

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA  
ESPECIALIDAD DE INGENIERÍA MECATRÓNICA**



**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO  
REMOTO Y DISEÑO DEL MÓDULO ELECTRÓNICO (CRPE)  
COMO HERRAMIENTAS DE GESTIÓN DE EQUIPOS  
PESADOS CATERPILLAR**

**INFORME DE SUFICIENCIA  
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO MECATRÓNICO**

**CÉSAR RUBÉN TENICELA MENDOZA**

**PROMOCIÓN 2009-I**

**LIMA - PERÚ**

**2014**

*Dedicado a mis padres:*

*CÉSAR TENICELA ORDAYA Y LOURDES MENDOZA SANABRIA*

*Porque todo ser humano busca consciente o inconscientemente la felicidad, y para*

*mí ser feliz significa aplicar la Ingeniería en todos sus ámbitos, por ello les*

*agradezco el haberme apoyado y empujado hacia la senda de la Ingeniería, mi*

*Felicidad.*

## ÍNDICE

PRÓLOGO.....	1
--------------	---

### **CAPÍTULO I**

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>4</b>
1.1. Antecedentes.....	6
1.2. Objetivos.....	6
1.2.1. Objetivo general.....	6
1.2.2. Objetivos específicos.....	7
1.3. Alcance.....	7
1.4. Limitaciones.....	8
1.5. Justificación.....	8
1.6. Recursos empleados.....	8

### **CAPÍTULO II**

<b>LA GESTIÓN DE EQUIPOS PESADOS.....</b>	<b>9</b>
2.1. La evolución de la gestión del mantenimiento.....	9
2.2. La filosofía de la gestión de maquinaria pesada.....	11
2.3. Importancia de la tecnología en la gestión de flotas de equipo pesado.....	12

### **CAPÍTULO III**

<b>PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE MONITOREO REMOTO.....</b>	<b>13</b>
3.1. La telemetría.....	13
3.2. Funcionamiento del sistema de monitoreo remoto.....	15
3.2.1. Recolección de datos del equipo Caterpillar.....	15
3.2.2. Envío de información utilizando telemetría.....	17
3.2.2.1. Transmisión de datos vía satelital.....	17
3.2.2.2. Transmisión de datos vía celular – GSM/GPRS.....	18
3.3. El sistema de monitoreo remoto Caterpillar.....	20

3.3.1. Sistema de monitoreo satelital.....	21
3.3.2. Sistema de monitoreo celular.....	22
3.3.3. Selección entre el monitoreo satelital o celular. ....	23
3.3.4. Diferencias entre los sistemas de monitoreo satelital y celular. ....	23
3.4. Monitoreo remoto en equipos pesados.....	24
3.5. Requisitos para el uso de aparatos de telecomunicaciones en el Perú. ....	25

## **CAPÍTULO IV**

<b>IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO REMOTO .....</b>	<b>26</b>
4.1. Implementación del sistema de monitoreo Caterpillar.....	26
4.1.1. Componentes del sistema de monitoreo celular. ....	26
4.1.2. Instalación de los componentes. ....	28
4.1.3. Configuración de los parámetros. ....	30
4.1.4. Análisis e interpretación de la información transmitida. ....	31
4.1.4.1. Historial de ubicación. ....	32
4.1.4.2. Utilización del equipo.....	34
4.1.4.3. Consumos de combustible. ....	35
4.1.4.4. Códigos y eventos de falla. ....	38

## **CAPÍTULO V**

<b>INGENIERÍA BÁSICA PARA EL DISEÑO DEL MÓDULO ELECTRÓNICO CRPE.....</b>	<b>40</b>
5.1. El problema actual sobre la información de las paralizaciones. ....	40
5.2. Características generales de la CRPE. ....	41
5.3. El módulo CRPE y el sistema de monitoreo remoto Product Link.....	42
5.4. Simulación de las entradas digitales .....	43
5.5. Tareas para implementar el módulo CRPE.....	46
5.5.1. Especificaciones generales. ....	47
5.5.2. Diseño exterior del módulo CRPE. ....	48
5.5.3. Elección del procesador.....	49
5.5.4. Diseño del tablero. ....	49



5.5.5. Diseño de la etapa de alimentación DC.....	50
5.5.6. Adquisición del procesador. ....	51
5.5.7. Manufactura del tablero.....	51
5.5.8. Manufactura de la etapa de alimentación DC.....	52
5.5.9. Programación del procesador.....	52
5.5.10. Acoplamiento procesador y botonera. ....	52
5.5.11. Pruebas de funcionamiento 1.....	53
5.5.12. Acoplamiento CRPE + sistema de monitoreo Product Link. ....	53
5.5.13. Pruebas de funcionamiento 2.....	53
5.5.14. Validación de la data transmitida.....	53
5.5.15. Integración de los módulos en el cargador 980H. ....	54
5.5.16. Pruebas de funcionamiento 3.....	54
5.5.17. Ajustes. ....	54
5.5.18. Pruebas finales.....	54

## **CAPÍTULO VI**

<b>JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA .....</b>	<b>55</b>
6.1. Costo de implementación del Sistema de monitoreo remoto.....	55
6.1.1. Potenciales ahorros detectados mediante el monitoreo remoto.....	56
6.1.2. Análisis Costo – Beneficio del Sistema de monitoreo remoto. ....	57
6.2. Costo de implementación del módulo CRPE.....	57
6.2.1. Costos por mano de obra. ....	58
6.2.2. Costos por material indirecto.....	59
6.2.3. Costos por material directo.....	59
6.2.4. Cálculo de la inversión para desarrollo de la CRPE.....	60
6.2.5. Comparativo económico entre alternativas 1 y 2 .....	60
6.2.6. Beneficios Cualitativos entre alternativas 1 y 2.....	62
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>65</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>67</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>68</b>
<b>APÉNDICE</b>	

**LISTA DE TABLAS**

Tabla 3.1	Diferencias entre sistema de monitoreo satelital y celular.....	23
Tabla 4.1	Componentes Product Link celular.....	27
Tabla 4.2	Distancias recorridas por el cargador frontal 980H. ....	33
Tabla 4.3	Costos consumos de combustible. ....	38
Tabla 5.1	Combinaciones posibles utilizando 4 entradas digitales.....	45
Tabla 5.2	Dimensiones del módulo CRPE.....	48
Tabla 6.1	Costos por implementación del sistema Product Link.....	56
Tabla 6.2	Ahorros potenciales por monitoreo remoto. ....	56
Tabla 6.3	Tiempo de Retorno de la Inversión.....	57
Tabla 6.4	Alternativas para registrar datos de paralizaciones.....	58
Tabla 6.5	Costos MOD de alternativas 1 y 2. ....	58
Tabla 6.6	Costos por material indirecto de alternativas 1 y 2.....	59
Tabla 6.7	Costos por material indirecto de alternativas 1 y 2.....	59
Tabla 6.8	Inversión total de la alternativa 1.....	60
Tabla 6.9	Comparativo alternativas 1 y 2. ....	61

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 2.1	Evolución de la gestión del mantenimiento.....	10
Figura 2.2	Sistema de gestión para maquinaria pesada.....	11
Figura 2.3	Tecnología en la gestión de equipos pesados. ....	12
Figura 3.1	La telemetría en maquinaria pesada. ....	14
Figura 3.2	Esquema ECM del tren de potencia en un tractor de oruga. ....	16
Figura 3.3	Esquema de transmisión satelital.....	18
Figura 3.4	Esquema de transmisión celular. ....	19
Figura 3.5	Mapeo de cobertura celular en Sudamerica (Año 2012). ....	20
Figura 3.6	Esquema sistema de monitoreo satelital. ....	21
Figura 3.7	Esquema sistema de monitoreo celular.....	22
Figura 3.8	Diagrama de flujo para selección de tecnología.....	23

Figura 3.9	Monitoreo remoto en maquinaria pesada. ....	24
Figura 3.10	Formato para los registros de aparatos de telecomunicaciones. ....	25
Figura 4.1	Ubicación física de los componentes.....	28
Figura 4.2	Cargador 980H Caterpillar. ....	29
Figura 4.3	Ubicación del ECM-GATEWAY.....	29
Figura 4.4	Ubicación de la antena.....	30
Figura 4.5	Configuración de parámetros.....	30
Figura 4.6	Historial de ubicación.....	32
Figura 4.7	Horas en ralentí y en carga del cargador frontal 980H.....	34
Figura 4.8	Consumo de combustible del cargador frontal 980H. ....	36
Figura 4.9	Códigos de falla reportados en el cargador frontal.....	39
Figura 5.1	Entradas digitales del Product Link.....	42
Figura 5.2	Interacción entre la CRPE y el sistema de monitoreo remoto.....	43
Figura 5.3	Componentes para la simulación de entradas digitales. ....	44
Figura 5.4	Simulación de entradas digitales. ....	44
Figura 5.5	Tareas del proyecto CRPE.....	46
Figura 5.6	Tipos de paralizaciones del equipo.....	47
Figura 5.7	Diseño del módulo CRPE.....	48
Figura 5.8	Módulo Arduino MEGA 2560.....	49
Figura 5.9	Tablero del módulo CRPE.....	50
Figura 5.10	Convertidor DC/DC usando el integrado TL494.....	51
Figura 5.11	Integración tablero y procesador. ....	52
Figura 6.1	Comparativo entre alternativa 1 y alternativa 2 – 8 trimestres.....	62

## **PRÓLOGO**

Uno de los principales activos en los mercados de minería y construcción son los equipos de maquinaria pesada, los cuales intervienen tanto en las fases productivas como no productivas de los distintos proyectos del Perú. Es así que debido a la importancia y criticidad que tienen estos equipos, es necesario administrarlos y gestionarlos de manera eficiente, ya que una buena gestión de equipos permitirá asegurar mayor producción y menores costos asociados a la actividad que se esté realizando.

Se torna importante entonces conocer ciertos parámetros del equipo, tales como: su ubicación, horas diarias trabajadas, consumos de combustible, códigos de falla y/o eventos generados, entre otros parámetros. Es por ello que el presente informe muestra la implementación de un sistema de monitoreo remoto en un cargador frontal modelo 980H Caterpillar, además se muestra el diseño básico de un módulo electrónico (CRPE), que trabajaría en conjunto con el sistema de monitoreo remoto, y que hará posible conocer los motivos por las que un equipo tiene paralizaciones. En ambos casos se desea que estas implementaciones sirvan de herramientas en la Gestión de Equipos, generando ahorros potenciales en base al monitoreo remoto.

El desarrollo del informe se divide en 6 capítulos, cuyos contenidos son:

En el Capítulo I se precisa los antecedentes, objetivos, alcance, limitaciones, justificación y recursos empleados del presente informe.

En el Capítulo II se describen los conceptos de mantenimiento y gestión de equipos, desde la evolución que han tenido hasta la importancia que tiene el uso de la tecnología en estos campos.

En el Capítulo III se presenta el marco teórico que sustenta el funcionamiento de los sistemas de monitoreo remoto en equipos pesados, también se muestra el requisito legal necesario para su implementación.

En el Capítulo IV se desarrolla la implementación del sistema de monitoreo remoto en el cargador frontal 980H, además se analiza la información transmitida.

En el Capítulo V se desarrolla el diseño del módulo electrónico CRPE, se explica la necesidad por la que surge el proyecto y se describen las 18 tareas que harán posible su implementación.

En el Capítulo VI se desarrolla la justificación económica de las 2 propuestas, Sistema de Monitoreo Remoto (Capítulo IV) y Proyecto CRPE (Capítulo V), se realiza el análisis de la inversión necesaria para cada propuesta y se justifica la

viabilidad de ambos proyectos utilizando el análisis costo-beneficio y el análisis comparativo.

Como parte final, se presentan las conclusiones y recomendaciones obtenidas del trabajo desarrollado en el presente informe.

# **CAPÍTULO I**

## **INTRODUCCIÓN**

En los últimos años, de la mano con el crecimiento de la economía en nuestro país, la comercialización de los equipos de maquinaria pesada ha tenido un crecimiento importante, teniendo por ejemplo que en el año 2012 y 2013 se registraron 2400 y 2100 ventas de equipos pesados nuevos respectivamente.

Este crecimiento importante, es un reflejo que en la actualidad los equipos pesados son de gran requerimiento en la industria minera y construcción, necesitando de ellos la máxima disponibilidad y una alta confiabilidad durante el desarrollo de las actividades. Para ello es importante realizar actividades de gestión de equipos que permitan estructurar un buen plan de mantenimiento en base a una buena planificación y programación de tareas así como el empleo de técnicas de análisis para solucionar los problemas generados por las fallas más significativas. Así mismo, dentro de todo proceso la gestión de costos debe ser conocida y adecuadamente analizada para obtener la máxima eficiencia de los mismos.

El que una máquina tenga una alta disponibilidad es de mucha importancia, ya que nos asegura que la máquina no tendrá paralizaciones innecesarias por mantenimientos correctivos no programados, de tal manera que la producción no se vea afectada, es por ello que se torna importante el poder asegurar la disponibilidad de las máquinas, y para ello se necesita información diaria del como están operando los equipos.

Así mismo, controlar los costos de operación es primordial ya que dependiendo del óptimo o deficiente control de estos, se obtendrán rentabilidades positivas o negativas en el proyecto o actividad que se está realizando.

Para realizar la gestión de equipos pesados, es necesaria la recolección de datos, datos que permitan conocer la forma en que están operando cada uno de estos equipos. En nuestro país (en la mayoría de los casos) el registro de estos datos se hace de forma manual, con información incompleta y no uniforme, por lo tanto no permiten administrar de manera eficiente la flota de equipos.

Por ello, al conocer la necesidad de tener información acerca del status (ubicación, horas de uso, consumo de combustible, etc.) de las máquinas, se llega a concluir que es necesario implementar un sistema de monitoreo remoto, el cual provea de información detallada y precisa.



## **1.1. Antecedentes.**

FERREYROS S.A., distribuidor oficial de la marca Caterpillar en el Perú; es una empresa dedicada a la comercialización de equipos de maquinaria pesada, además posee servicios post-venta, los cuales por ejemplo implican realizar labores de mantenimientos preventivos y servicios de reparación especializados.

Conscientes del crecimiento que ha tenido el mercado de equipos de maquinaria pesada, se ha detectado la necesidad (tanto del propietario como del distribuidor) de poder monitorear los equipos de una manera eficiente, para este propósito es necesario contar con una herramienta que nos permita la recolección de datos, acerca del status de operación del equipo. A partir de esta necesidad se plantea implementar un sistema de monitoreo remoto para los equipos Caterpillar y además se plantea el diseño del módulo electrónico (CRPE) que trabajaría en conjunto con el sistema de monitoreo remoto.

## **1.2. Objetivos.**

### **1.2.1. Objetivo general.**

Implementar un sistema de monitoreo remoto y diseñar un módulo electrónico (CRPE), para que sean usados como herramientas en la Gestión de Equipos Pesados Caterpillar.

### **1.2.2. Objetivos específicos.**

- Analizar el principio de funcionamiento del sistema de monitoreo remoto a implementar.
- Cumplir con el requisito legal necesario para implementar el sistema de monitoreo remoto.
- Analizar la información recibida mediante el monitoreo remoto.
- Sustentar la viabilidad de implementar un sistema de monitoreo remoto en equipos pesados Caterpillar.
- Realizar el diseño del módulo electrónico CRPE, como un proyecto viable y sostenible que solucione el problema de data insuficiente.

### **1.3. Alcance.**

En este informe se precisan las ventajas de tener un sistema de monitoreo remoto en equipos de maquinaria pesada, se detallan los requisitos y pasos para su implementación. Además se muestra la ingeniería básica del diseño de un módulo electrónico (CRPE) el cual trabajará conectado al sistema de monitoreo remoto. También es parte de este informe, evaluar económicamente tanto la implementación del sistema de monitoreo remoto como la implementación del módulo electrónico (CRPE).

#### **1.4. Limitaciones.**

En este informe no se presentarán los detalles de los componentes electrónicos del sistema de monitoreo remoto, es a partir del desarrollo realizado por Caterpillar que se ejecutará la implementación del mismo. No es parte de este informe la implementación del módulo electrónico (CRPE).

Además, es importante mencionar que el sistema de monitoreo remoto no aplica para equipos pesados que trabajen en minería subterránea (underground).

#### **1.5. Justificación.**

El desarrollo de este proyecto se justifica en la necesidad de realizar gestión de equipos pesados de manera eficiente, por ello es necesario tener una herramienta que permita registrar los datos del status de funcionamiento de los equipos, a esto se le conoce como monitoreo remoto de los equipos Caterpillar.

#### **1.6. Recursos empleados.**

Para este propósito se emplearon los siguientes recursos:

- Personal del Área Productos de Tecnología de la empresa FERREYROS.
- Módulo de monitoreo remoto Caterpillar, herramientas de instalación y comunicación, y licencias para el uso de software Caterpillar.

## **CAPÍTULO II**

### **LA GESTIÓN DE EQUIPOS PESADOS**

#### **2.1. La evolución de la gestión del mantenimiento.**

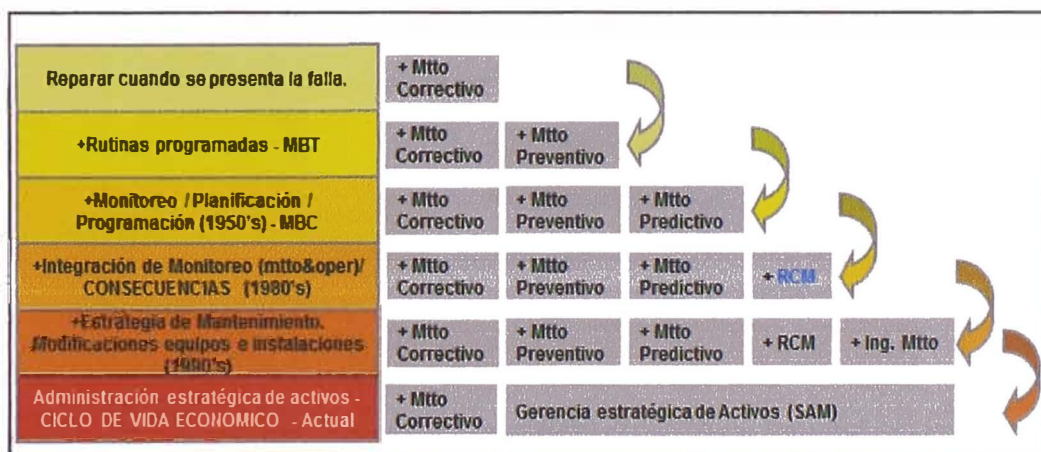
Entre los siglos XVIII y XIX, durante la revolución industrial, con las primeras máquinas se iniciaron los trabajos de reparación y de igual manera los conceptos de competitividad, costos, riesgos, entre otros. De la misma manera empezaron a tenerse en cuenta el término de falla y comenzaron a darse a cuenta que esto producía paras en la producción. Tal fue la necesidad de empezar a controlar estas fallas que hacia los años 20 ya empezaron a aparecer las primeras estadísticas sobre tasas de falla en motores y equipos de aviación.

