000	\$ 48.000
Cuota por préstamo a 24 meses	\$ 45.000.000	\$ 2.483.817
Salario básico Ingeniero mecánico		\$ 1.200.000
Salario básico Asistente de ingeniería		\$ 850.000
Salario básico Auxiliar mecánico		\$ 650.000
Salario básico Digitador		\$ 500.000
Prestaciones sociales por mes Ingeniero mecánico-32%	\$ 1.200.000	\$ 394.000
Prestaciones sociales por mes Asistente de ingeniería-32%	\$ 850.000	\$ 272.000
Prestaciones sociales por mes Auxiliar mecánico-32%	\$ 650.000	\$ 208.000
Prestaciones sociales por mes Digitador-32%	\$ 500.000	\$ 160.000
Prestaciones sociales por mes Auxiliar mecánico-32%	\$ 650.000	\$ 208.000
Gastos de transporte - Empresa Bogota y Zipaquirá- Ingeniero mecánico; \$ 8000 por día		\$ 179.000
Gastos de transporte - Empresa Bogota y Zipaquirá- Asistente ingeniería; \$ 8000 por día		\$ 179.000
Gastos de transporte - Empresas Bogota - Ingeniero mecánico; \$ 3000 por día		\$ 39.000
Gastos de transporte - Empresas Bogota - Asistente ingeniería; \$ 3000 por día		\$ 39.000
Gastos administrativos- Papelería para la elaboración del informe(400 hojas)		\$ 8.000
Gastos generales de papelería (anillado, esferos, marcadores, cd's correctores)		\$ 50.000
Comisiones por ventas de acuerdo a ingresos aproximados de ventas-3%(Dato procedente de la	\$ 13.822.000	\$ 414.660
Seguro todo riesgo para activos- inversión de capital 0,8 % mensual	\$ 45.000.000	\$ 350.000
TOTAL - Egresos estimados para el vigésimo segundo mes(22 meses)		\$ 8.666.517
TOTAL - Ingresos estimados para el vigésimo segundo mes(22 meses)		\$ 13.822.000
Utilidad -vigésimo segundo mes(22 meses)		\$ 5.155.484

Fuente: Autores del proyecto

TABLA N°50. Cuadro de Flujo de caja estimado para el proyecto en el veintiuno y veintidosavo mes.