Podemos concluir entonces que la historia del mantenimiento va de la mano con el desarrollo técnico de la industria, ya que con las primeras maquinas se empezó a tener la necesidad de las primeras reparaciones. La mayoría de las fallas que se presentaban en ese entonces eran el resultado de los grandes esfuerzos a los que eran sometidas las máquinas. En ese entonces el mantenimiento se hacia hasta

cuando ya era imposible seguir usando el equipo, sin embargo, a lo largo de los años las técnicas en la gestión del mantenimiento se han ido desarrollando y perfeccionando, es así que hoy en día contamos con distintas técnicas las cuales son efectivas dependiendo de las características de la industria en donde se requiera aplicarlas.

En 1950 un grupo de ingenieros japoneses iniciaron un nuevo concepto en mantenimiento que simplemente seguía las recomendaciones de los fabricantes de equipo acerca de los cuidados que se debían tener en la operación y mantenimiento de maquinas y sus dispositivos. Esta nueva forma o tendencia de mantenimiento se llamó Mantenimiento Preventivo.

De manea similar, en 1966 la ingeniería de mantenimiento pasa a desarrollar criterios de predicción de fallas, visualizando así la optimización de la actuación de los equipo de ejecución del mantenimiento. Estos criterios fueron conocidos como Mantenimiento Predictivo los cuales fueron asociados a métodos de planeamiento y control de mantenimiento.



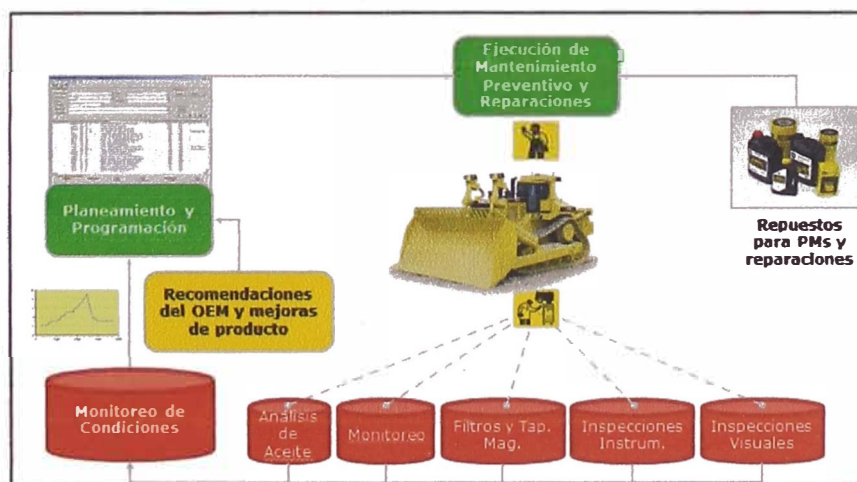
**Figura 2.1** Evolución de la gestión del mantenimiento.

## 2.2. La filosofía de la gestión de maquinaria pesada.

En la gestión de equipos de maquinaria pesada se tienen presente 3 objetivos importantes:

- Mejorar la efectividad de los procesos existentes de administración de equipos.
- Implementar nuevos procedimientos que permita complementar nuestro sistema de administración de equipos.
- Aumentar al máximo el rendimiento de los equipos entregando el costo mas bajo por tonelada con alta disponibilidad.

Se podría definir la gestión de equipos como el conjunto de actividades alineadas a mantener un activo (equipo pesado) en las mejores condiciones, estas actividades implican asociar y mezclar distintas áreas tales como: áreas técnicas, áreas administrativas y de gestión.

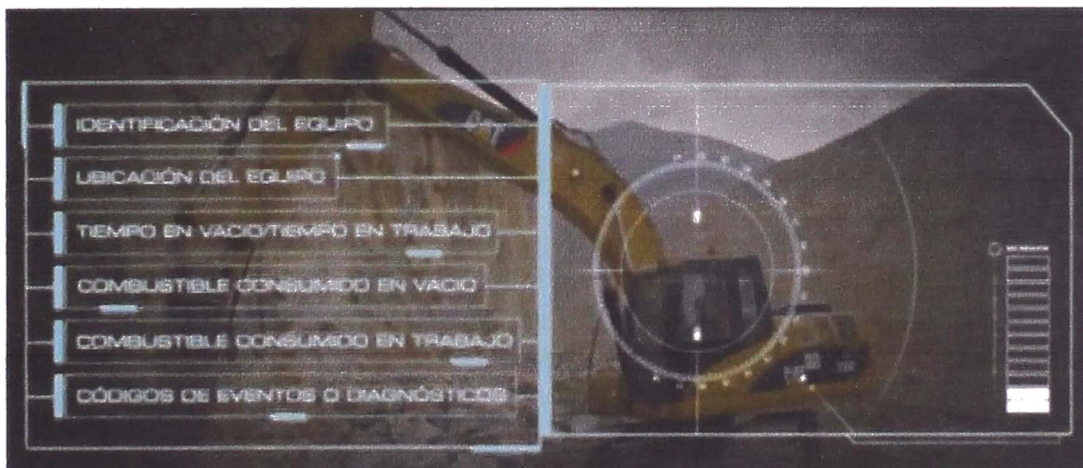


**Figura 2.2** Sistema de gestión para maquinaria pesada.

### 2.3. Importancia de la tecnología en la gestión de flotas de equipo pesado.

Las tecnologías destinadas a la gestión de flotas facilitan la administración y control de las flotas a cualquier nivel, tanto en localización como de gestión de su estado y mantenimiento.

Sabemos que en toda actividad de minería o construcción se deben controlar la eficiencia y eficacia del equipo, costos de operación, riesgos asociados, entre otros; es por ello que la tecnología se torna importante, para este caso en específico, al referirnos al término tecnología nos referimos específicamente a los sistemas de monitoreo remoto usando la telemetría.



**Figura 2.3** Tecnología en la gestión de equipos pesados.

# **CAPÍTULO III**

## **PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE MONITOREO REMOTO**

### **3.1. La telemetría.**

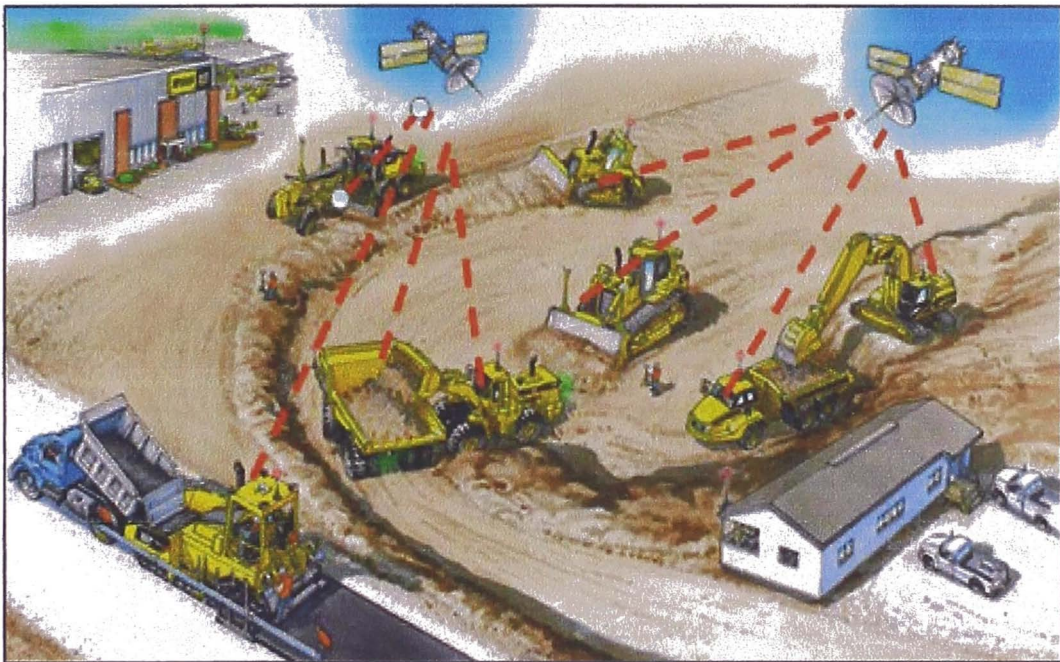
Es una tecnología que permite la medición remota de magnitudes y parámetros de funcionamiento de algún sistema o equipo, enviando luego los datos recopilados hacia un servidor en donde estos se procesan y se convierten en información. Se utiliza en grandes sistemas, tales como plantas químicas, redes de suministro eléctrico, redes de suministro de gas entre otras empresas de provisión de servicios públicos, y para este caso también se utiliza para monitorear equipos pesados.

Uno de los principales beneficios es que nos permite obtener datos sobre sistemas o equipos que se encuentran a grandes distancias, en lugares remotos los cuales muchas veces son de difícil acceso. Actualmente existen 2 maneras de transmitir información, vale decir: transmisión satelital y transmisión celular; cada



una de ellas presenta ventajas y desventajas, la elección entre estas dependerá de la condiciones en que se encuentre el sistema o equipo que se quiere monitorear.

Como ya se ha mencionado, esta tecnología es utilizada en distintas industrias, para nuestro caso la utilizaremos como herramienta en la Gestión de Equipos, será entonces una exquisita fuente de datos que permite tomar decisiones sobre los equipos, aumentando así los ratios de producción y disminuyendo los costos de operación.



**Figura 3.1** La telemetría en maquinaria pesada.

### **3.2. Funcionamiento del sistema de monitoreo remoto.**

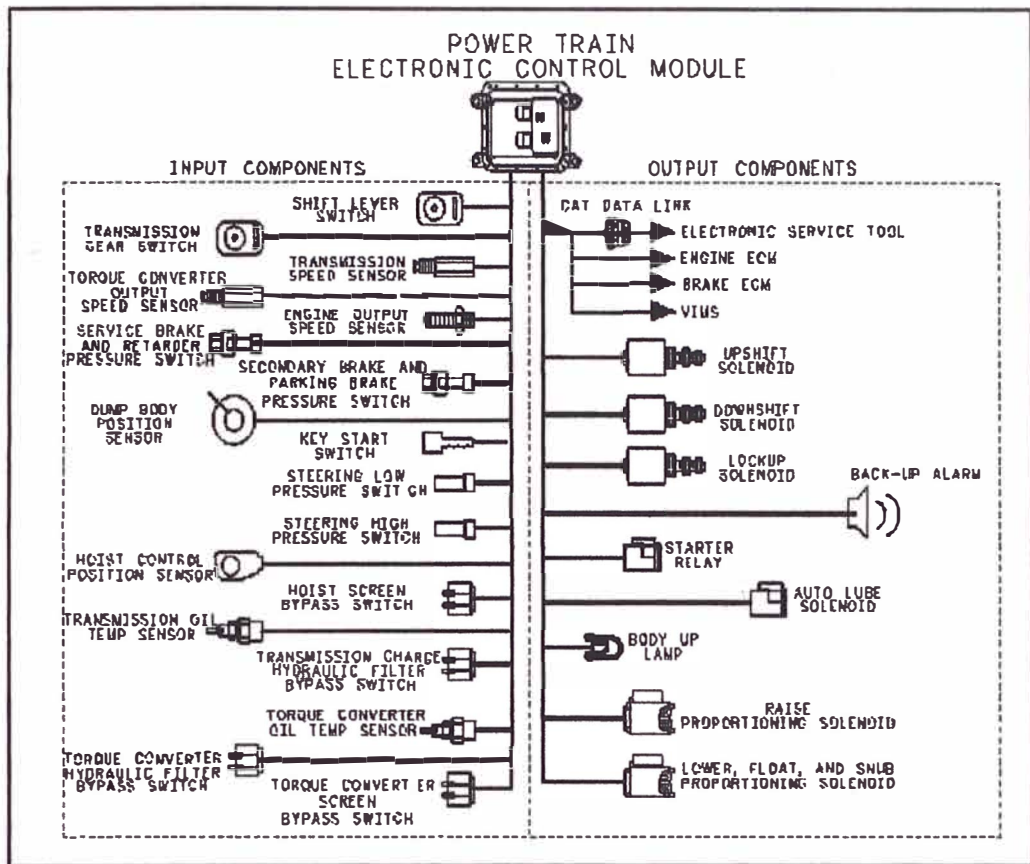
El módulo de monitoreo remoto Caterpillar realiza 2 tareas principales, las cuales son:

#### **3.2.1. Recolección de datos del equipo Caterpillar.**

Las máquinas Caterpillar de los últimos 10 años poseen ECMs (Electronic Control Modules), los ECMs son las computadoras encargadas de registrar todas las variables de funcionamiento del equipo, variables como: horas de operación en carga y vacío, consumos de combustible, códigos de falla generados en la máquina, niveles de combustible, entre otros.

Como referencia, una sola máquina podría llegar a tener distintos ECMs como por ejemplo: ECM Motor, ECM Transmisión, ECM Implemento, ECM Monitor, ECM Tren de potencia, etc.

En la figura 3.2 se muestra el esquema de un Módulo de Control Electrónico (ECM) que supervisa el funcionamiento del sistema del tren de potencia de un tractor de orugas modelo D8T. Tal como se puede observar, a la entrada del ECM se tienen componentes como: sensores de presión, de velocidad, switches ON/OFF, etc.; en la sección de salidas tenemos los actuadores tales como: solenoides, relays, alarmas, etc.



**Figura 3.2** Esquema ECM del tren de potencia en un tractor de oruga.

El módulo de monitoreo remoto Caterpillar se comunica con los ECMs (para ello utiliza un protocolo de comunicación privado denominado CDL) y recolecta toda la información que estos han registrado. En este punto es importante darse cuenta que el módulo de monitoreo remoto no calcula ninguna variable (horas, combustible, códigos de falla, etc.), su función solamente es la de almacenar información previamente calculada por los ECMs.

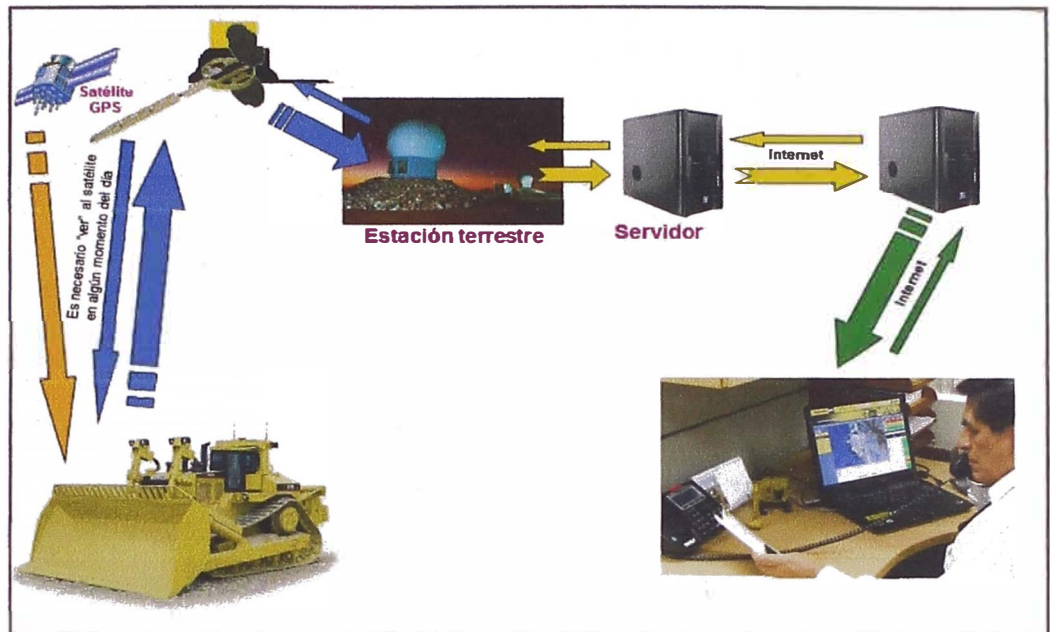
### **3.2.2. Envío de información utilizando telemetría.**

Una vez que el módulo ha completado su primera tarea (comunicarse con los ECMs y recolectar los datos de la máquina), procede a realizar el envío de la información; para este propósito existen 2 alternativas:

#### **3.2.2.1. Transmisión de datos vía satelital.**

Los enlaces satelitales funcionan de una manera muy parecida a las microondas. Un satélite recibe en una banda señales de una estación terrena, las amplifica y las transmite en otra banda de frecuencias. El principio de operación de los satélites es sencillo, aunque al paso del tiempo se ha hecho más complejo: se envían señales de radio desde una antena hacia un satélite estacionado en un punto fijo alrededor de la tierra (llamado "geoestacionario"). La principal ventaja en las comunicaciones vía satélite es que se pueden salvar grandes distancias sin importar la topografía ni la orografía del terreno.

Podemos decir que una transmisión vía satelital es la transmisión de datos usando satélites orbitales geoestacionarios, para servir como estaciones de enlace para la transmisión a muy largas distancias.

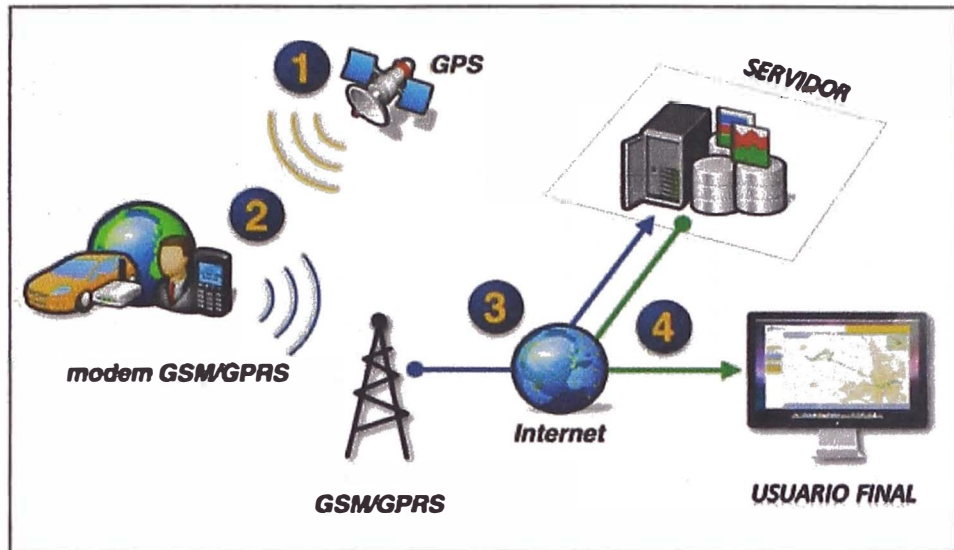


**Figura 3.3** Esquema de transmisión satelital.

### 3.2.2.2. Transmisión de datos vía celular – GSM/GPRS.

GPRS (General Packet Radio Service) es un servicio agregado de la infraestructura de telefonía celular, que permite el acceso directo a redes de datos (Internet, redes corporativas, etc.). Superpone un paquete de datos para su transmisión por aire sobre la red existente GSM, sólo habilitando los recursos cuando el dato es enviado o recibido, de modo que el uso de la red es completamente eficiente y los costos de tráfico son reducidos significativamente.

A diferencia de la transmisión satelital, con esta tecnología se podrá obtener una conexión continua (mayor frecuencia en el envío de la información) sin un mayor costo.

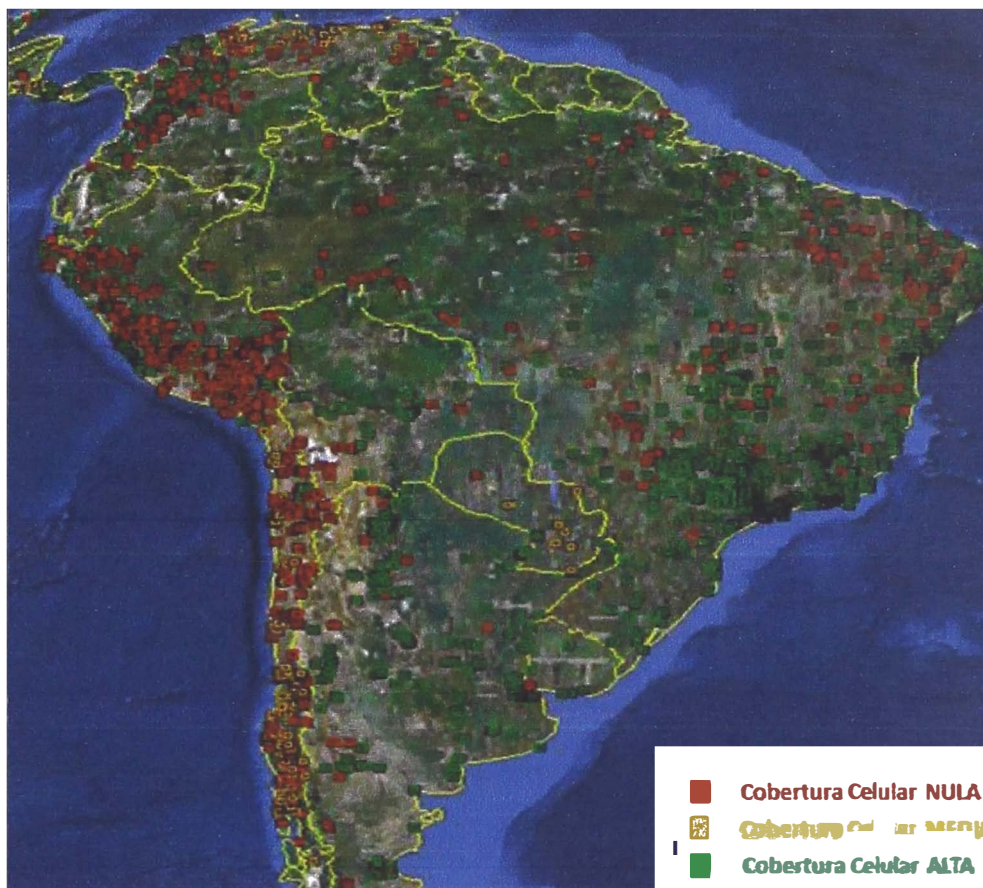


**Figura 3.4** Esquema de transmisión celular.

En nuestro país debemos tener en cuenta que muchos proyectos de minería y construcción no poseen cobertura celular, debido a ello aún existen limitaciones en cuanto al uso del envío de datos a través de la red celular.

Al observar la figura 3.5 podemos concluir que la cobertura celular en nuestro país no es al 100%, se aprecia que el mayor porcentaje de cobertura celular está ubicado en la costa (Cobertura Alta), sin embargo las zonas en donde están operando los equipos de maquinaria pesada en muchos casos se encuentran en las regiones Sierra y Selva, y tal como se puede observar estas zonas apenas tienen cobertura celular Media o Nula.





**Figura 3.5** Mapeo de cobertura celular en Sudamerica (Año 2012).

### **3.3. El sistema de monitoreo remoto Caterpillar.**

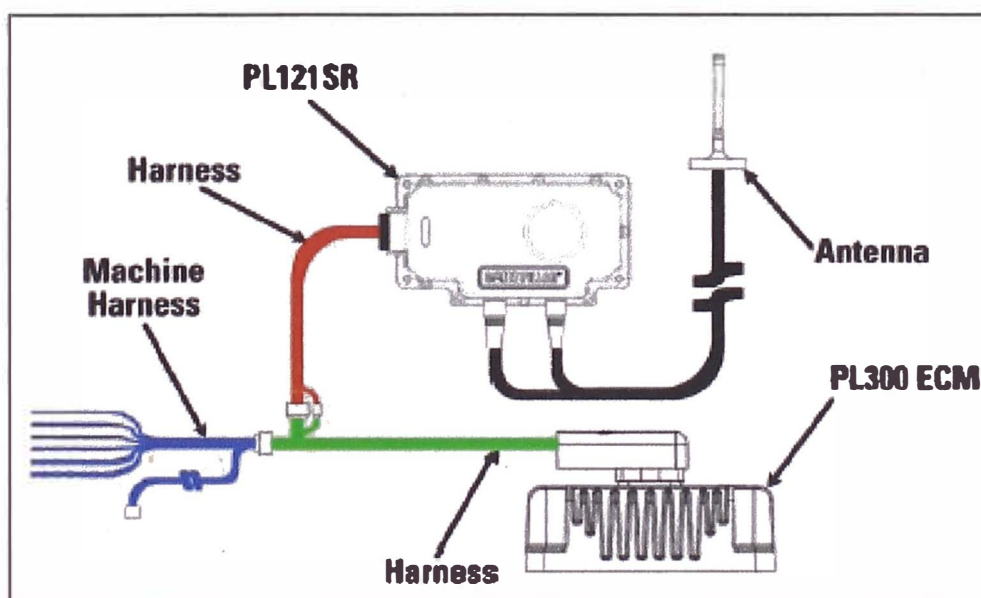
Como parte de su innovadora familia de productos inteligentes, Caterpillar ofrece la solución para una gestión eficiente y segura sobre los equipos pesados. Product Link es un mecanismo integral que permite monitorear y administrar a distancia toda la flota Caterpillar. Combinando información decisiva obtenida a través de la transmisión satelital o celular de datos, sistemas de posicionamiento global (GPS) y de los distintos módulos electrónicos, el Product Link confiere a sus usuarios la supervisión absoluta de sus operaciones.

Product Link ofrece la posibilidad de contar con información integral desde la comodidad de la PC, mediante un usuario y contraseña protegidos. Asimismo, a través de su aplicación web se podrá elegir el tipo de información que se considere más útil de acuerdo a las necesidades de administración de la flota.

Tal como se mencionó en los puntos 3.2.2.1 y 3.2.2.1, existen 2 tipos de sistemas de monitoreo:

### 3.3.1. Sistema de monitoreo satelital.

Como su nombre lo indica, el sistema de monitoreo remoto utiliza la transmisión satelital de datos. Debido a ello, su principal ventaja es que se puede asegurar el envío de datos siempre y cuando el sistema no tenga obstáculos y tenga visibilidad a cielo abierto.



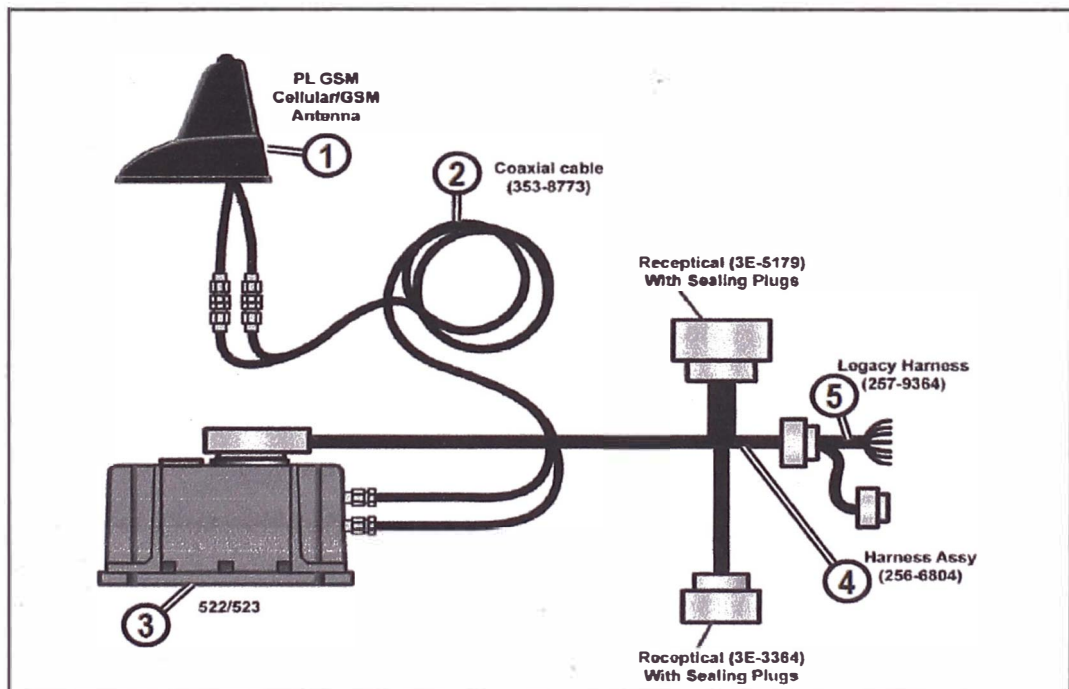
**Figura 3.6** Esquema sistema de monitoreo satelital.



### 3.3.2. Sistema de monitoreo celular.

En este caso, el sistema de monitoreo remoto utiliza la transmisión celular (GSM-GPRS) para enviar los datos. Debido a ello, su principal ventaja es que la transmisión se realiza a velocidades de transferencia relativamente rápidas si la comparamos con la transmisión satelital, además el costo de la transmisión de datos es menor.

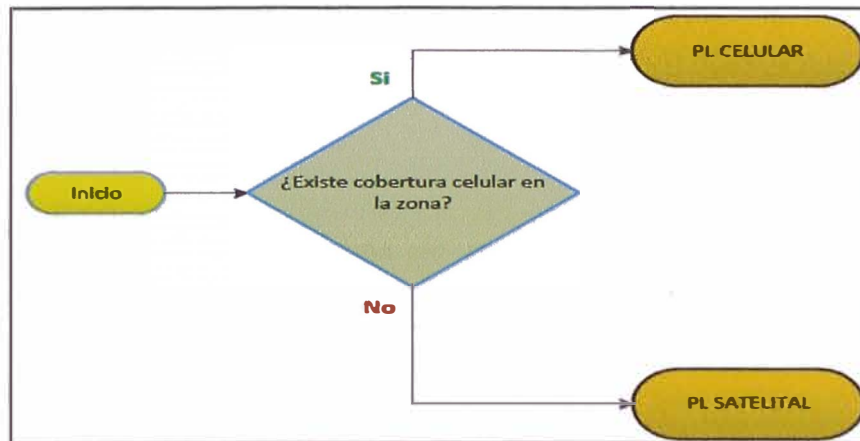
Sin embargo, la limitación es que el sistema requiere estar bajo cobertura celular (Claro o Movistar) para poder transmitir, esto se convierte en una variable importante a tener en cuenta al momento de elegir el tipo de transmisión (satelital o celular) que se va a implementar en la máquina.



**Figura 3.7** Esquema sistema de monitoreo celular.

### 3.3.3. Selección entre el monitoreo satelital o celular.

Para la selección de una de estas tecnologías, se puede usar el siguiente diagrama:



**Figura 3.8** Diagrama de flujo para selección de tecnología.

### 3.3.4. Diferencias entre los sistemas de monitoreo satelital y celular.

Las principales diferencias entre estas 2 tecnologías se enumeran en la siguiente tabla:

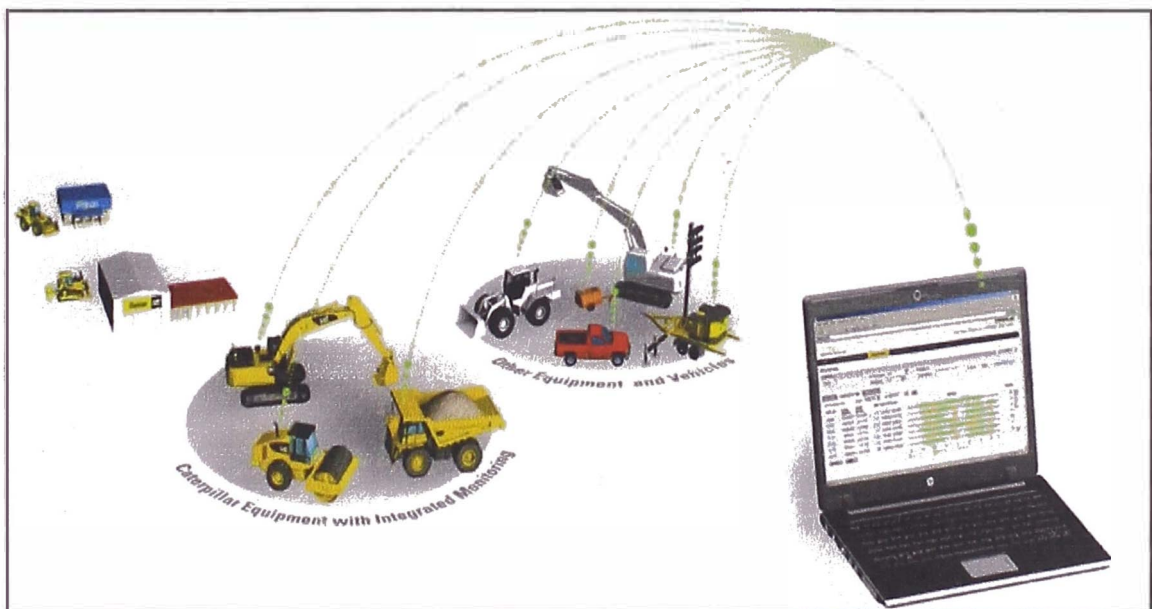
**Tabla 3.1** Diferencias entre sistema de monitoreo satelital y celular.

Monitoreo Satelital	Monitoreo Celular
- Envía datos hasta 4 veces por día.	- Envía datos cada hora.
- Transmisión de datos costosa.	- Transmisión de datos de bajo costo.
- Transmisión de datos lenta.	- Transmisión de datos a velocidades 2G.
- La antena requiere tener visibilidad a cielo abierto.	- La antena requiere estar en una zona con cobertura celular.

### 3.4. Monitoreo remoto en equipos pesados.

Al realizar monitoreo en equipos pesados, estamos creando una poderosa herramienta que permite una gestión de equipos eficiente. Esta herramienta transforma los datos de toda la flota en información esencial que se requiere para aumentar la productividad, reducir costos y gestionar los riesgos.

La información que todo sistema de monitoreo remoto debe brindar es: ubicación, distancias recorridas, consumos de combustible, horas de trabajo en carga y en vacío, arranques y paradas, niveles de combustible, códigos o alertas de falla generados, entre otros.



**Figura 3.9** Monitoreo remoto en maquinaria pesada.

### 3.5. Requisitos para el uso de aparatos de telecomunicaciones en el Perú.

El sistema de monitoreo que se implementa en los equipos de maquinaria pesada es considerado un aparato de telecomunicaciones, y en nuestro país, el uso de dispositivos de telecomunicaciones está supervisado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC).

Es así que la casa comercializadora (para nuestro caso Ferreyros S.A.) debe solicitar el permiso de internamiento y homologación de cada uno de los equipos y aparatos de telecomunicaciones. Esto tiene base legal en el artículo 244° del Decreto Supremo N° 020-2007-MTC y en la directiva de casas comercializadoras RM 198-2001-MTC/15.03 (ver sección Apéndice).

Además, es obligación de Ferreyros S.A. reportar los equipos de telecomunicaciones que se han activado mensualmente, para este fin existe el formato 008-A/27.

ANEXO 008-A/27

PERÚ Ministerio de Transportes y Comunicaciones

DIRECCIÓN GENERAL DE CONCESIONES EN COMUNICACIONES

LISTADO DE VENTAS MENSUALES DE CASAS COMERCIALIZADORAS

PERSONA NATURAL  PERSONA JURÍDICA

NOMBRE / RAZÓN SOCIAL INSCRITO CON REGISTRO N°

DIRECCIÓN LEGAL PERÍODO DE VENTAS

MES: AÑO:

DATOS DEL EQUIPO Ó APARATO COMERCIALIZADO					DATOS DEL COMPRADOR		
NOMBRE DEL EQUIPO/APARATO	MARCA	MODELO	N° DE SERIE	FORMA DE ADQUISICIÓN	NOMBRE/RAZÓN SOCIAL	RUC	DIRECCIÓN

Figura 3.10 Formato para los registros de aparatos de telecomunicaciones.

# **CAPÍTULO IV**

## **IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO**

### **REMOTO**

#### **4.1. Implementación del sistema de monitoreo Caterpillar.**

La implementación del sistema de monitoreo fue realizada en un cargador frontal 980H Caterpillar, para esta instalación se tuvieron en cuenta todas las recomendaciones del fabricante.

Esta implementación se realizó usando personal técnico especialista bajo la supervisión del Bach. César Tenicela.


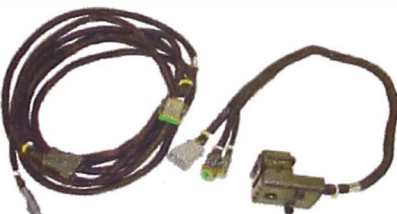

##### **4.1.1. Componentes del sistema de monitoreo celular.**

En esta sección detallaremos las partes que componen el sistema de monitoreo celular, debemos destacar que cada una de estos componentes tiene una ubicación física, dentro del equipo pesado (cargador frontal) recomendada

por fábrica, estas ubicaciones han sido configuradas en base al aseguramiento de un óptimo funcionamiento. Para este propósito se ha tenido en cuenta las temperaturas de trabajo, menores rutas de cableado, etc.