Ejercicio estimado para el vigésimo tercer mes (23er mes) - Monitoreo para el emprendimiento en digitalización B D		
Ejercicio 2 - Renta Llano orientale: Duración estimada del monitoreo 10h; aproximadamente 2 días		
Ejercicio 36 - Renta Llano orientale: Duración estimada del monitoreo 29h; aproximadamente 4 días		
Ejercicio 39 - Renta Llano orientale: Duración estimada del monitoreo 21h; aproximadamente 3 días		
Ejercicio 27 - Renta Bogotá: Duración estimada del monitoreo 6.4h; aproximadamente 8 días		
Ejercicio 11 - Renta Bogotá: Duración estimada del monitoreo 2.4h; aproximadamente 3 días		
Cuentas por pagar		
Cuentas por pagar por arrendamiento (9% participación-30%)	\$ 850.000	\$ 255.000
Cuentas por pagar por concepto de servicios públicos- Energía-7% forma (9% participación-35%)	\$ 1.000.000	\$ 350.000
Cuentas por pagar por concepto de intereses (9% participación-40%)	\$ 120.000	\$ 48.000
Cuota por préstamo 24 meses	\$ 45.000.000	\$ 2.133.817
Balanza deca Ingeniería mecánica		\$ 1.200.000
Balanza deca Asistencia de Ingeniería		\$ 650.000
Balanza deca Auxiliar mecánica		\$ 650.000
Balanza deca Digital		\$ 500.000
Provisiones para meses Ingeniería mecánica-32%	\$ 1.200.000	\$ 384.000
Provisiones para meses Asistencia de Ingeniería-32%	\$ 650.000	\$ 212.000
Provisiones para meses Auxiliar mecánica-32%	\$ 650.000	\$ 208.000
Provisiones para meses Digital-32%	\$ 500.000	\$ 160.000
Provisiones para meses Auxiliar mecánica-32%	\$ 650.000	\$ 67.000
Coste por depreciaciones y EPP por año anual (3 depreciaciones anuales)	\$ 2.162.500	\$ 206.875
Cuentas de transporte - Empresa Bogotá - Ingeniería mecánica; \$ 3000 por día		\$ 33.000
Cuentas de transporte - Empresa Bogotá - Asistencia Ingeniería; \$ 3000 por día		\$ 33.000
Cuentas de transporte - Ruta nacional - Ingeniería mecánica		\$ 160.000
Cuentas de transporte - Ruta nacional - Asistencia de Ingeniería		\$ 160.000
Cuentas por utilidades - Ingeniería mecánica		\$ 370.000
Cuentas por utilidades - Asistencia de Ingeniería		\$ 370.000
Cuentas administrativas- Papel para la elaboración del informe (500 hojas)		\$ 10.000
Carburante - Ruta para la elaboración del informe		\$ 150.000
Cuentas por gastos de papelería (Quilómetros, esteras, materiales, col's, comedores)		\$ 60.000
Comisiones por ventas de material de higiene aproximadas de ventas-3% (0 años porcentajes de la	\$ 8.070.000	\$ 242.100
Balanza de riesgo por acciones - Inversión de capital 0,8% anual	\$ 45.000.000	\$ 360.000
Balanza de equipos		\$ 36.000
Total - Ejercicio estimado para el vigésimo tercer mes (23er mes)		\$ 3.588.832
Total - Ingreso estimado para el vigésimo tercer mes (23er mes)		\$ 8.070.000
Utilidad - vigésimo tercer mes (23er mes)		-\$ 1.518.832
Ejercicio estimado para el vigésimo cuarto mes (24o mes) - Monitoreo para el emprendimiento en digitalización B D		
Ejercicio 27 - Renta Bogotá: Duración estimada del monitoreo 6.4h; aproximadamente 8 días		
Ejercicio 46 - Renta Bogotá: Duración estimada del monitoreo 38h; aproximadamente 5 días		
Ejercicio 47 - Renta Bogotá: Duración estimada del monitoreo 9h; aproximadamente 1 día		
Ejercicio 17 - Renta Bogotá: Duración estimada del monitoreo 3.4h; aproximadamente 5 días		
Ejercicio 18 - Renta Bogotá: Duración estimada del monitoreo 2.3h; aproximadamente 3 días		
Ejercicio 8 - Renta Bogotá: Duración estimada del monitoreo 13h; aproximadamente 2 días		
Cuentas por pagar		
Cuentas por pagar por arrendamiento (9% participación-30%)	\$ 850.000	\$ 255.000
Cuentas por pagar por concepto de servicios públicos- Energía-7% forma (9% participación-35%)	\$ 1.000.000	\$ 350.000
Cuentas por pagar por concepto de intereses (9% participación-40%)	\$ 120.000	\$ 48.000
Cuota por préstamo 24 meses	\$ 45.000.000	\$ 2.133.817
Balanza deca Ingeniería mecánica		\$ 1.200.000
Balanza deca Asistencia de Ingeniería		\$ 650.000
Balanza deca Auxiliar mecánica		\$ 650.000
Balanza deca Digital		\$ 500.000
Provisiones para meses Ingeniería mecánica-32%	\$ 1.200.000	\$ 384.000
Provisiones para meses Asistencia de Ingeniería-32%	\$ 650.000	\$ 212.000
Provisiones para meses Auxiliar mecánica-32%	\$ 650.000	\$ 208.000
Provisiones para meses Digital-32%	\$ 500.000	\$ 160.000
Provisiones para meses Auxiliar mecánica-32%	\$ 650.000	\$ 67.000
Coste por depreciaciones y EPP por año anual (3 depreciaciones anuales)	\$ 2.162.500	\$ 206.875
Cuentas de transporte - Empresa Bogotá - Ingeniería mecánica; \$ 3000 por día		\$ 72.000
Cuentas de transporte - Empresa Bogotá - Asistencia Ingeniería; \$ 3000 por día		\$ 72.000
Cuentas administrativas- Papel para la elaboración del informe (400 hojas)		\$ 8.000
Carburante - Ruta para la elaboración del informe		\$ 150.000
Cuentas por gastos de papelería (Quilómetros, esteras, materiales, col's, comedores)		\$ 70.000
Comisiones por ventas de material de higiene aproximadas de ventas-3% (0 años porcentajes de la	\$ 10.334.000	\$ 310.020
Balanza de riesgo por acciones - Inversión de capital 0,8% anual	\$ 45.000.000	\$ 360.000
Balanza de equipos		\$ 36.000
Contribuciones de los equipos de medición		\$ 500.000
Total - Ejercicio estimado para el vigésimo cuarto mes (24o mes)		\$ 9.182.752
Total - Ingreso estimado para el vigésimo cuarto mes (24o mes)		\$ 10.334.000
Utilidad - vigésimo cuarto mes (24o mes)		\$ 1.151.248