Los componentes se muestran en la siguiente tabla:

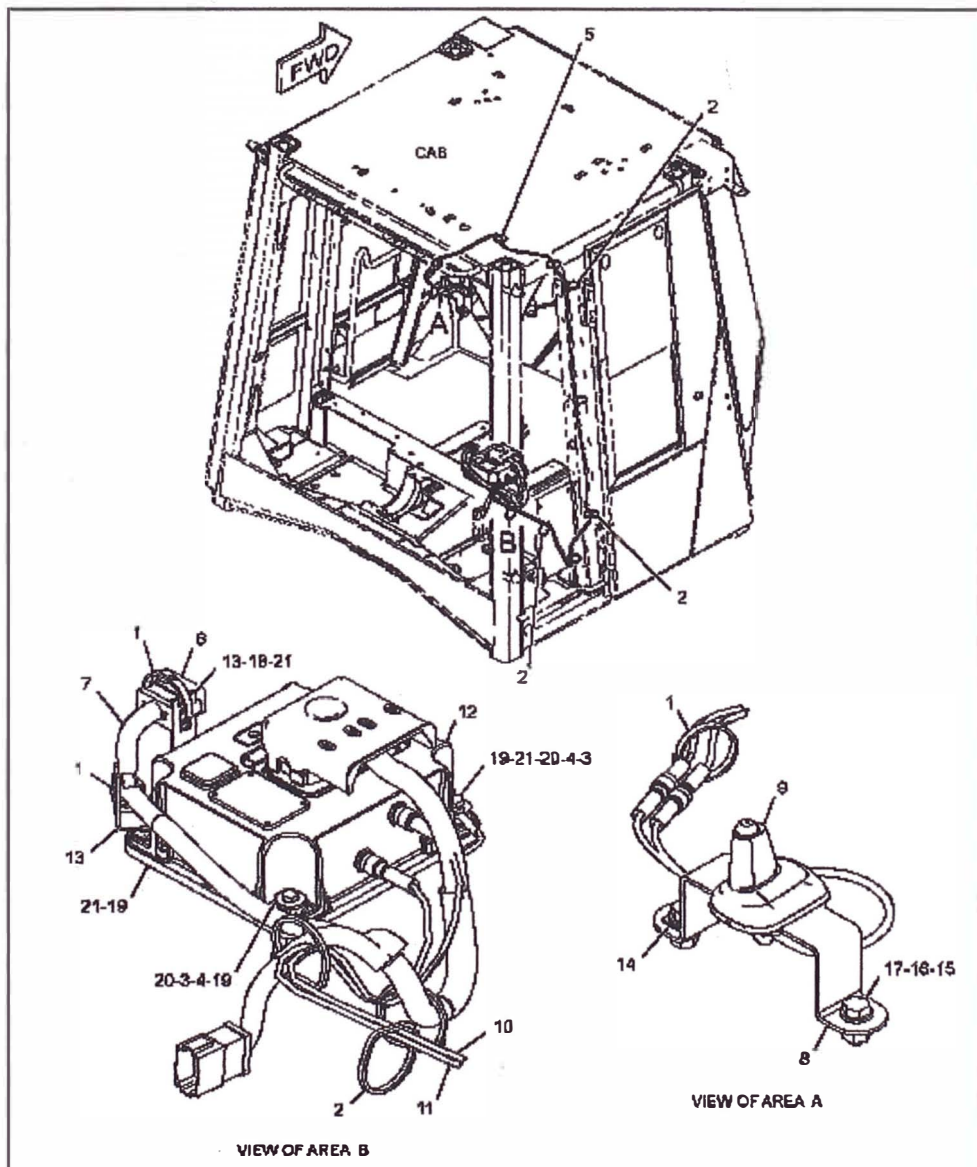
**Tabla 4.1** Componentes Product Link celular.

Componente	Función
<p style="text-align: center;"><b>ECM - GATEWAY</b></p>  <p>The image shows a black, rectangular electronic device with a SIM card slot on the left side and a connector on the right. The text 'GAT' is visible on the top surface.</p>	<p>Realiza la comunicación con todos los ECMs que posee el cargador frontal, recolectando los datos que cada uno de estos ha registrado.</p>
<p style="text-align: center;"><b>HARNESS DE PODER Y COMUNICACIÓN</b></p>  <p>The image shows a bundle of brown and black cables with various connectors, including a multi-pin connector and a smaller component.</p>	<p>Lleva la energía eléctrica necesaria al sistema de monitoreo. Además es el medio físico (cableado) que permite la comunicación con los ECMs del cargador frontal.</p>
<p style="text-align: center;"><b>ANTENA CELULAR</b></p>  <p>The image shows a black, horn-shaped antenna with a short cable attached to its base.</p>	<p>A través de este componente, los datos son transmitidos a la red celular (GSM). El diseño de la antena, es el que comúnmente llamamos "aleta de tiburón".</p>



#### 4.1.2. Instalación de los componentes.

Para la instalación de cada uno de los componentes se ha revisado los planos y recomendaciones del fabricante, así por ejemplo la antena será instalada en la parte del techo de la cabina del equipo, mientras que el ECM-GATEWAY se instala en la base metálica ubicada dentro de la cabina.



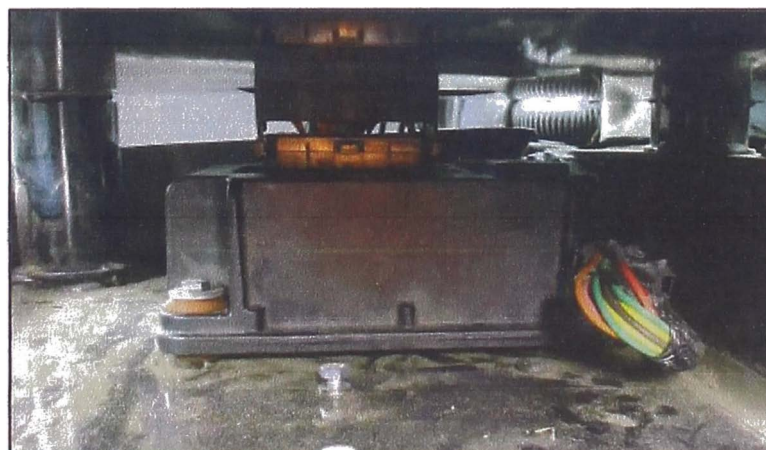
**Figura 4.1** Ubicación física de los componentes.

El equipo pesado en donde se instaló el sistema de monitoreo se muestra a continuación:



**Figura 4.2** Cargador 980H Caterpillar.

El módulo electrónico ECM-GATEWAY se instaló en la base metálica ubicada dentro de la cabina, tal como se puede observar en la figura a continuación:



**Figura 4.3** Ubicación del ECM-GATEWAY.



La antena “aleta de tiburón” es instalada en la parte superior de la cabina (techo de la cabina).



**Figura 4.4** Ubicación de la antena.

### 4.1.3. Configuración de los parámetros.

Utilizando el software Caterpillar, se realiza la configuración de los parámetros según se muestra en la figura, mayor detalle acerca de la función que realiza cada uno de estos valores se encuentran en el Special Instruction del sistema de monitoreo.

Descripción	Valor
Parámetros de instalación de PLM	
(Use el Registro de Product Link en "Servicio" para fijar estos parámetros)	
Núm. de serie de la máquina	18F00458
Código de fabricante de la base de datos	AA
Código de identificación del distribuidor	0000
Nombre de usuario de dirección de correo electrónico de registro	GSM
Domino de dirección de correo electrónico de registro	FERREYROS.COM.PE
Parámetros de configuración de informe de PLM	
Intervalo del informe de sucesos/diagnóstico (SMU)	4 horas
Intervalo del mensaje de sucesos/diagnóstico (RT)	160 horas
Hora de inicio de informe	15/10/2010 08:00 AM
Configuración de informe de advertencia de nivel 3	Informe inmediatamente
Configuración de informe de advertencia de nivel 2	Informe inmediatamente
Configuración de informe de advertencia de nivel 1	Informe inmediatamente
Configuración de informe de diagnóstico	Informe inmediatamente
Configuración de informe de horas de operación	Excedido(a)
Configuración de número de mensajes antes de localización de máquina	4
Cambio mínimo de localización de informe de petición	0 metro
Configuración del informe de combustible consumido	Excedido(a)
Estado activo de Gran sítio	Activo(a)

**Figura 4.5** Configuración de parámetros.

#### **4.1.4. Análisis e interpretación de la información transmitida.**

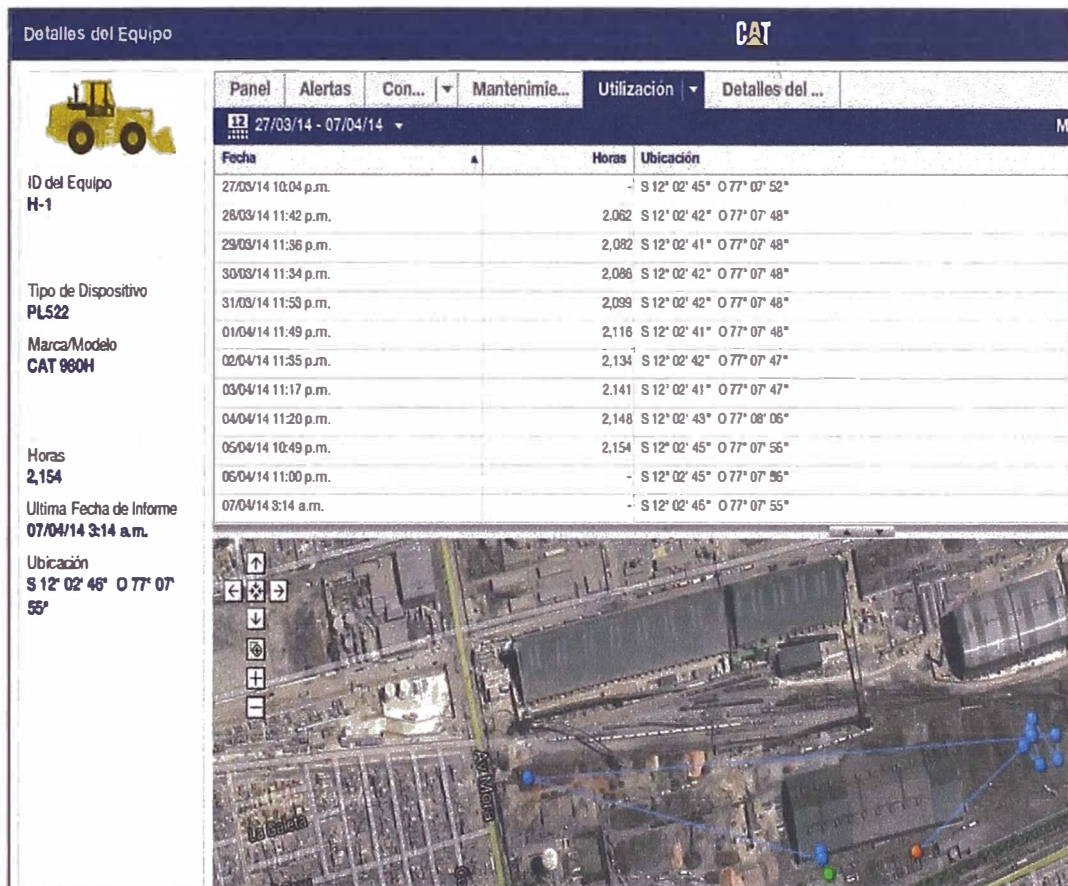
Después de haber realizado la implementación, lo siguiente es revisar la información obtenida, cada parámetro de funcionamiento es sujeto de análisis y como resultado se podrán tomar decisiones sobre el equipo monitoreado, lo cual permitirá obtener el mejor rendimiento posible, además se podrá mantener el equipo en las condiciones máximas de operación.

Al conocer la información de la máquina se puede tener la supervisión total del equipo y así mantener el control de los costos de operación, evitando el uso ineficiente del equipo y realizando el seguimiento de su condición (Salud del equipo – Asset Health), esto último es posible debido a que contamos con la información de los códigos de falla generados en el equipo los cuales son el reflejo de anomalías o posibles fallas de funcionamiento. Tomar acción ante algún código de falla presentado puede llegar a evitar una reparación mayor en el equipo, obteniendo así un beneficio en ahorros (costos de operación). Además estamos asegurando que la producción no tenga interrupciones por máquina parada, esto último ocurre siempre en las operaciones de construcción y minería de nuestro país.

Entre los parámetros del equipo que son sujetos a análisis e interpretación, tenemos los siguientes:

#### 4.1.4.1. Historial de ubicación.

En la gestión de equipos, una variable importante es la ubicación de la máquina, conocer este parámetro permite programar de manera oportuna y eficiente los mantenimientos preventivos para el equipo, además se puede estimar el recorrido (Odómetro) de los equipos.



**Figura 4.6** Historial de ubicación.

Para calcular el recorrido del equipo, se plantean 2 coordenadas geográficas A y B, entonces la distancia entre los puntos A y B viene dada por la siguiente expresión:

$$D_{A-B} = 6371 \cdot \arccos(\cos(LA_1) \cdot \cos(LA_2) \cdot \cos(LO_2 - LO_1) + \sin(LA_1) \cdot \sin(LA_2)) \dots (4.1)$$

Donde:

Distancia entre los puntos A y B (km).

Latitud de la coordenada A (rad).

Latitud de la coordenada B (rad).

Longitud de la coordenada A (rad).

Longitud de la coordenada B (rad).

Por lo tanto, al aplicar la ecuación 4.1 en el historial de ubicación mostrado en la figura 4.6, obtenemos los siguientes resultados:

**Tabla 4.2** Distancias recorridas por el cargador frontal 980H.

Fecha	Ubicación	Longitud	Latitud	Distancia	Intervalo
27/03/14	S 12° 02' 45" O 77° 07' 52"	0.210239	1.346192	0.1253	Entre 27 y 28 de Marzo
28/03/14	S 12° 02' 42" O 77° 07' 48"	0.210225	1.346172	0.0069	Entre 28 y 29 de Marzo
29/03/14	S 12° 02' 41" O 77° 07' 48"	0.210220	1.346172	0.0069	Entre 29 y 30 de Marzo
30/03/14	S 12° 02' 42" O 77° 07' 48"	0.210225	1.346172	0.0000	Entre 30 y 31 de Marzo
31/03/14	S 12° 02' 42" O 77° 07' 48"	0.210225	1.346172	0.0069	Entre 31 Marzo y 01 Abril
01/04/14	S 12° 02' 41" O 77° 07' 48"	0.210220	1.346172	0.0316	Entre 1 y 2 de Abril
02/04/14	S 12° 02' 42" O 77° 07' 47"	0.210225	1.346168	0.0069	Entre 2 y 3 de Abril
03/04/14	S 12° 02' 41" O 77° 07' 47"	0.210220	1.346168	0.5870	Entre 3 y 4 de Abril
04/04/14	S 12° 02' 43" O 77° 08' 06"	0.210230	1.346260	0.3092	Entre 4 y 5 de Abril
05/04/14	S 12° 02' 45" O 77° 07' 56"	0.210239	1.346211	0.0000	Entre 5 y 6 de Abril
06/04/14	S 12° 02' 45" O 77° 07' 56"	0.210239	1.346211	0.0316	Entre 6 y 7 de Abril
07/04/14	S 12° 02' 46" O 77° 07' 55"	0.210244	1.346206	0.0000	-
				1.1123	Distancia Total (km)

#### 4.1.4.2. Utilización del equipo.

Conocer la utilización (horas) del equipo permite tener una visión general de la efectividad en su uso, para ello se tiene en cuenta el tiempo del motor arrancado así como también el desglose del tiempo en ralentí (tiempo muerto) y en operación (máquina con carga).



**Figura 4.7** Horas en ralentí y en carga del cargador frontal 980H.

Tal como se puede apreciar en la figura 4.7, en un periodo de 8 días, el equipo ha trabajado 57,8 horas en carga y 35,4 horas en ralentí, esto nos da un total de 93,2 horas de equipo encendido.

Para calcular la efectividad de uso del equipo, podemos utilizar la siguiente expresión:

$$E_f = \frac{H_c}{H_c + H_r} \cdot 100\% \dots \dots \dots (4.2)$$

Donde:

$E_f$ : Efectividad de uso del equipo (%).

$H_c$ : Horas en carga (hr).

$H_r$ : Horas en ralentí (hr).

De la ecuación 4.2 y los datos de la figura 4.7 se puede calcular que la efectividad de uso del cargador frontal 980H es de:

$$E_f = \frac{57,8}{57,8 + 35,4} \cdot 100\%$$

$$E_f = 62\% \dots \dots \dots (4.3)$$

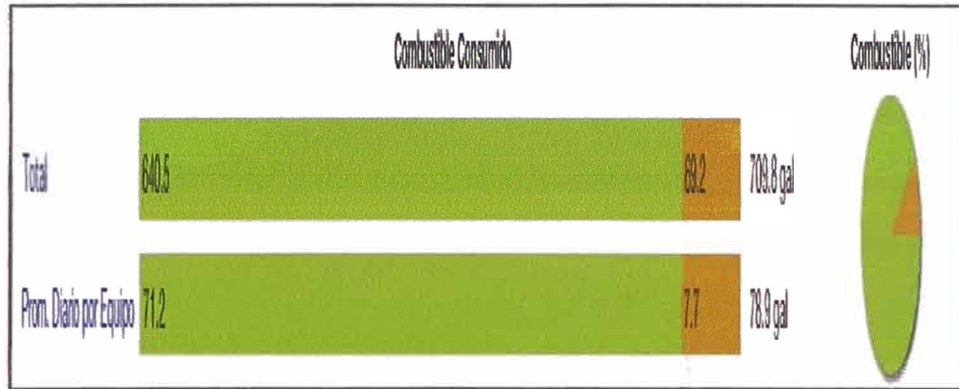
Analizando el valor encontrado, podemos decir que obtener 62% en efectividad del uso del equipo es un indicador de que el equipo está teniendo demasiados tiempos muertos (38%), por tanto es necesario evaluar, y en todo caso reformular, la forma en la que está operando el equipo. Una posible razón por la que se pudo haber obtenido este resultado es que el cargador frontal está sobredimensionado en relación a la carga de trabajo que está realizando.

#### **4.1.4.3. Consumos de combustible.**

El ECM Motor, es el módulo encargado de registrar los consumos de combustible del equipo, para ello utiliza un algoritmo que en base al número de revoluciones (RPM) del motor, factor de carga y otras variables estima los ratios de combustible. Luego, el sistema de monitoreo remoto recolecta estos valores de ratios para enviarlos de manera remota.



A continuación se muestra la figura 4.8, los valores de combustible consumidos por el cargador frontal en un periodo de 8 días.



**Figura 4.8** Consumo de combustible del cargador frontal 980H.

De la figura anterior podemos observar que el equipo ha consumido 640,5 galones en carga (máquina produciendo) y 69,2 galones en ralentí (máquina sin producir), dando un total 709.7 galones consumidos en un periodo de trabajo de 8 días.

Para calcular los ratios de combustible consumido podemos usar las siguientes expresiones:

$$T_r = \frac{C_r}{H_r} \dots\dots\dots (4.4)$$

$$T_c = \frac{C_c}{H_c} \dots\dots\dots (4.5)$$

$$T_t = \frac{C_r + C_c}{H_r + H_c} \dots\dots\dots (4.6)$$



Donde:

$T_r$ : Tasa de consumo en ralentí (gal/hr).

$T_c$ : Tasa de consumo en carga (gal/hr).

$T_t$ : Tasa de consumo total (gal/hr).

$C_c$ : Consumo de combustible en carga (gal).

$C_r$ : Consumo de combustible en ralentí (gal).

$H_r$ : Horas en ralentí (hr).

$H_c$ : Horas en carga (hr).

Reemplazando los valores en cada una de las expresiones obtenemos:

$$T_r = \frac{69,2}{35,4}$$

$$T_r = 1.96 \text{ gal/hr}$$

$$T_c = \frac{640,5}{57,8}$$

$$T_c = 11.08 \text{ gal/hr}$$

$$T_t = \frac{69,2 + 640,5}{35,4 + 57,8}$$

$$T_t = 7.62 \text{ gal/hr}$$

En la tabla 4.3 se muestran los costos de consumos de combustible para los 3 casos: costos en ralentí, costos en carga, y costos totales.


**Tabla 4.3** Costos consumos de combustible.

<b>Caso</b>	<b>Tasa (gal/hr)</b>	<b>Precio (\$/gal)</b>	<b>Tiempo (hr)</b>	<b>Costo (\$)</b>
Ralentí	1,96	5,00	35,4	346,92
Carga	11,08	5,00	57,8	3202,12
Total	7,62	5,00	93,2	3550,92

Analizando el costo en ralentí (máquina sin producir), podemos observar que se está perdiendo aproximadamente \$ 350.00 cada 8 días, si proyectamos esto en un proyecto de 1 año, la pérdida total sería aproximadamente de \$ 17 000 por cada máquina.

#### **4.1.4.4. Códigos y eventos de falla.**

Tal como se indicó en la sección 3.2.1, los equipos Caterpillar poseen ECM's los cuales registran anomalías o condiciones anormales durante el funcionamiento del equipo, luego esta información es transmitida al servidor para su posterior análisis.

Detalles del Equipo		Panel	Alertas	Con...	Mantenimie...	Utilización	Detalles del ...
 ID del Equipo <b>H-1</b> Tipo de Dispositivo <b>PL522</b> Marca/Modelo <b>CAT 980H</b>		<b>Códigos de Error/Fallas</b>			01/03/14 - 05/04/14	<input checked="" type="checkbox"/> Eventos <input checked="" type="checkbox"/> Diagnósticos	
Descripción	Origen	Código	Fecha	Gravedad	F	L	
Sensor de posición de varillaje de levantamiento: Voltaje sobre normal	Implemento	CID:350 FMI:3	27/03/14 1:55 p.m.	Medio	2	S	
Sensor de temperatura de aire de múltiple de admisión: Voltaje sobre norm	Motor	CID:172 FMI:3	27/03/14 2:13 p.m.	Baja	2	S	
Sensor de presión de múltiple de admisión: Voltaje sobre normal	Motor	CID:1785 FMI:3	27/03/14 2:18 p.m.	Baja	2	S	
Sensor de presión de múltiple de admisión: Voltaje sobre normal	Motor	CID:1785 FMI:3	27/03/14 2:21 p.m.	Baja	2	S	
Sensor de velocidad del variador de ambiente de la máquina: Frecuen	Transmisión...	CID:3459 FMI:3	29/03/14 6:21 a.m.	Baja	1	S	

**Figura 4.9** Códigos de falla reportados en el cargador frontal.

En la figura anterior se puede observar los códigos de falla registrados en el sistema, la justificación económica, desarrollada en el capítulo VI, está bastante relacionada con este tipo de información, permitiendo ahorros bastante significativos.

# **CAPÍTULO V**

## **INGENIERÍA BÁSICA PARA EL DISEÑO DEL**

### **MÓDULO ELECTRÓNICO CRPE**

La idea del módulo electrónico CRPE (Consola de Registro de Paralizaciones del Equipo) surge de la necesidad de conocer el detalle de las paralizaciones de los equipos. En el Capítulo IV (sección 4.1.4.2) se ha podido apreciar que el sistema de monitoreo remoto implementado permite conocer los tiempos en que el equipo ha trabajado en ralentí, vale decir tiempos muertos, sin embargo es necesario conocer a detalle los motivos de cada uno de estos tiempos muertos. Debido a esto, se plantea un módulo electrónico CRPE, que en conjunto con el sistema de monitoreo remoto Product Link, implementado en el capítulo anterior, hará posible registrar la información de cada una de las paralizaciones del equipo.

#### **5.1. El problema actual sobre la información de las paralizaciones.**

Actualmente no se posee información al detalle de los tiempos en que una máquina ha estado paralizada, ni mucho menos el motivo de estas paralizaciones.

Esta información es muy importante, ya que permite conocer la disponibilidad y productividad de una máquina, y en base a estos parámetros se pueden evaluar ahorros y costos en cuanto a la operación de la máquina.

Mediante una lluvia de ideas, se enuncian los problemas a resolver:

- No tenemos información de las diferentes paralizaciones de los equipos de los clientes.
- ¿Cuántas veces paralizó el equipo?
- ¿Cuánto tiempo estuvo parado?
- ¿Cómo podemos ayudar a mejorar su gestión?

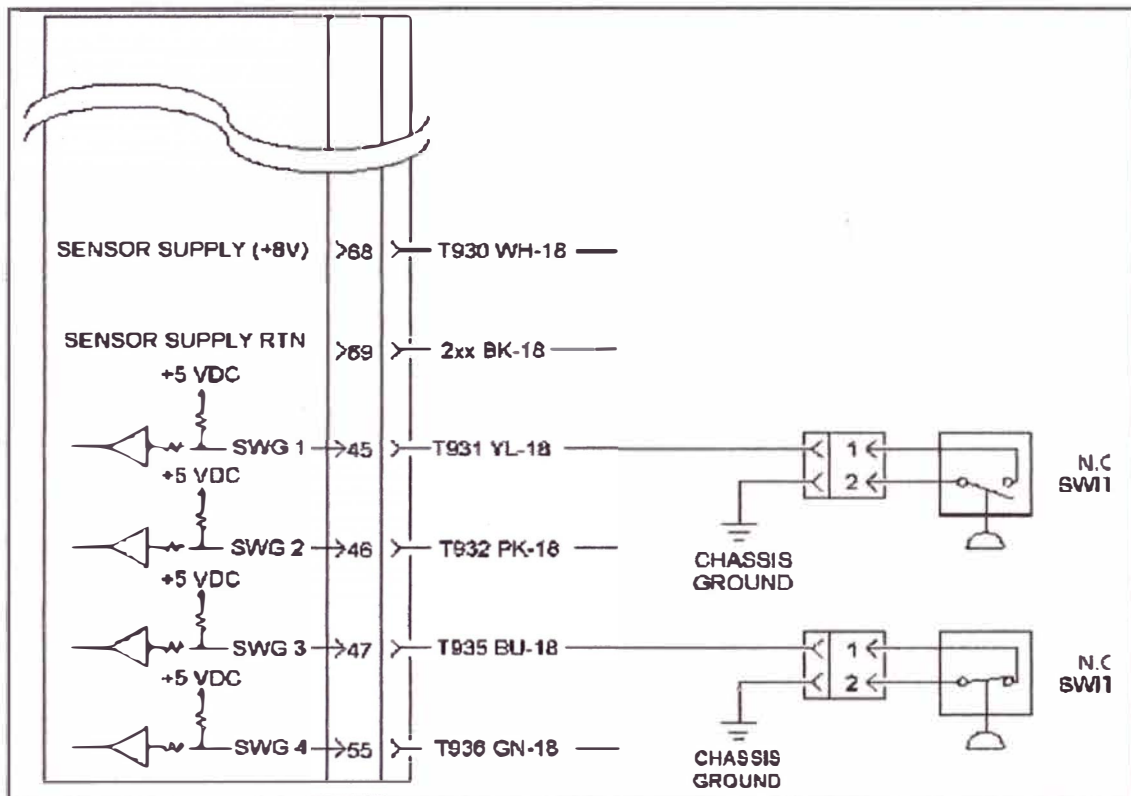
## **5.2. Características generales de la CRPE.**

Luego de un juicio de expertos, se definieron las principales características con las que debe contar la CRPE:

- La CRPE debe registrar las paralizaciones que suceden en la máquina.
- La información se enviará por telemetría, usando como transmisor el módulo Product Link (Implementado en el Capítulo IV).
- La información podrá ser consultada a través de Internet.
- La tarea del operador de la máquina se reducirá a pulsar un botón según corresponda el tipo de parada.

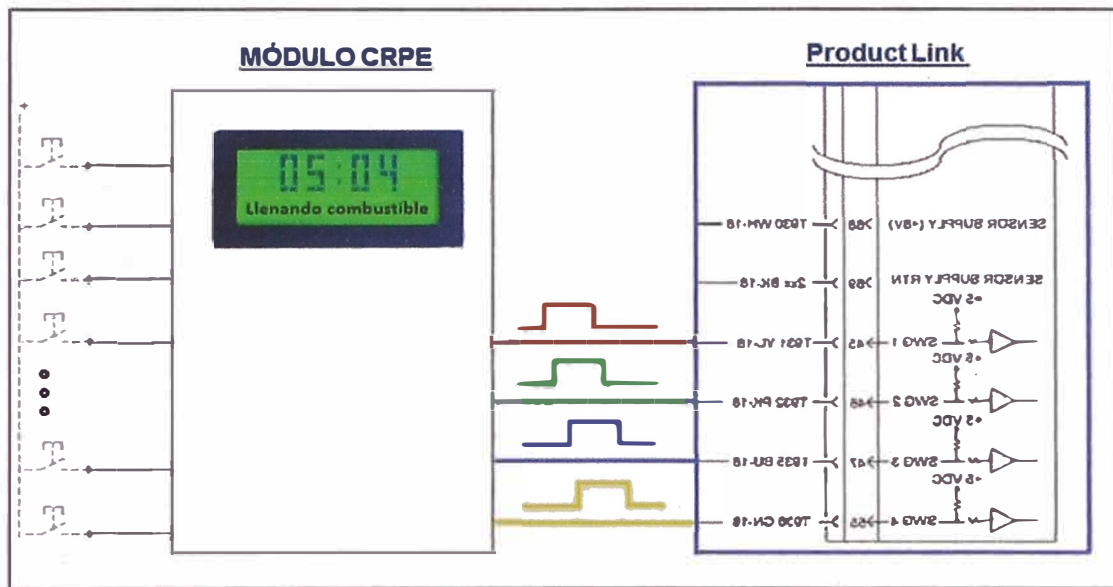
### 5.3. El módulo CRPE y el sistema de monitoreo remoto Product Link.

El sistema de monitoreo remoto Product Link posee 4 entradas digitales que normalmente están conectadas a 5v (Pull-Up), estas entradas están ubicadas en los pines 45, 46, 47 y 55.



**Figura 5.1** Entradas digitales del Product Link.

Para el diseño de la CRPE, se utilizarán las 4 entradas digitales mostradas en la figura 5.1, estas entradas serán utilizadas de manera combinada, cada combinación será asociada a un motivo de paralización.



**Figura 5.2** Interacción entre la CRPE y el sistema de monitoreo remoto.

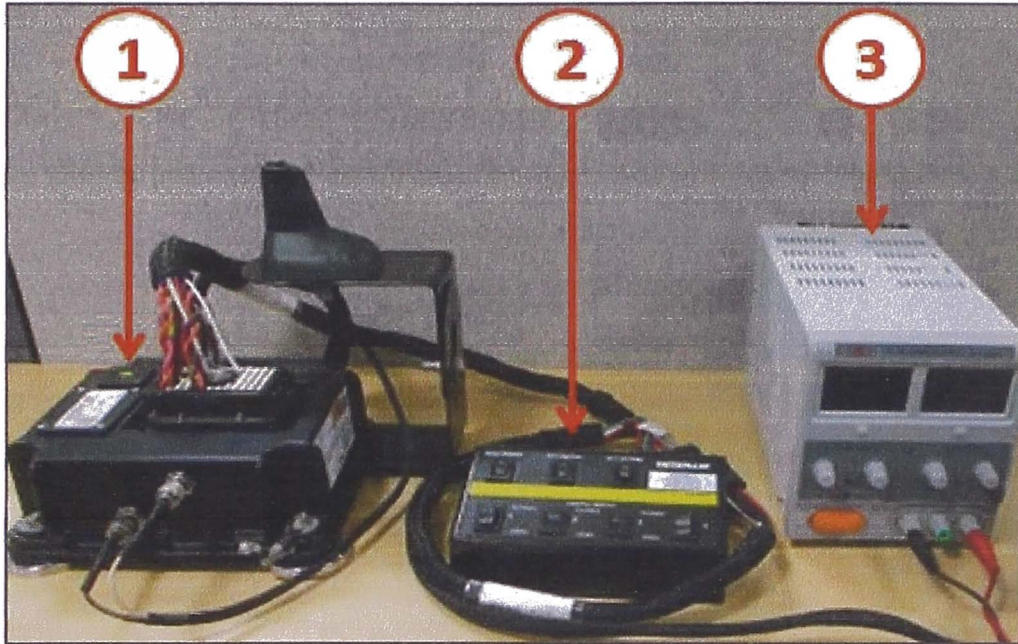
#### 5.4. Simulación de las entradas digitales

Se realizaron pruebas de funcionamiento activando manualmente las entradas digitales del Product Link, para ello se consideró interruptores N.A. (Normalmente Abiertos).

En la figura 5.3 se observa los componentes utilizados en la simulación de las entradas digitales:

1. Sistema de monitoreo remoto Product Link.
2. Switchs N.A.
3. Fuente de voltaje DC.





**Figura 5.3** Componentes para la simulación de entradas digitales.

Se realizó la simulación usando interruptores, los cuales fueron activados manualmente, los resultados obtenidos se muestran a continuación:

Asset ID	S/N	Totals	Description	Evento	Código	Date	Severity	Location
MOTOR	FFH01001	17						
Parada por Inspección : 1 minuto	Fin	Inicio	Estado 4	Communication Gateway #1	EID-633	15/12/13 16:13	Medium	Lima
			Estado 3	Communication Gateway #1	EID-632	15/12/13 16:13	Medium	Lima
			Estado 2	Communication Gateway #1	EID-631	15/12/13 16:13	Medium	Lima
			Estado 1	Communication Gateway #1	EID-630	15/12/13 16:13	Medium	Lima
	Inicio	Fin	Estado 4	Communication Gateway #1	EID-633	15/12/13 16:12	Medium	Lima
			Estado 3	Communication Gateway #1	EID-632	15/12/13 16:12	Medium	Lima
			Estado 2	Communication Gateway #1	EID-631	15/12/13 16:12	Medium	Lima
			Estado 1	Communication Gateway #1	EID-630	15/12/13 16:12	Medium	Lima
Parada Stand By : 5 minutos	Fin	Inicio	Estado 1	Communication Gateway #1	EID-630	15/12/13 16:06	Medium	Lima
			Estado 2	Communication Gateway #1	EID-631	15/12/13 16:06	Medium	Lima
			Estado 3	Communication Gateway #1	EID-632	15/12/13 16:06	Medium	Lima
	Inicio	Fin	Estado 3	Communication Gateway #1	EID-632	15/12/13 16:01	Medium	Lima
			Estado 2	Communication Gateway #1	EID-631	15/12/13 16:01	Medium	Lima
			Estado 1	Communication Gateway #1	EID-630	15/12/13 16:01	Medium	Lima
Parada llenado por de combustible : 17 minutos	Fin	Inicio	Estado 2	Communication Gateway #1	EID-631	15/12/13 15:41	Medium	Lima
			Estado 1	Communication Gateway #1	EID-630	15/12/13 15:41	Medium	Lima
	Inicio	Fin	Estado 2	Communication Gateway #1	EID-631	15/12/13 15:20	Medium	Lima
			Estado 1	Communication Gateway #1	EID-630	15/12/13 15:23	Medium	Lima

**Figura 5.4** Simulación de entradas digitales.

Mediante la simulación se ha podido comprobar que el sistema de monitoreo Product Link detecta el momento en que sucede un flanco de bajada en la entrada digital, cuando esto ocurre envía un mensaje identificando la entrada digital y la fecha-hora exactas en que el evento sucedió.

El número de combinaciones diferentes que se pueden lograr con las 4 entradas digitales se calcula usando el principio de permutación.

$$P_n^m = \frac{m!}{(m-n)!} \dots \dots \dots (5.1)$$

Donde:

m: El número de entradas digitales.

n: Es la cantidad de entradas usadas.

La ecuación 5.1 es utilizada para calcular las maneras de agrupar “m” elementos tomados de “n” en “n”, para nuestro caso: m=4 y n=1, 2, 3 y 4.
















**Tabla 5.1** Combinaciones posibles utilizando 4 entradas digitales.

<b>m</b>	<b>n</b>	<b><math>P_n^m</math></b>
4	1	4
4	2	12
4	3	24
4	4	24
		64

De la tabla 5.1 se concluye que existen 64 combinaciones posibles, cada una de estas puede representar un motivo de paralización del equipo (ver figura 5.4).

### 5.5. Tareas para implementar el módulo CRPE.

Se presenta a continuación las tareas que tendrá el proyecto, cuyas siglas son: “C R P E: Consola de Registro de Paralizaciones del Equipo”.

		Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Prede
1		Especificaciones generales	1 día	lun 16/12/13	lun 16/12/13	
2		Diseño exterior del módulo	4 días	jue 02/01/14	mar 07/01/14	1
3		Elección del procesador	5 días	mié 08/01/14	mar 14/01/14	1
4		Diseño del tablero (Botoneras)	4 días	mié 15/01/14	lun 20/01/14	1
5		Diseño de la etapa de alimentación DC	3 días	mar 17/12/13	jue 19/12/13	1
6		Adquisición del procesador	3 días	lun 02/06/14	mié 04/06/14	3
7		Manufactura del tablero	5 días	lun 02/06/14	vie 06/06/14	4
8		Manufactura de la etapa de alimentación DC	5 días	lun 02/06/14	vie 06/06/14	5
9		Programación del procesador	14 días	jue 05/06/14	mar 24/06/14	6
10		Acoplamiento Procesador + Botonera = CRPE	3 días	mié 25/06/14	vie 27/06/14	9,7
11		Pruebas de funcionamiento 1	5 días	lun 30/06/14	vie 04/07/14	10
12		Acoplamiento CRPE + Sistema de Monitoreo remoto	5 días	lun 07/07/14	vie 11/07/14	11
13		Pruebas de funcionamiento 2	5 días	lun 14/07/14	vie 18/07/14	12
14		Validación de la data transmitida	3 días	lun 21/07/14	mié 23/07/14	13
15		Integración de los módulos en el cargador frontal 980H	4 días	vie 08/08/14	mié 13/08/14	14
16		Pruebas de funcionamiento 3	10 días	jue 14/08/14	mié 27/08/14	15
17		Ajustes	15 días	jue 28/08/14	mié 17/09/14	16
18		Pruebas finales	7 días	jue 18/09/14	vie 26/09/14	17

**Figura 5.5** Tareas del proyecto CRPE.

En total son 18 tareas de las cuales algunas ya han sido realizadas. A continuación se describe en que consiste cada una de estas.