Fuente: Autores del proyecto

TABLA N°51. Cuadro de Flujo de caja estimado para el proyecto en el veintitresavo y veinticuatroavo mes.

11.5.2 Utilidades netas mes a mes.

ene-09	feb-09	mar-09	abr-09	may-09	jun-09
\$ 8.974.316,50	\$ 9.242.996,50	\$ 8.438.916,50	\$ 8.638.976,50	\$ 9.095.416,50	\$ 10.041.906,50
\$ 16.500.000,00	\$ 10.320.000,00	\$ 10.820.000,00	\$ 11.722.000,00	\$ 8.070.000,00	\$ 8.778.000,00
\$ 7.525.683,50	\$ 1.077.003,50	\$ 2.381.083,50	\$ 3.083.023,50	-\$ 1.025.416,50	-\$ 1.263.906,50

jul-09	ago-09	sep-09	oct-09	nov-09	dic-09
\$ 8.287.316,50	\$ 9.390.076,50	\$ 8.376.296,50	\$ 8.440.976,50	\$ 9.293.416,50	\$ 10.170.206,50
\$ 8.500.000,00	\$ 11.292.000,00	\$ 8.366.000,00	\$ 11.722.000,00	\$ 8.070.000,00	\$ 11.588.000,00
\$ 212.683,50	\$ 1.901.923,50	-\$ 10.296,50	\$ 3.281.023,50	-\$ 1.223.416,50	\$ 1.417.793,50

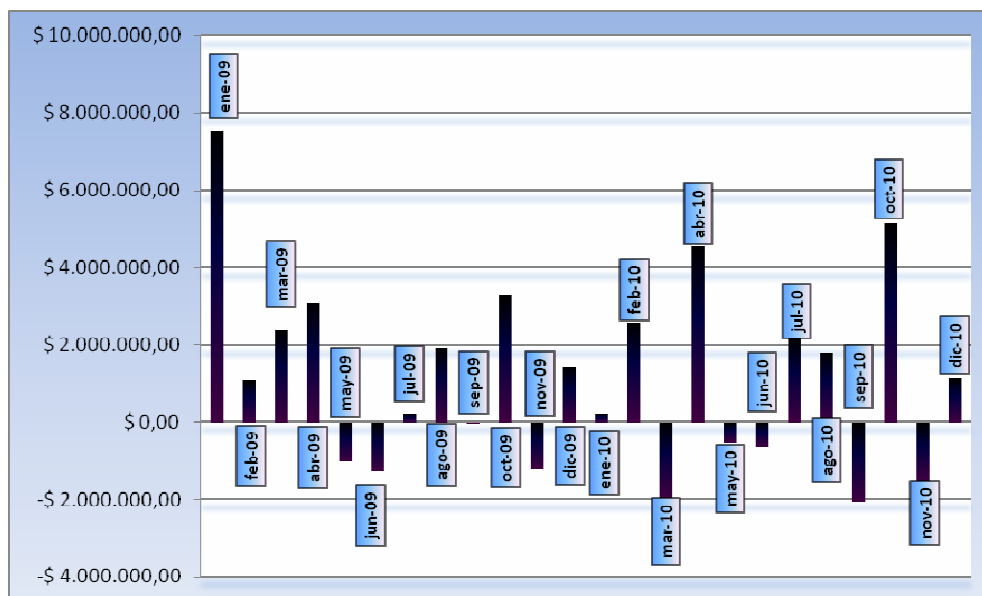
ene-10	feb-10	mar-10	abr-10	may-10	jun-10
\$ 8.287.316,50	\$ 9.478.276,50	\$ 8.242.296,50	\$ 8.549.776,50	\$ 9.333.616,50	\$ 10.127.206,50
\$ 8.500.000,00	\$ 12.032.000,00	\$ 6.266.000,00	\$ 13.082.000,00	\$ 8.810.000,00	\$ 9.488.000,00
\$ 212.683,50	\$ 2.553.723,50	-\$ 1.976.296,50	\$ 4.532.223,50	-\$ 523.616,50	-\$ 639.206,50