### 5.5.1. Especificaciones generales.

Es la reunión con los especialistas y expertos en temas de productividad y disponibilidad de los equipos, aquí se llegó a definir las principales características del proyecto CRPE, además se definieron los tipos de paralizaciones que se deben registrar. Luego de esta tarea se elaboró el Project Charter el cual se encuentra en la sección Apéndice.



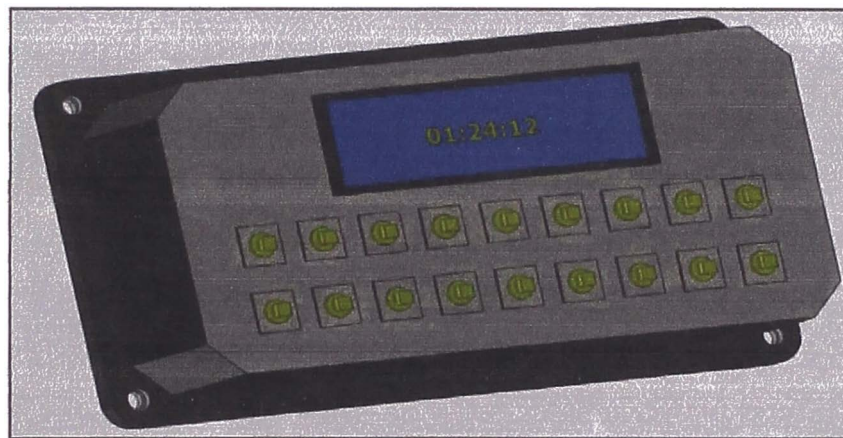
**Figura 5.6** Tipos de paralizaciones del equipo.

Observando la figura anterior y la Tabla 5.1, podemos concluir que son 17 tipos de paralizaciones detectadas y 64 combinaciones posibles, por lo que aún se tendrían 47 combinaciones adicionales.



### 5.5.2. Diseño exterior del módulo CRPE.

En esta tarea se dimensionan la altura, largo y ancho que tendrá el módulo, para esto se tomaron las medidas base de los módulos electrónicos que Caterpillar desarrolla. A continuación se muestra el diseño del módulo.



**Figura 5.7** Diseño del módulo CRPE.

Las dimensiones que tendrá la caja son:

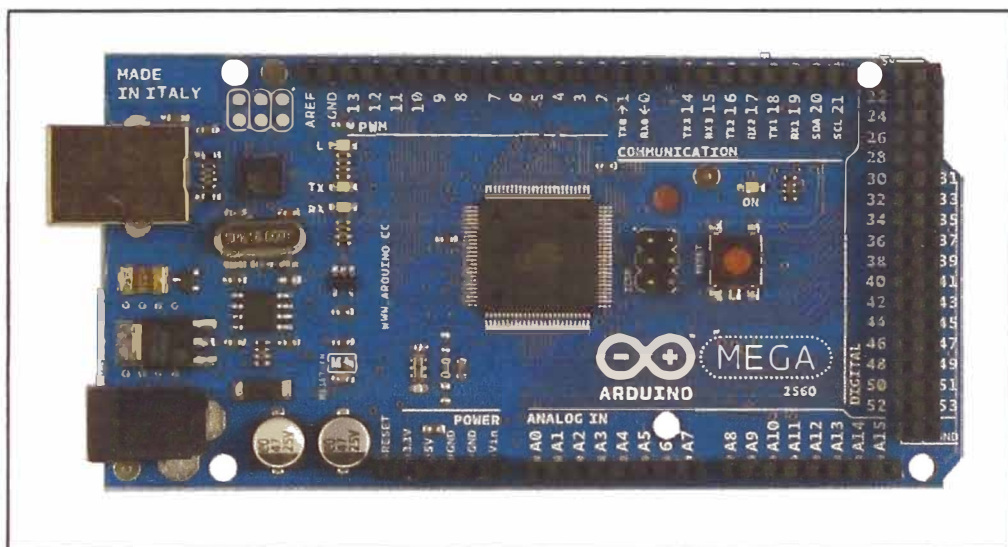
**Tabla 5.2** Dimensiones del módulo CRPE.

Largo <sup>λ</sup>	20 cm
Alto <sup>h</sup>	15 cm
Ancho	5 cm

Se tuvo en cuenta que este módulo irá instalado en la cabina del operador, es por ello que estas dimensiones suponen comodidad y fácil manejo para el operador.

### 5.5.3. Elección del procesador.

Para elegir el procesador adecuado, debemos evaluar y considerar las características que posee el sistema de monitoreo remoto, ya que ambos trabajarán en conjunto.

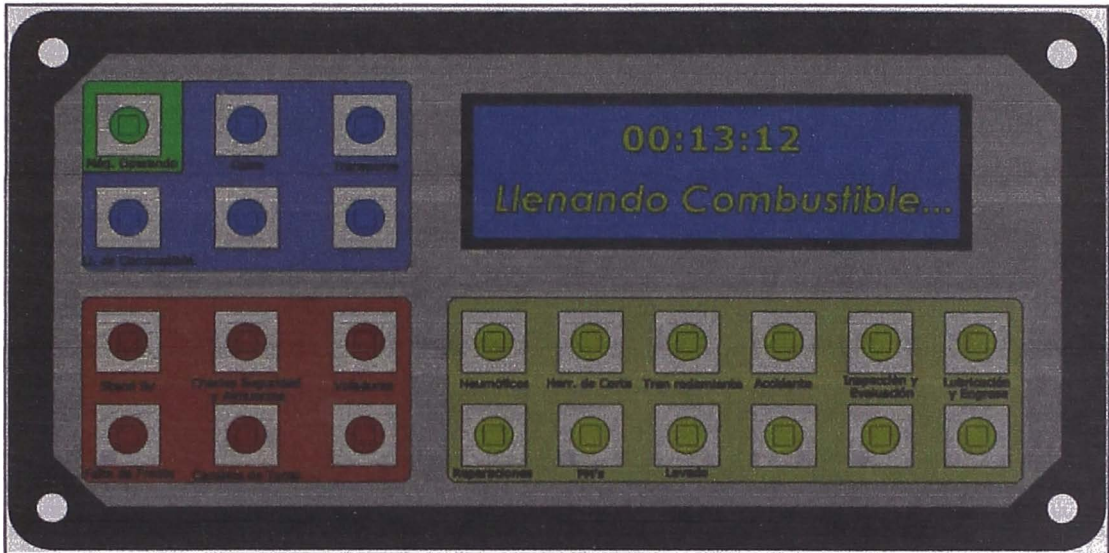


**Figura 5.8** Módulo Arduino MEGA 2560.

### 5.5.4. Diseño del tablero.

En la tarea 1 se abordó el tema de las características que debe poseer las botoneras del tablero, la principal preocupación es que los botones sean para trabajo duro (HEAVY DUTY), puesto que serán manipuladas por el operador de la máquina.

Luego, el diseño del tablero con los 24 switches queda tal y como se muestra en la figura.



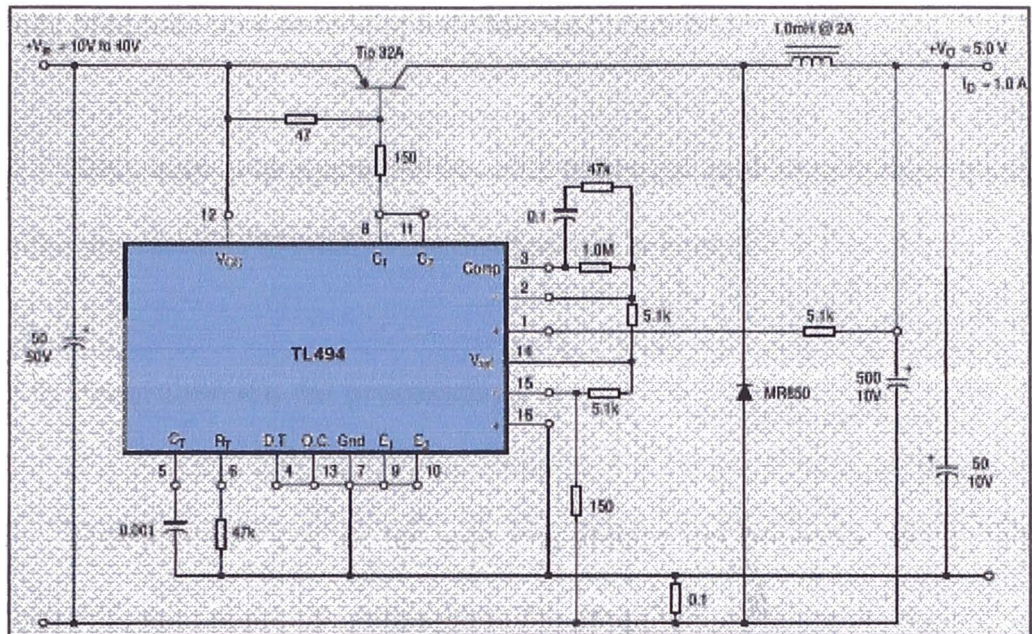
**Figura 5.9** Tablero del módulo CRPE.

#### 5.5.5. Diseño de la etapa de alimentación DC.

En esta tarea, se define el circuito de alimentación para nuestra CRPE, para ello debemos tener en cuenta que en algunos casos vamos a tener equipos pesados con alimentación de 12V y en otros tendremos alimentación de 24V.

La elección es una fuente conmutada, comúnmente conocida como Convertidor DC/DC tipo BUCK, el cual soporta un voltaje entre [10-50] VDC y lo convierte a un valor constante de 5VDC.





**Figura 5.10** Convertidor DC/DC usando el integrado TL494.

### 5.5.6. Adquisición del procesador.

Esta labor de logística consiste en cotizar y adquirir el procesador, sabemos que este procesador es comercial y por lo tanto es fácil adquirirlo. El tema de costos se detallará en la sección respectiva.

### 5.5.7. Manufactura del tablero.

Esta tarea será realizada por un tercero, para lo cual debemos cotizar el trabajo con algunos proveedores, esta propuesta debe darse después de haber cumplido satisfactoriamente la tarea 4.

### 5.5.8. Manufactura de la etapa de alimentación DC.

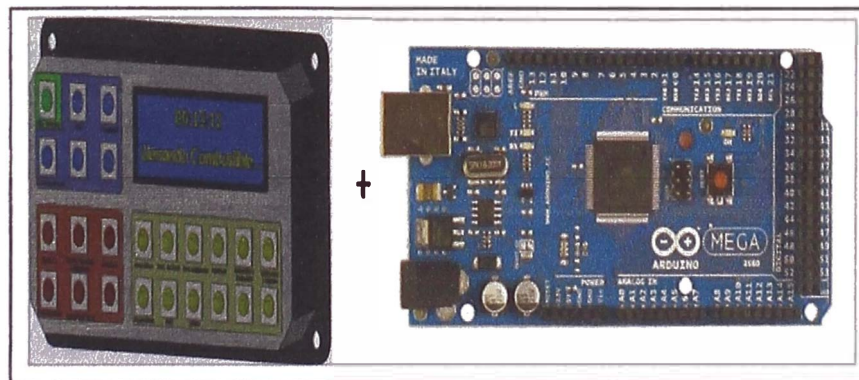
Esta tarea será encomendada a un tercero al cual se le suministrará los detalles del circuito, el cual ya fue diseñado en la tarea 5.

### 5.5.9. Programación del procesador.

Esta tarea es una de las más importantes del proyecto, en la cual se comenzará a realizar la estructura del programa que va a registrar las paralizaciones. esta información debe almacenarse para luego ser enviada al módulo de monitoreo remoto Product Link.

### 5.5.10. Acoplamiento procesador y botonera.

En esta etapa, se hará la integración entre el procesador y el tablero manufacturado en la tarea 7. El tiempo estimado para esta tarea es de 3 días, puesto que se deberán hacer algunas pruebas para asegurar su correcto funcionamiento.



**Figura 5.11** Integración tablero y procesador.

#### **5.5.11. Pruebas de funcionamiento 1.**

En esta tarea se realizarán pruebas de funcionamiento durante 5 días a fin de asegurar que el acoplamiento realizado en la etapa anterior no presente ningún problema.

#### **5.5.12. Acoplamiento CRPE + sistema de monitoreo Product Link.**

Se realizará la integración entre la CRPE y el módulo Product Link. Tal como se mencionó en la sección 5.3 la CRPE y el Product Link serán integrados a través de las 4 entradas digitales que este último posee.

#### **5.5.13. Pruebas de funcionamiento 2.**

Al igual que en la tarea 11 en esta tarea se realizarán pruebas de funcionamiento durante 5 días, asegurando que el acoplamiento realizado en la etapa anterior no presente ningún problema.

#### **5.5.14. Validación de la data transmitida.**

Los datos transmitidos deben ser validados, a fin de que no haya discrepancias entre la data registrada en el módulo y la data visible en el servidor.

#### **5.5.15. Integración de los módulos en el cargador 980H.**

Toda la integración lograda en la tarea anterior será implementada en el equipo pesado, se tendrá que viajar a obra en donde se encuentre el equipo. Se realizarán pruebas durante una semana. La instalación del módulo en conjunto será ejecutada en un aproximado de 4 días, se tendrá en cuenta que la instalación no debe dañar el sistema eléctrico general de la máquina.

#### **5.5.16. Pruebas de funcionamiento 3.**

Se efectuará el funcionamiento del sistema completo, ya instalado en la máquina, y durante 7 días se comprobará su correcto funcionamiento.

#### **5.5.17. Ajustes.**

En base a las pruebas realizadas en la tarea anterior, se procederá a ajustar la programación, y/o instalación eléctrica del módulo. Esta etapa le dará el acabado final al proyecto.

#### **5.5.18. Pruebas finales.**

Se realizará la prueba final, la cual verificará que el módulo trabaja correctamente y al 100% de sus funcionalidades. En esta etapa se ha concluido con el desarrollo del proyecto.

## **CAPÍTULO VI**

### **JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA**

En este capítulo se detallan los costos asociados a la implementación del Sistema de monitoreo remoto mostrado en el CAPÍTULO IV, además se muestran los costos calculados necesarios para llevar a cabo la implementación del módulo electrónico CRPE cuyo diseño se ha detallado en el CAPÍTULO V. Para ambos casos, se han calculados los beneficios y ahorros obtenidos.

#### **6.1. Costo de implementación del Sistema de monitoreo remoto.**

Para la implementación del sistema de monitoreo remoto se necesita de un técnico especialista, y de los componentes a instalar. El detalle de estos costos se muestra en la tabla a continuación:

**Tabla 6.1** Costos por implementación del sistema Product Link.

Concepto	Total (\$)	Total (S/.)
Mano de Obra	\$ 250,00	S/. 687,50
Repuestos y Componentes	\$ 1 850,00	S/. 5 087,50
Viáticos	\$ 200,00	S/. 550,00
Camioneta	\$ 400,00	S/. 1 100,00
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 2 700,00</b>	<b>S/. 7 425,00</b>

**6.1.1. Potenciales ahorros detectados mediante el monitoreo remoto.**

Se presentarán 2 casos en donde gracias al monitoreo remoto realizado al equipo pesado Caterpillar, se generan potenciales ahorros debido a que se podrían evitar reparaciones mayores.

**Tabla 6.2** Ahorros potenciales por monitoreo remoto.

Trimestre	Falla detectada	Costo de Reparación	Costo de no tomar acción	Potencial Ahorro (\$)	Potencial Ahorro (S/.)
2	Juego (luz) en tornamesa (Drawbar-Circle) y en los brackets del desplazamiento de hoja	\$ 456,01	\$ 3 582,37	\$ 3 126,36	S/. 8 597,49
5	Cañería de cilindro de inclinación lado derecho presenta fisura	\$ 318,72	\$ 6 455,98	\$ 6 137,26	S/. 16 877,47



### 6.1.2. Análisis Costo – Beneficio del Sistema de monitoreo remoto.

Utilizando la información de las tablas 6.1 y 6.2 se construye el siguiente cuadro correspondiente a 5 trimestres, se está considerando una Tasa Efectiva Anual (TEA) del 8%, cuyo equivalente trimestral es: 1.94%.

**Tabla 6.3** Tiempo de Retorno de la Inversión.

<b>Periodo Trimestral</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Instalación del Sistema de Monitoreo	\$ (2 700,00)					
Pago por transmisión de datos		\$ (79,50)	\$ (79,50)	\$ (79,50)	\$ (79,50)	\$ (79,50)
Mantenimiento del Sistema (3%)		\$ (81,00)	\$ (81,00)	\$ (81,00)	\$ (81,00)	\$ (81,00)
Ahorros Potenciales			\$ 3 126,36			\$ 6 137,26
<b>TOTAL</b>	<b>\$ (2 700,00)</b>	<b>\$ (160,50)</b>	<b>\$ 2 965,86</b>	<b>\$ (160,50)</b>	<b>\$ (160,50)</b>	<b>\$ 5 976,76</b>

Para un periodo de 5 trimestres se obtiene un Valor Actual Neto (VAN) de \$ 5 125,00 y una Tasa Interna de Retorno (TIR) de 35%, por lo tanto se justifica la inversión de implementar el sistema de monitoreo remoto. Además se puede observar que en el 2do trimestre la inversión ya ha sido recuperada.

### 6.2. Costo de implementación del módulo CRPE.

Para la implementación del módulo electrónico CRPE, diseñado en el CAPÍTULO V, es necesario emplear recursos de personal durante un periodo de tiempo, adquirir los componentes y también evaluar los costos de funcionamiento.



Para realizar el análisis económico, realizaremos la comparación entre 2 alternativas, ambas son planteadas para obtener el mismo objetivo: “Obtener el detalle de las paralizaciones del equipo pesado”.

**Tabla 6.4** Alternativas para registrar datos de paralizaciones.

Alternativa 1 (ALT1):	Desarrollo del módulo CRPE.
Alternativa 2 (ALT2):	Personal técnico que registre los datos mediante inspección visual en forma manual.

### 6.2.1. Costos por mano de obra.

El cálculo de costos por mano de obra de ambas alternativas (ALT1 y ALT2) se muestra en la tabla 6.5, los costos de la tabla se refieren a periodos mensuales.

**Tabla 6.5** Costos MOD de alternativas 1 y 2.

Mano de Obra		ALT. 1 DISEÑADOR CRPE	ALT. 2 TÉCNICO REGISTRADOR
Sueldo Básico	Porcentaje	\$ 1 250,00	\$ 1 000,00
CTS	9,72%	\$ 121,50	\$ 97,20
Vacaciones	8,33%	\$ 104,13	\$ 83,30
Gratificación	16,67%	\$ 208,38	\$ 166,70
Essalud	9,00%	\$ 112,50	\$ 90,00
	<b>TOTAL</b>	<b>\$ 1 796,50</b>	<b>\$ 1 437,20</b>

### 6.2.2. Costos por material indirecto.

Los materiales indirectos aplican para ambas alternativas, puesto que en ambos casos son necesarios la utilización de una Laptop y un Equipo celular.