jul-10	ago-10	sep-10	oct-10	nov-10	dic-10
\$ 8.441.316,50	\$ 9.487.777,78	\$ 8.323.836,50	\$ 8.666.516,50	\$ 9.588.831,50	\$ 9.182.751,50
\$ 10.600.000,00	\$ 11.292.000,00	\$ 6.266.000,00	\$ 13.822.000,00	\$ 8.070.000,00	\$ 10.334.000,00
\$ 2.158.683,50	\$ 1.804.222,22	-\$ 2.057.836,50	\$ 5.155.483,50	-\$ 1.518.831,50	\$ 1.151.248,50

Fuente: Autores del proyecto

TABLA N°52. Cuadro de utilidades netas mensual del proyecto.

En está tabla se representa las utilidades mes a mes de Aser de Colombia por concepto de los servicios prestados a las empresas.



Fuente: Autores del proyecto

GRÁFICA N°37. Utilidades netas mensual del proyecto.

11.5.3 Flujo de caja a 24 meses.

	ene-09	feb-09	mar-09	abr-09	may-09
Egresos	\$ 8.974.316,50	\$ 9.242.996,50	\$ 8.438.916,50	\$ 8.638.976,50	\$ 9.095.416,50
Ingreso	\$ 16.500.000,00	\$ 10.320.000,00	\$ 10.820.000,00	\$ 11.722.000,00	\$ 8.070.000,00
Saldo	\$ 0,00	\$ 7.525.683,50	\$ 8.602.687,00	\$ 10.983.770,50	\$ 14.066.794,00

	jun-09	jul-09	ago-09	sep-09	oct-09	nov-09
Egresos	\$ 10.041.906,50	\$ 8.287.316,50	\$ 9.390.076,50	\$ 8.376.296,50	\$ 8.440.976,50	\$ 9.293.416,50
Ingreso	\$ 8.778.000,00	\$ 8.500.000,00	\$ 11.292.000,00	\$ 8.366.000,00	\$ 11.722.000,00	\$ 8.070.000,00
Saldo	\$ 11.777.471,00	\$ 11.990.154,50	\$ 13.892.078,00	\$ 13.881.781,50	\$ 17.162.805,00	\$ 15.939.388,50