**Tabla 6.6** Costos por material indirecto de alternativas 1 y 2.

<b>Materiales Indirectos</b>	<b>ALT. 1 DISEÑADOR CRPE</b>	<b>ALT. 2 TÉCNICO REGISTRADOR</b>
Laptop	\$ 1 200,00	\$ 900,00
Equipo Celular	\$ 100,00	\$ 50,00
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 1 300,00</b>	<b>\$ 950,00</b>

### 6.2.3. Costos por material directo.

En los materiales Directos, el concepto aplica sólo para la alternativa 1.

**Tabla 6.7** Costos por material indirecto de alternativas 1 y 2.

<b>Materiales Directos</b>	<b>ALT. 1</b>
Carcasa del modulo	\$ 57,69
Procesador	\$ 276,92
Tablero (switch)	\$ 60,00
Circuito de Alimentación DC	\$ 60,00
Herramientas varias	\$ 200,00
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 654,62</b>

#### 6.2.4. Cálculo de la inversión para desarrollo de la CRPE.

Con los resultados obtenidos en las tablas 6.5, 6.6 y 6.7 se calcula el monto total de la inversión, el cual asciende a \$ 9 018,16. También se calcula el valor futuro de esta inversión  $VF = \$ 9 252,50$ ; este valor será utilizado para comparar las alternativas 1 y 2.

**Tabla 6.8** Inversión total de la alternativa 1.

	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4
Ingeniero de Diseño		\$ 1 796,50	\$ 1 796,50	\$ 1 796,50	\$ 1 796,50
Inversión en equipos	\$ 1 300,00				
Materiales Directos			\$ 654,62		
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 1 300,00</b>	<b>\$ 1 796,50</b>	<b>\$ 2 451,12</b>	<b>\$ 1 796,50</b>	<b>\$ 1 796,50</b>

Tasa Anual TEA	8%
Tasa Mensual TEM	0,64%

VAN de la Inversión ALT. 1	\$ 9 018,16	Mes 0
Valor Futuro de la Inversión ALT. 1	<b>\$ 9 252,50</b>	<b>Mes 4</b>

#### 6.2.5. Comparativo económico entre alternativas 1 y 2

Utilizando el valor futuro de la inversión (Tabla 6.8), comparamos las alternativas 1 y 2, esto significa considerar los costos cuando ambas alternativas entran en operación. Por un lado tendríamos la alternativa 1 que utiliza el módulo CRPE para registrar los datos de paralizaciones de la

máquina, y por el otro lado tenemos la alternativa 2 que consiste en enviar a una persona periódicamente a tomar registros del equipo, de manera que se registre de forma manual los motivos de paralizaciones.

**Tabla 6.9** Comparativo alternativas 1 y 2.

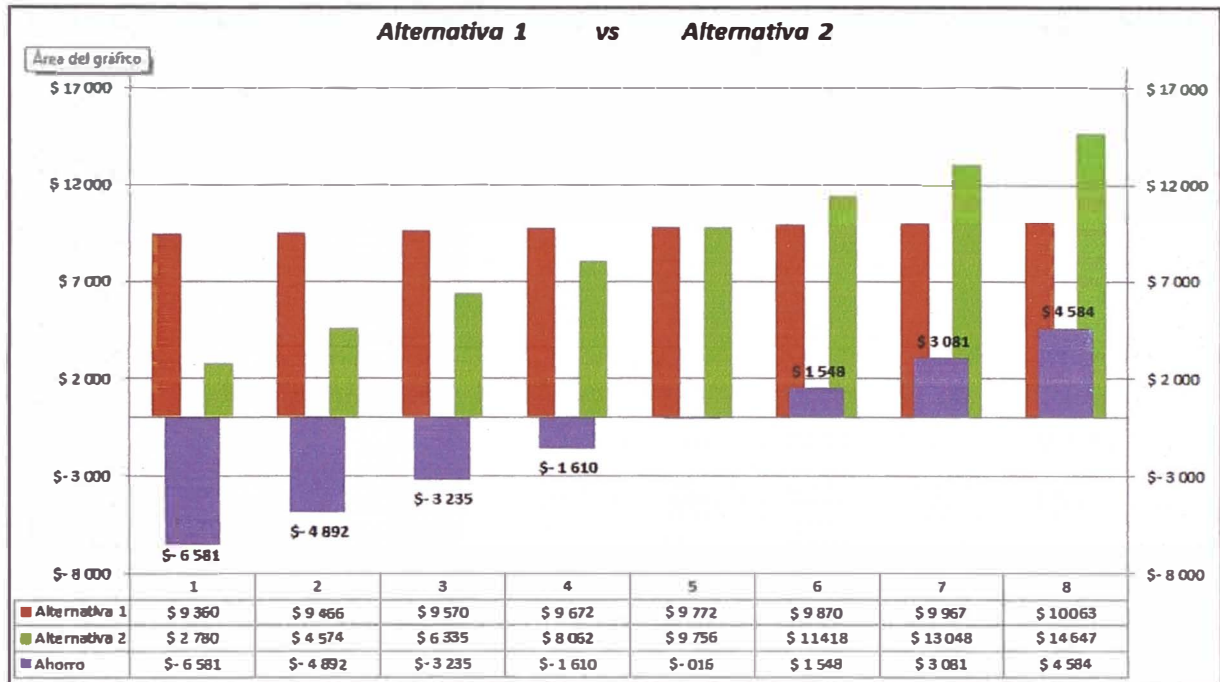
ALTERNATIVA 1	Periodos Trimestrales					
	0	1	2	3	4	5
Inversión	9 252,50					
Costos de Operación del módulo		100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Provisión para Mantenimiento del módulo (10%)		10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
<b>TOTAL</b>	<b>9 252,50</b>	<b>110,00</b>	<b>110,00</b>	<b>110,00</b>	<b>110,00</b>	<b>110,00</b>
ALTERNATIVA 2	0	1	2	3	4	5
Herramientas Técnico	950,00					
Mano de Obra (MOD)		1 437,20	1 437,20	1 437,20	1 437,20	1 437,20
Viajes a obra		428,00	428,00	428,00	428,00	428,00
<b>TOTAL</b>	<b>950,00</b>	<b>1 865,20</b>	<b>1 865,20</b>	<b>1 865,20</b>	<b>1 865,20</b>	<b>1 865,20</b>

Tasa Anual TEA	8%
Tasa Trimestral	1,94%

VAN Alternativa 1	\$ 9 771,84
VAN Alternativa 2	\$ 9 756,20

Los resultados obtenidos indican que la alternativa 2 empieza a ser más costosa, por tanto la viabilidad del proyecto CRPE está justificada ya que se genera un ahorro a mediano plazo (a partir del 5to trimestre).

A partir de los datos de la tabla 6.9 proyectamos los potenciales ahorros que se obtendrían al utilizar la ALT. 1 en lugar de la ALT. 2



**Figura 6.1** Comparativo entre alternativa 1 y alternativa 2 – 8 trimestres.

Tal como se puede apreciar en la figura 6.1, el proyecto (Alternativa 1) es una solución al problema que a mediano plazo es más barata en comparación con la alternativa 2. El punto de inflexión (cuando se generan ahorros) sucede a partir del 5to trimestre.

#### 6.2.6. Beneficios Cualitativos entre alternativas 1 y 2.

A continuación enumeraremos los beneficios que se obtendrán si se opta por desarrollar el proyecto CRPE (Alternativa 1) en lugar de usar el registro manual de datos (Alternativa 2).

**Tiempo:**

El tiempo que demorará obtener la información es menor comparado con la alternativa 2, en la alternativa 1 el módulo CRPE enviará información por telemetría y esta se podrá ver a través de internet. No existirá la demora en los viajes que realiza el técnico para llegar y registrar la información de la máquina.

Además, teniendo en cuenta que las operaciones de construcción y minería tienen como requisito de ingreso el pasar exámenes médicos e inducciones de seguridad (duración 1 semana), con el proyecto CRPE se ahorra en tiempo puesto que estos trámites ya no serán necesarios (en la alternativa 2, el técnico requiere pasar todos estos requisitos).

**Disponibilidad de la información:**

La información estará disponible en un servidor, y se tendrá acceso a través de internet, esto supone una gran ventaja puesto que en la alternativa 2 la información sólo se tiene disponible días después del viaje de retorno del técnico.

**Uniformidad de la información:**

La información estará en un solo formato, debido a que en todos los casos será registrada de la misma manera. En cambio, en la alternativa 2 el técnico podría registrar información de acuerdo a su criterio, lo cual crearía conflictos al momento de interpretar los datos.



## CONCLUSIONES

1. Se implementó el sistema de monitoreo remoto Product Link en el cargador frontal 980H Caterpillar, y se realizó el diseño del módulo electrónico CRPE, en ambos casos se comprobó que pueden ser usados como herramientas en la gestión de equipos, llegando a generar potenciales ahorros.
2. Se analizó el principio de funcionamiento del sistema de monitoreo remoto Product Link, en nuestro caso, de las 2 tecnologías analizadas (satelital y celular), se implementó la tecnología celular debido a que la zona en donde opera el cargador frontal cuenta con cobertura celular.
3. Se cumplió con el requisito legal que exige el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), dicho requisito consiste en homologar el dispositivo de telecomunicaciones (Product Link) y reportar mensualmente cada uno de los dispositivos activados, todo esto con base legal al artículo 244° Decreto Supremo N° 020-2007-MTC.
4. Se analizó la información recibida a través del sistema de monitoreo remoto implementado, del análisis de estos datos se concluyó que, en un periodo de 8 días, el cargador frontal 980H recorrió 1.11 km, tuvo una efectividad de uso igual al 62% y consumió combustible a razón de 7.62 gal/hr.

5. Se sustentó y justificó la implementación del sistema de monitoreo remoto en el cargador frontal 980H. Desde el punto de vista de la gestión de equipos, se detectaron oportunidades de mejora para incrementar la efectividad de uso del cargador (el valor actual es 62%). Desde el punto de vista económico, la implementación está justificada, ya que en el análisis Costo – Beneficio el valor actual neto (VAN) es igual a \$ 5 125 y la Tasa interna de retorno (TIR) igual a 35%.
  
6. Se realizó el diseño básico del módulo CRPE, el cual servirá como solución al problema actual de “Data insuficiente acerca de las paralizaciones de los equipos pesados Caterpillar”. Se demostró que este proyecto es viable económicamente, permitiendo potenciales ahorros a partir del 5to trimestre, además de ello el proyecto está justificado debido a que genera beneficios tanto en tiempo, disponibilidad y uniformidad de la información.

## RECOMENDACIONES

1. La gestión de equipos pesados es un tema muy amplio y bastante desarrollado, es importante difundir e impulsar el uso de las tecnologías como lo es el monitoreo remoto (telemetría), a fin de mejorar la eficacia y eficiencia en la gestión y administración de los equipos pesados.
2. En nuestro país muchas veces existe la resistencia al cambio, se prefiere seguir con los métodos tradicionales, es por ello que tal como se muestra en este informe, se recomienda que todo proyecto acerca de implementación de tecnologías debe estar debidamente justificado tanto en la parte técnica y económica, para así obtener la aceptación del mismo.
3. En el presente informe se ha mostrado algunos tipos de herramientas que apoyan a la gestión de equipos, sin embargo existen muchas otras herramientas, tales como análisis de fluidos, monitoreo de condiciones, análisis de fallas, entre otros; cada una de estas es motivo de estudio y en todo caso se recomienda tenerlas en cuenta.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Molina, C. (2008). *Manual de Gestión de Equipos* (Versión 01) Lima, Perú: FERREYROS S.A.
- [2] Pomares, J. (2009). *Control por computador*. (Versión 2.0) Alicante, España: Universitat d'Alacant
- [3] TECSUP (2012). *Guía de Laboratorio Electrónica de Potencia* (Versión 01) Lima, Perú: TECSUP
- [4] Caterpillar (2008). *Special Instruction Product Link* (Versión 02)
- [5] Trimble (2011). *Manual de Usuario VisionLink* (Versión 04)

### Tesis:

- [6] Pascual, R. (2009). *El Arte de Mantener* (Versión 3.01) Santiago, Chile: Centro de Minería, Pontificia Universidad Católica de Chile.

### Páginas Web:

- La Telemetría  
<http://www.innovartic.cl/telemetria.html>
- Web de la empresa Ferreyros S.A.  
<https://www.ferreyros.com.pe/>
- Página Web Caterpillar  
<https://dealer.cat.com/>
- Genbeta Desarrollo y Software  
<http://www.genbetadev.com/cnet/como-calcular-la-distancia-entre-dos-puntos-geograficos-en-c-formula-de-haversine>

# APÉNDICE

Apéndice A: Datos transmitidos a través del monitoreo satelital.

Apéndice B: Indicadores de gestión y control de equipos.

Apéndice C: Informe detallado de utilización del equipo.

Apéndice D: Informe detallado de consumo de combustible del equipo.

Apéndice E: Project Charter proyecto CRPE.

Apéndice F: Resolución Ministerial para casas comercializadoras.

**APÉNDICE A**

**DATOS TRANSMITIDOS A TRAVÉS DEL**

**MONITOREO SATELITAL**



ID del Equipo  
**H-1**

Tipo de Dispositivo  
**PL522**

Marca/Modelo  
**CAT 980H**

Horas      Odómetro  
**2,154**      **194**

Ultima Fecha de Informe  
**07/04/14 3:14 a.m.**

Ubicación  
**S 12° 02' 46" O 77° 07' 55"**

**Actualizar**

Panel

Alertas

Con...

Mantenimie...

Utilización

Detalles del ...

**Estado**

Equipo Apagado

**Abiertas**

0

**Eventos**

0

0

0

**Diagnósticos**



**Análisis de Fluidos**

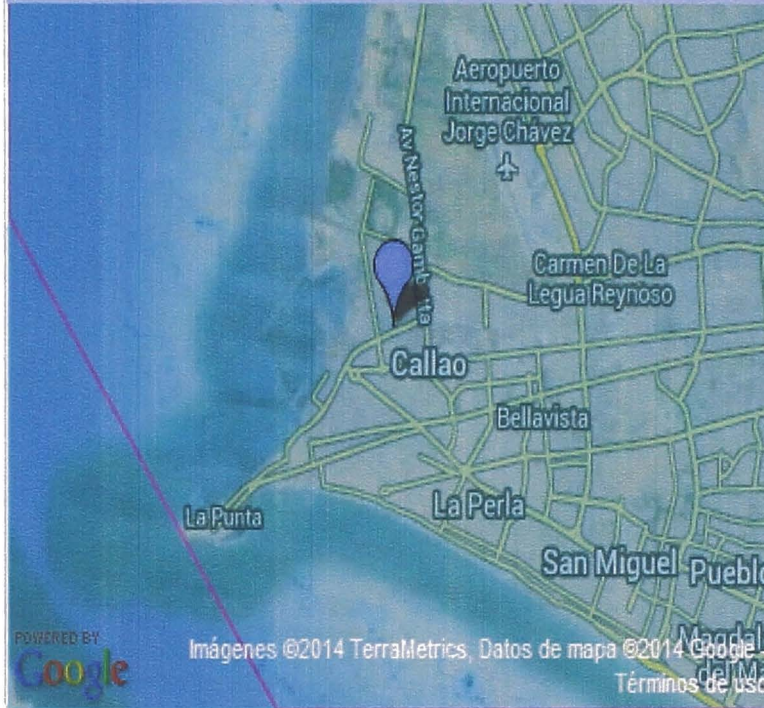
0

25

12

Service Plans: Basic, Health, Utilization, Maintenance

S 12° 02' 46" O 77° 07' 55"



Nivel de Combustible: **100**

Combustible durante vida  
equipo  
**15,505**  
Galones

Ultima Actualización  
**05/04/14 10:49 p.m.**

Utilización: **Horas**      Combustible

	Horas	Combustible	Total
Hoy	0	0	0 hrs
7 días	20.6	34.4	54.9 hrs
30 días	172.3	57.8	93.2 hrs

Ralentí    En operación    Con motor arran.



**APÉNDICE B**

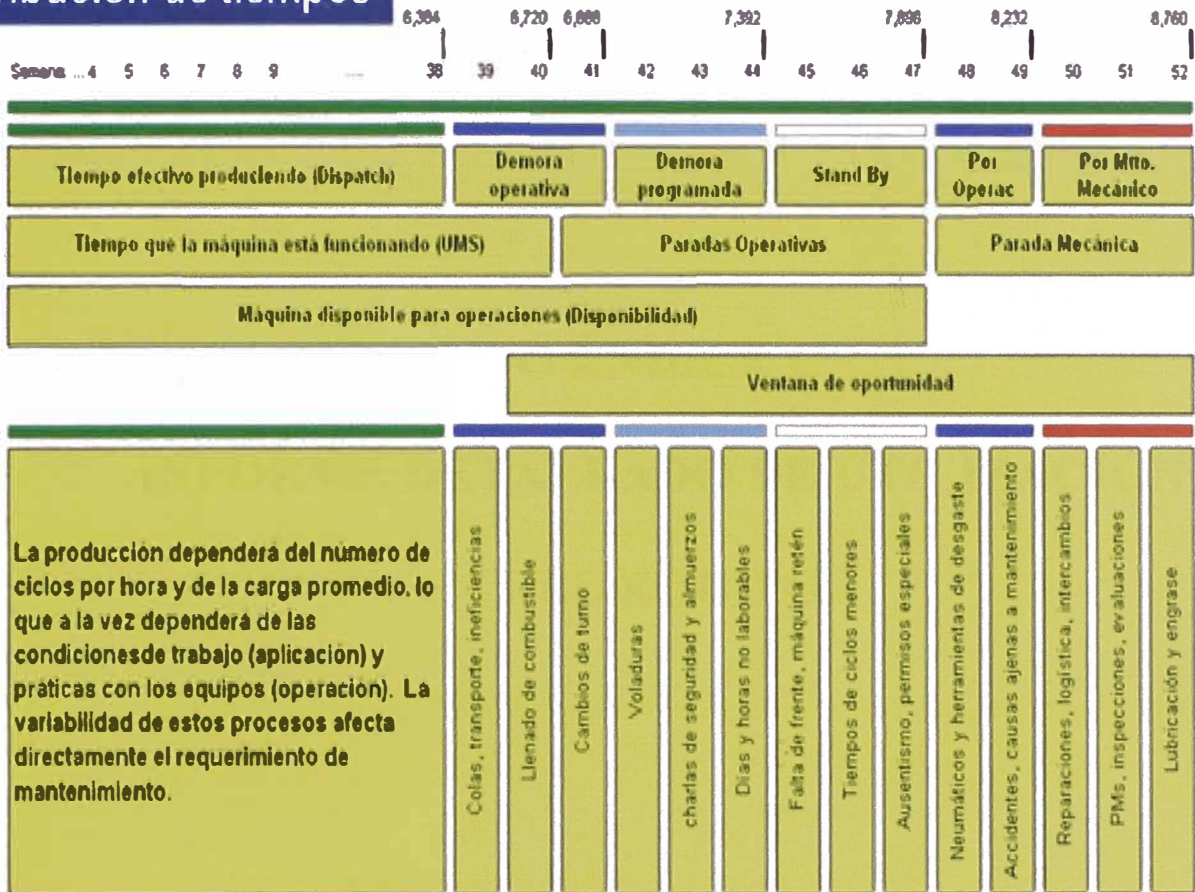
**INDICADORES DE GESTIÓN Y CONTROL**

**DE EQUIPOS**

# Indicadores y Control de Gestión

## Indicadores de gestión en mantenimiento (KPIs)

### Distribución de tiempos



Los principales indicadores (KPIs) en un equipo de maquinaria pesada se encuentran identificados en la figura anterior. Este estudio fue elaborado por Carlos Torreblanca Freundt – Gerente de Repuestos y Servicios FERREYROS S.A.