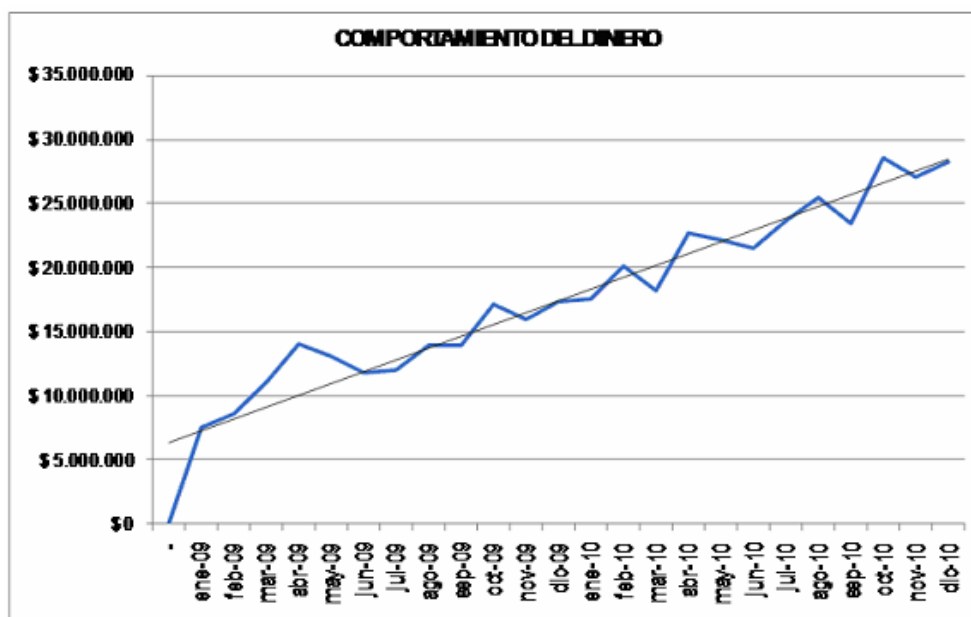
	dic-09	ene-10	feb-10	mar-10	abr-10	may-10
Egresos	\$ 10.170.206,50	\$ 8.287.316,50	\$ 9.478.276,50	\$ 8.242.296,50	\$ 8.549.776,50	\$ 9.333.616,50
Ingreso	\$ 11.588.000,00	\$ 8.500.000,00	\$ 12.032.000,00	\$ 6.266.000,00	\$ 13.082.000,00	\$ 8.810.000,00
Saldo	\$ 17.357.182,00	\$ 17.569.866,50	\$ 20.123.589,00	\$ 18.147.292,50	\$ 22.679.516,00	\$ 22.155.899,50

	jun-10	jul-10	ago-10	sep-10	oct-10	nov-10
Egresos	\$ 10.127.206,50	\$ 8.441.316,50	\$ 9.487.777,78	\$ 8.323.886,50	\$ 8.666.516,50	\$ 9.588.831,50
Ingreso	\$ 9.488.000,00	\$ 10.600.000,00	\$ 11.292.000,00	\$ 6.266.000,00	\$ 13.822.000,00	\$ 8.070.000,00
Saldo	\$ 21.516.693,00	\$ 23.675.376,50	\$ 25.479.598,72	\$ 23.421.762,22	\$ 28.577.245,72	\$ 27.058.414,22

	dic-10
Egresos	\$ 9.182.751,50
Ingreso	\$ 10.334.000,00
Saldo	\$ 28.209.662,72

Fuente: Autores del proyecto

TABLA N°53. Cuadro general flujo de caja del proyecto.



Fuente: Autores del proyecto

GRÁFICA N°38. Comportamiento del dinero en 24 meses para el proyecto

El comportamiento del dinero es la inversión necesario para desarrollar el modelo de mantenimiento y la utilidad que representa esa inversión.

11.6. Valor presente neto – VPN

Para el cálculo del valor presente neto se consultó con una entidad bancaria para establecer la ganancia en pesos durante un período de dos años que fue el tiempo que se determinó para el cumplimiento total de la obligación.

Valor presente neto - VPN - Cálculo para los dos primeros años

Tipo de inversión	CDT A 24 meses
Inversión con	Bancolombia
Inversión de capital	\$ 45.000.000
Tasa Efectiva Anual	8,20%
Tasa Efectiva Mensual	0,68%

Descuentos por retenciones	7% Retención en la fuente
Descuentos por impuestos	4 por Mil

Valor presente neto para establecer la rentabilidad de la inversión para los dos primeros años (2) años

Interés Mensual =	
$((8,2\%/100)/12)$	0,00683333
Inversión de capital	\$ 45.000.000,00
Utilidad bruta mensual (Int. Mensual X Inv. Capital)	\$ 307.500,00
No. Períodos	24
Utilidad bruta en el período	\$ 7.380.000,00

Capital bruto durante el período de inversión	\$ 52.380.000,00
--	-------------------------

Descuento del 7% por retención	0,070	\$ 516.600,00
Descuento del 4 por cada Mil		\$ 209.520,00

Total descuentos	\$ 726.120,00
Valor presente neto Segundo	\$ 51.863.400,00

Año (VPN 2do año)	
Utilidad neta en 2 años	\$ 6.863.400,00

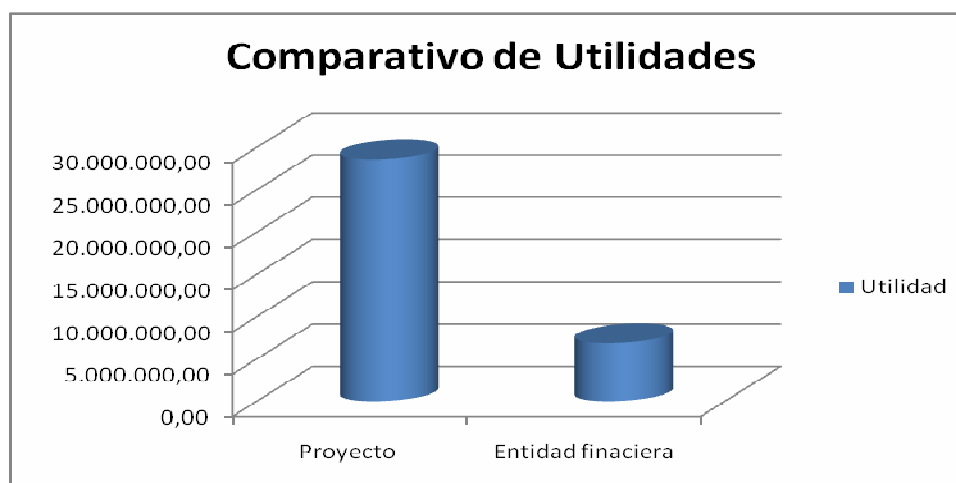
Fuente: Autores del proyecto

TABLA N°54. Cuadro de calculo del VPN para los dos primeros años.

Análisis comparativo

Del cálculo para determinar la utilidad final de la inversión para el proyecto “Modelo de mantenimiento para equipos de transmisión de potencia”, se obtuvo que con el proyecto en mención se estimaron unas utilidades de **\$ 28.609.662,72** a final de diciembre de 2010; Mientras que con la información brindada por la entidad bancaria de la utilidad a ésta misma fecha se estiman unas utilidades **\$ 6.863.400,00**.

La diferencia de la utilidad en pesos entre el proyecto a trabajar y la inversión en un banco sería de **\$ 13.746.262,72** a favor del proyecto; En conclusión el proyecto es viable para ser ejecutado.



Fuente: Autores del proyecto

GRÁFICA N°39. Gráfico comparativo de utilidades para el proyecto

11.7. Tasa interna de retorno – TIR

Tasa interna de retorno para la Entidad Bancaria

C = capital, r = tasa interna de retorno

Tasa interna de retorno - TIR - para el período de dos años

C1 :	\$ 45.000.000
C2 :	\$ 51.863.400
VPN :	\$ 0
r :	

$$VPN = - C1 + (C2/1+r)$$

$$r = (C2 - C1) / C1 \quad 0,1525$$

TIR	15,25%
------------	---------------

Fuente: Autores del proyecto

TABLA N°55. Cuadro del calculo del TIR en la Entidad Bancaria

Tasa interna de retorno para el Proyecto

Tasa interna de retorno - TIR - para el período de dos años

C1 :	\$ 45.000.000
C2 :	\$ 73.209.663
VPN :	\$ 0
r :	

$$VPN = - C1 + (C2/1+r)$$

$$r = (C2 - C1) / C1 \quad 0,6269$$

TIR	62,69%
------------	---------------

Fuente: Autores del proyecto

TABLA N°56. Cuadro del calculo del TIR para el proyecto

Análisis comparativo

La tasa interna de retorno para la entidad bancaria es del **15.25%**, mientras que para el proyecto es del **62.69%**. La diferencia porcentual entre uno y otro es del **47.44%**.

11.8. Punto de equilibrio

La cantidad de trabajos a realizar en dos años para alcanzar un punto de equilibrio o para absorber los costos de producción y operación **aproximadamente** es de **8** levantamientos de información y **80** monitoreos, información tomada con base en cálculos de ingreso de los flujos de caja mensuales.

11.9. Análisis frente a la competencia

Actualmente se cuenta en el mercado con diversos sistemas de monitoreo de inspección con el cual también se puede establecer el comportamiento los equipos de transmisión de potencia.

A continuación se relacionan dos empresas que actualmente se encuentran en el mercado y realizan sistemas de monitoreo por análisis de vibración y termografía a fin de realizar un comparativo para establecer como proyecto a realizar, tienes ventajas o desventajas respecto a la competencia, las cuales se denominan **A** y **B**

EMPRESA A

PRESENTACIÓN

Es una compañía dedicada a prestar servicios profesionales de Ingeniería que tiene como actividades principales la asesoría, consultoría, interventoría y los estudios técnicos especializados, así como la implementación de soluciones para corregir los problemas encontrados por dichos estudios.

La EMPRESA A fue constituida en octubre de 2003 .La sede principal está ubicada en Bogotá.

La experiencia y amplia trayectoria de los Ingenieros y Técnicos garantizan la excelente calidad de los servicios que se prestan con responsabilidad, economía, rapidez y honestidad.

MISIÓN

Satisfacer la demanda de servicios técnicos especializados del sector industrial y comercial, garantizando la calidad de nuestros diagnósticos y la aplicabilidad de las recomendaciones, contribuyendo con nuestros clientes para mejorar su competitividad y la seguridad de sus trabajadores, equipos e instalaciones.

VISIÓN

La EMPRESA A será en el corto plazo una empresa destacada en por sus excelentes servicios técnicos, un referente de la industria y el comercio para los diagnósticos técnicos y el mantenimiento predictivo.

PORTAFOLIO DE SERVICIOS

El portafolio de servicios de **EMPRESA A** está constituido por un conjunto de actividades técnicas especializadas enfocadas a apoyar las Gerencias operativas, Direcciones de Mantenimiento en la toma de decisiones para el mejoramiento y desarrollo de los procesos operativos y de producción.

Termografía Infrarroja: Este servicio entrega recomendaciones concretas acerca de los puntos expuestos a fallas eléctricas y mecánicas. Mediante reportes termográficos se clasifica el nivel de criticidad de los excesos de temperatura, se presenta un análisis de riesgos y se informa el tiempo de intervención para su corrección. Las ventajas del mantenimiento predictivo se obtienen con la aplicación de estas recomendaciones reflejándose en menores costos y en ahorro de energía debido a la eliminación de puntos calientes tanto eléctricos como mecánicos.

Con la inspección Termográfica infrarroja se detecta fallas antes que ocurran, evitando paradas en la producción, problemas graves y costosos con soluciones tardías. El mantenimiento predictivo apoyado en los estudios termográficos minimiza las posibilidades de paradas imprevistas, disminuye los inventarios de repuestos, prácticamente elimina las compras de repuestos de emergencia y garantiza planear eficientemente el mantenimiento preventivo.

ALCANCE Y VALOR DE LA OFERTA

ITEM	DESCRIPCION	UNID	CAANTID	VALOR TOTAL
1	TERMOGRAFIA INFRARROJA POR MEDIO 1/2 DIA, INFORME COMPLETO EN MEDIO MAGNETICO Y COPIA IMPRESA EN SABANA DE BOGOTA.	UN	1	\$ 400.000
2	TERMOGRAFIA INFRARROJA POR UN 1 DIA, INFORME COMPLETO EN MEDIO MAGNETICO Y COPIA IMPRESA EN SABANA DE BOGOTA.	UN	1	\$ 750.000
SUBTOTAL				\$ 1.150.000
IVA (16%)				\$ 184.000
TOTAL				\$ 1.334.000

Fuente: Autores del proyecto

TABLA N°57. Valor de la oferta de la Competencia -EMPRESA A.

Fuente: EMPRESA A

Equipos disponibles para el estudio:

- Land Cyclop T135 +
- Cámara de termografía FLIR Infracam
- Cámara de termografía FLUKE TI25

EMPRESA B**PRESENTACIÓN**

Empresa dedicada a la medición y análisis de vibraciones mecánicas a motores eléctricos.

OBJETIVOS

- Medir vibraciones en motores eléctricos de acuerdo con las características técnicas de instalación de los mismos.
- Determinar si los motores se encuentran dentro de los parámetros y niveles permisibles de vibración(absoluto)
- Generar recomendaciones para optimizar y/o minimizar las causas de los niveles de vibración que superen los niveles tolerables de acuerdo con la Norma ISO 10816-6

ALCANCE

Con la toma y análisis de los datos generados en la medición de vibración se estima generar indicadores de posibles fallas en los motores y asociados con procesos correctivos de campo, mejorar la confiabilidad en el proceso productivo.

VALOR DE LA OFERTA

ITEM	DESCRIPCION	UND	CANTID.	VALOR TOTAL
1	Medicion analisis y diagnostico de Vibraciones Mecanicas con informe de analisis completos en Bogota D.C	un	1	\$ 140.000
1	Medicion analisis y diagnostico de Vibraciones Mecanicas con informe de analisis completos fuera de Bogota D.C	un	1	\$ 210.000

Fuente: Autores del proyecto

TABLA N°58. Valor de la oferta de la Competencia-EMPRESA B.

Fuente: EMPRESA B

Análisis comparativo

Se establece con esta información sobre las empresas estudiadas que el presente proyecto es viable para presentarlo al mercado para obtener reconocimiento y posicionarnos a futuro con las empresas del país.

12. CONCLUSIONES

Este proyecto de grado es la primera fase de un proceso de desarrollo que con las nuevas tecnologías y las futuras se deben ir optimizando para que **ASER DE COLOMBIA LTDA** sea más competente.

Es necesaria la implementación de modelos de mantenimiento en las industrias que posean equipos de transmisión de potencia ya que son una herramienta que nos permite diagnosticar el grado de confiabilidad de estos equipos en cada una de las aplicaciones que se requiere.

La productividad de una planta aumentará en la medida que las fallas en las máquinas disminuya de una forma sustentable en el tiempo. Uno de los factores importantes para lograr esto es no sobrecargarlas. En el presente trabajo se ilustró la eficacia del diagnóstico y análisis para determinar problemas que sobrecargan las máquinas. Diagnosticado y solucionado el problema, la vida de la máquina y la producción de ella aumentará y los costos de mantenimiento disminuirán.

Con la viabilidad del proyecto desarrollado en este documento se puede determinar que para **ASER DE COLOMBIA LTDA** es rentable y es una respuesta para la generación de nuevos empleos y personal ya que estamos contribuyendo al desarrollo sostenible del país.

BIBLIOGRAFÍA

Catálogo. **Transmisión de Potencia**. Edición Año 2001.

Catálogo. **Sew Eurodrive**. Edición Mayo de 2000.

Catálogo. **Industrias Ramfe**. Edición Año 1998.

Catálogo. **Emerson Power Transmission**. Linea CbN-3000 .Edición Año 2003.

Catálogo. **Emerson Power Transmission**. Linea Browing Morse. Edición Año 2004.

Mott Robert L. **Diseño de Elementos de Maquinas**. Segunda Edición

Eugene A, Avallone **Manual del ingeniero Mecánico** novena edición

Catálogo. **Productos de Mantenimiento y lubricación SKF**. Edición Año 2006.

Catálogo General. **Rodamientos SKF**. Edición Año 2006.

Márquez, Virginia. **Matemáticas Financieras**. Segunda Edición, Mexico. Julio de 2001

Catálogo. **Hansen Transmissions**. Edición Año 2006.

Guía para Elaboración de Proyectos de Investigación en Ingeniería. Facultad de ingeniería. Departamento de investigación. **UNIVERSIDAD LIBRE**. Bogota, D.C. Primera edición Año 2004

INFOGRAFÍA

<http://www.emerson-ept.com>. (> Equipos de Transmisión de Potencia > Textos Completos)

<http://www.seweurodrive.com> CATALOGO GENERAL PARA LA SELECCIÓN DE EQUIPOS DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA.

<http://www.rossimotorreductores.es.com> CATALOGO GENERAL PARA LA SELECCIÓN DE MOTORREDUCTORES.

<http://www.rossimotorreductores.es.com> CATALOGO GENERAL PARA LA SELECCIÓN DE MOTORREDUCTORES

<http://www.mapro.skf.com>

<http://www.skf.com>

<http://www.hansentransmissions.com>

<http://info@hansentransmissions.com>

ANEXOS.

ANEXO N°1.

Encuestas realizadas a los clientes actuales de **ASER DE COLOMBIA
LTDA**