**APÉNDICE C**

**INFORME DETALLADO DE UTILIZACIÓN**

**DEL EQUIPO**



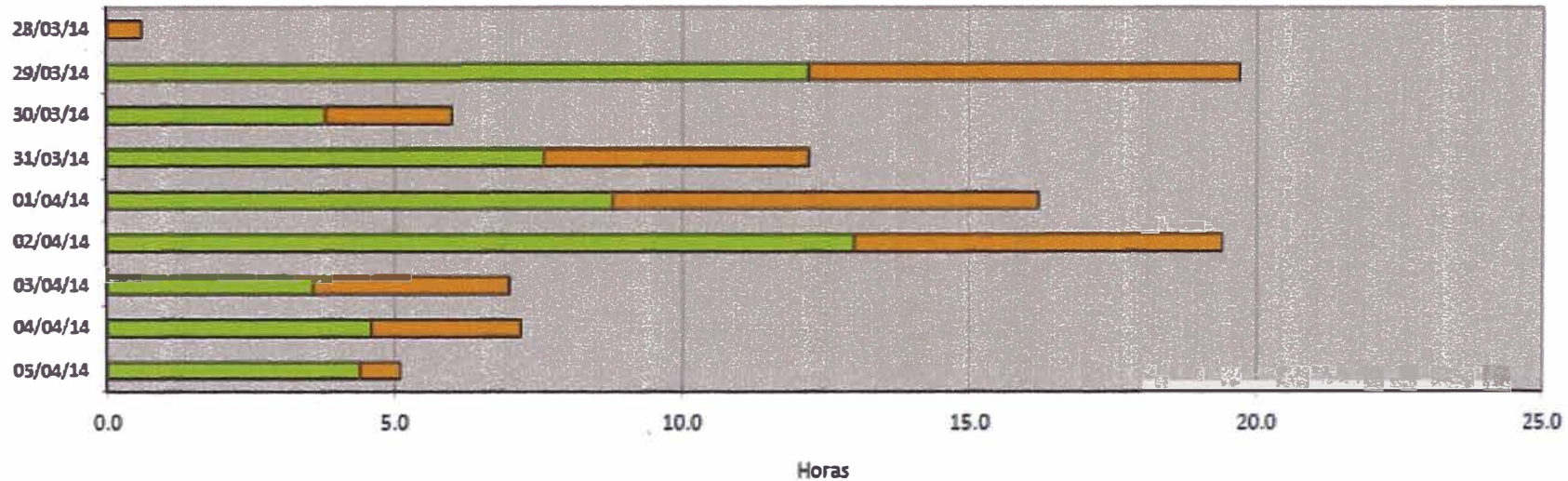
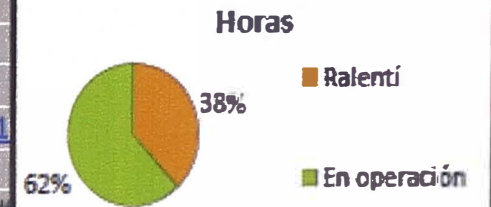
# Informe de Utilización de Equipos

Rango de Fechas del Informe  
28/03/14 - 05/04/14

Cuenta

Distribuidor Registrado  
FERREYROS S.A.

ID Equipo:		Horas:	2,154
Número de Serie:		Límite del Sitio:	-
VIN:		Ubicación:	<a href="#">lat: -12.0459136962891 lon: -77.13201</a>
Marca/Modelo:	CAT 980H	Combustible que Quec	100.0%
Familia de Productos:	WHEEL LOADERS	Fecha Ultimo Informe:	#####
Tipo de Dispositivo:	PL522		



Fecha	Hora de Generación	Horas	Horas en Ralentí	Horas			Rendimiento			
				Ralentí	En operación	Tiempo con motor	Tiempo con Motor	Utilización en operación	Utilización con motor	Eficacia
28/03/14	10:25 PM PET	2,060.8	916.1	0.6	-	0.5	8.0	-	6.3%	
29/03/14	10:25 PM PET	2,080.5	923.6	7.5	12.2	19.7	0.0	-	61.9%	
30/03/14	05:30 AM PET	2,086.5	925.8	2.2	3.8	6.0	0.0	-	63.3%	
31/03/14	11:24 PM PET	2,098.6	930.4	4.6	7.6	12.1	8.0	95.0%	151.3%	62.8%
01/04/14	10:49 PM PET	2,114.7	937.7	7.4	8.8	16.1	8.0	110.0%	201.3%	54.7%
02/04/14	09:26 PM PET	2,134.2	944.2	6.4	13.0	19.5	8.0	162.5%	243.8%	66.7%
03/04/14	09:14 PM PET	2,141.2	947.6	3.4	3.6	7.0	8.0	45.0%	87.5%	51.4%
04/04/14	11:17 PM PET	2,148.4	950.2	2.6	4.6	7.2	8.0	57.5%	90.0%	63.9%
05/04/14	10:49 PM PET	2,153.5	950.9	0.7	4.4	5.1	0.0	-	-	86.3%
<b>Total</b>				<b>35.4</b>	<b>57.8</b>	<b>93.2</b>	<b>48.0</b>	<b>120.4%</b>	<b>194.2%</b>	<b>62.0%</b>

**APÉNDICE D**

**INFORME DETALLADO DE CONSUMO DE**

**COMBUSTIBLE DEL EQUIPO**



# Informe de Combustible de Equipo

Rango de Fechas del Informe

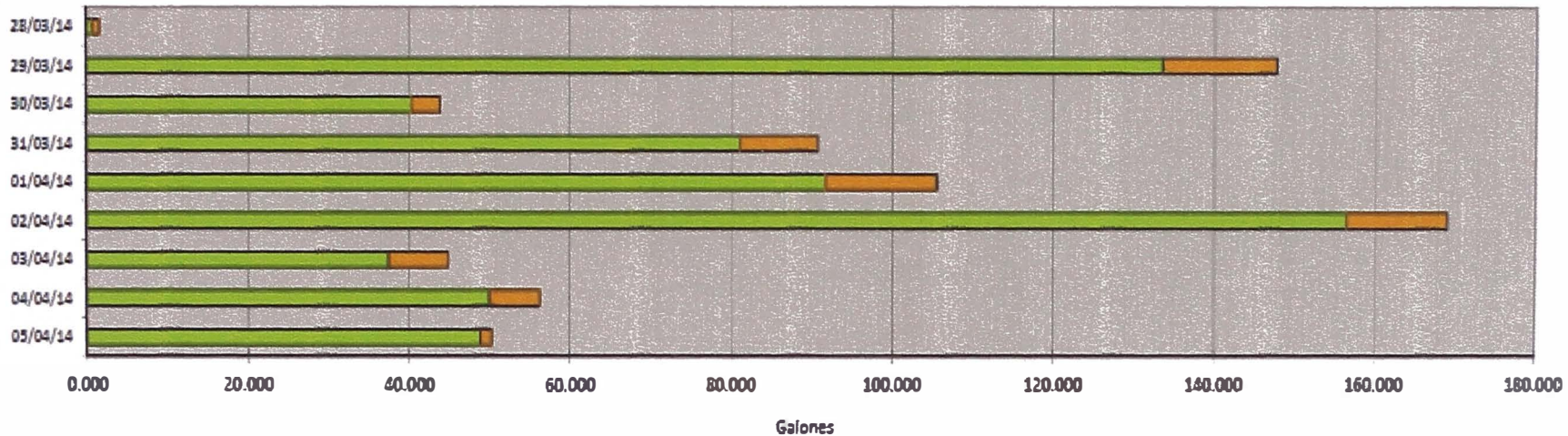
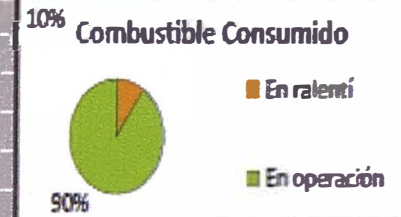
28/03/14 - 05/04/14

Cuenta

Distribuidor Registrado

FERREYROS S.A.

ID Equipo:	Horas:		2,154
Número de Serie:			
VIN:	Limite del Sitio:		
Marca/Modelo:	CAT 980H	Ubicación:	<a href="#">lat: -12.0459136962891 lon: -77.1320190429688</a>
Familia de Productos:	WHEEL LOADERS	Combustible que Queda:	100.0%
Tipo de Dispositivo:	PL522	Fecha Ultimo Informe:	07/04/14 05:03 AM SA Pacific Standard Time



Fecha	Hora de Generación	Horas durante la	Horas en Ralentí	En ralentí			En operación			Con motor arrancado			
				Combustible Consumido	Horas	Tasa de Combustión	Combustible Consumido	Horas	Tasa de Combustión	Combustible Consumido	Horas	Tasa de Combustión	Tasa de Combustión
28/03/14	10:25 PM PET	14,796.875	1,715.125	0.750	0.6	1.3	0.750	-	-	1.500	0.5	3.0	30.0
29/03/14	10:25 PM PET	14,944.625	1,729.250	14.125	7.5	1.9	133.625	12.2	11.0	147.750	19.7	7.5	0.3
30/03/14	05:30 AM PET	14,988.500	1,732.750	3.500	2.2	1.6	40.375	3.8	10.6	43.875	6.0	7.3	0.3
31/03/14	11:24 PM PET	15,079.250	1,742.375	9.625	4.6	2.1	81.125	7.6	10.7	90.750	12.1	7.5	0.3
01/04/14	10:49 PM PET	15,184.750	1,756.125	13.750	7.4	1.9	91.750	8.8	10.4	105.500	16.1	6.6	0.3
02/04/14	09:26 PM PET	15,353.750	1,768.625	12.500	6.4	2.0	156.500	13.0	12.0	169.000	19.5	8.7	0.2
03/04/14	09:14 PM PET	15,398.625	1,776.000	7.375	3.4	2.2	37.500	3.6	10.4	44.875	7.0	6.4	0.2
04/04/14	11:17 PM PET	15,454.875	1,782.250	6.250	2.6	2.4	50.000	4.6	10.9	56.250	7.2	7.8	0.2
05/04/14	10:49 PM PET	15,505.125	1,783.625	1.375	0.7	2.0	48.875	4.4	11.1	50.250	5.1	9.9	0.4
<b>Total</b>				<b>69.250</b>	<b>35.4</b>	<b>2.0</b>	<b>640.500</b>	<b>57.8</b>	<b>11.1</b>	<b>709.750</b>	<b>93.2</b>	<b>7.6</b>	<b>0.2</b>

## **APÉNDICE E**

### **PROJECT CHARTER PROYECTO CRPE**



CONTROL DE VERSIONES					
Versión	Hecha por	Revisada por	Aprobada por	Fecha	Motivo
1	C.T.	G.S.	C.T.	16-12-13	Versión Original

## PROJECT CHARTER

NOMBRE DEL PROYECTO	SIGLAS DEL PROYECTO
<b>IMPLEMENTACIÓN DEL MÓDULO ELECTRÓNICO PARA REGISTRO DE PARALIZACIONES DEL EQUIPO PESADO.</b>	<b>CRPE</b>
<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:</b>	
<p>El presente proyecto desarrollará un módulo electrónico para lograr registrar los motivos de paralizaciones de los equipos de maquinaria pesada en los mercados de minería y construcción. <i>"CRPE" son las siglas del proyecto, las cuales significan: Consola de Registro de Paralizaciones del Equipo</i></p> <p>El proyecto consistirá de 17 tareas:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Especificaciones generales</li> <li>2. Diseño exterior del módulo</li> <li>3. Elección del procesador</li> <li>4. Diseño del tablero (Botoneras)</li> <li>5. Diseño de la etapa de alimentación DC</li> <li>6. Adquisición del procesador</li> <li>7. Manufactura del tablero</li> <li>8. Manufactura de la etapa de alimentación DC</li> <li>9. Programación del procesador</li> <li>10. Acoplamiento Procesador + Botonera = CRPE</li> <li>11. Pruebas de funcionamiento 1</li> <li>12. Acoplamiento CRPE + Sistema de Monitoreo remoto</li> <li>13. Pruebas de funcionamiento 2</li> <li>14. Validación de la data transmitida</li> <li>15. Integración de los módulos en el cargador frontal 980H</li> <li>16. Pruebas de funcionamiento 3</li> <li>17. Ajustes</li> <li>18. Pruebas finales</li> </ol> <p>La empresa "FERREYROS S.A." se encargara de patrocinar el desarrollo e implementación del Proyecto.</p> <p>El proyecto se realizará a cabo en las oficinas de la empresa (Surco) y en el taller de Gambetta.</p>	

<b>OBJETIVOS DEL PROYECTO:</b>		
<b>CONCEPTO</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>CRITERIO DE ÉXITO</b>
<b>1. ALCANCE</b>	Registrar las paralizaciones de los equipos.	Calcular disponibilidad de los equipos.
<b>2. TIEMPO</b>	Concluir el proyecto en el plazo indicado.	Inicio del Programa 02.06.2014
<b>3. COSTO</b>		No exceder el presupuesto del proyecto.

<b>DESIGNACIÓN DEL PROJECT MANAGER DEL PROYECTO.</b>		
<b>NOMBRE</b>	CT	<b>NIVELES DE AUTORIDAD</b>
<b>REPORTA A</b>	GS	Exigir el cumplimiento de los entregables del proyecto.
<b>SUPERVISA A</b>	Equipo CRPE	

<b>PRINCIPALES AMENAZAS DEL PROYECTO (RIESGOS NEGATIVOS).</b>
- Ampliación del cronograma
- Anular el Proyecto
- Recursos Financieros insuficientes

<b>PRINCIPALES OPORTUNIDADES DEL PROYECTO (RIESGOS POSITIVOS).</b>
- Asignación de capital humano talentoso
- Priorización de su entrega e inicio de funcionamiento.

<b>SPONSOR QUE AUTORIZA EL PROYECTO.</b>			
<b>NOMBRE</b>	<b>EMPRESA</b>	<b>CARGO</b>	<b>FECHA</b>
Carlos Torreblanca	FERREYROS SA	Gerente de RRYSS	16/12/2013

**APÉNDICE F**

**RESOLUCIÓN MINISTERIAL PARA CASAS**

**COMERCIALIZADORAS**

Comunicaciones, Vivienda y Construcción del Consejo Transitorio de Administración Regional CTAR - Tumbes;

Que, resulta necesario designar a la persona que desempeñará dicho cargo;  
De conformidad con el Decreto Legislativo N° 560, el Decreto Ley N° 25862;

SE RESUELVE:

**Artículo 1°.-** Designar en el cargo de Director de Circulación Terrestre de la Dirección Regional de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción del Consejo Transitorio de Administración Regional CTAR - Tumbes al ingeniero PORFIRIO ONESIMO PAREDES OSORIO.

**Artículo 2°.-** La presente Resolución Suprema será refrendada por el Ministro de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción.

Regístrese, comuníquese y publíquese.

Rúbrica del Dr. Valentín Paniagua Corazao  
Presidente Constitucional de la República

LUIS ORTEGA NAVARRETE  
Ministro de Transportes, Comunicaciones,  
Vivienda y Construcción

23765

## Crean el Registro de Casas Comercializadoras de equipos y aparatos de telecomunicaciones

### RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 198-2001-MTC/15.03

Lima, 14 de mayo de 2001

CONSIDERANDO:

Que, mediante Decreto Supremo N° 005-98-MTC se adicionó al Reglamento General de la Ley de Telecomunicaciones, el Artículo 226°-A que establece que las Casas Comercializadoras de equipos y aparatos de telecomunicaciones están obligadas a inscribirse en el Registro que para el efecto tiene a su cargo la Dirección General de Telecomunicaciones, la misma que establecerá los requisitos para la inscripción;

Que, en consecuencia es conveniente crear el Registro correspondiente, aprobando las normas por las que se registrará el mismo;

De conformidad con el Texto Único Ordenado de la Ley de Telecomunicaciones aprobado por Decreto Supremo N° 013-93-TCC, su Reglamento General aprobado por Decreto Supremo N° 06-94-MTC y sus modificatorias y el Decreto Ley N° 25862, Ley Orgánica del Sector Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción;

SE RESUELVE:

**Artículo 1°.-** Crear el Registro de Casas Comercializadoras de equipos y aparatos de telecomunicaciones, el cual estará a cargo de la Dirección General de Telecomunicaciones del Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción.

**Artículo 2°.-** Aprobar la Directiva N° 001-2001-MTC/15.19 que establece el Procedimiento para la inscripción en el Registro de Casas Comercializadoras de equipos y aparatos de telecomunicaciones, la cual forma parte integrante de la presente Resolución.

Regístrese, comuníquese y publíquese.

LUIS ORTEGA NAVARRETE  
Ministro de Transportes, Comunicaciones,  
Vivienda y Construcción

### DIRECTIVA N° 001-2001-MTC/15.19

#### PROCEDIMIENTO PARA LA INSCRIPCIÓN EN EL REGISTRO DE CASAS COMERCIALIZADORAS DE EQUIPOS Y APARATOS DE TELECOMUNICACIONES

##### I. OBJETO

La presente Directiva tiene por objeto establecer los requisitos y el procedimiento para la inscripción en el

Registro de Casas Comercializadoras de equipos y aparatos de telecomunicaciones a cargo de la Dirección General de Telecomunicaciones del Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción.

##### II. ALCANCE

La presente Directiva es de aplicación obligatoria por la Dirección General de Telecomunicaciones y por las empresas comercializadoras de equipos y aparatos de telecomunicaciones.

##### III. BASE LEGAL

- Ley de Simplificación Administrativa, aprobada por Ley N° 25035 y su Reglamento aprobado por Decreto Supremo N° 070-89-PCM.
- Texto Único Ordenado de Ley de Telecomunicaciones - Decreto Supremo N° 013-93-TCC.
- Reglamento General de la Ley de Telecomunicaciones - Decreto Supremo N° 06-94-TCC y sus modificatorias.
- Texto Único de Procedimientos Administrativos del Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción - Decreto Supremo N° 029-2000-MTC.

##### IV. COMPETENCIA

La Dirección de Desarrollo de Servicios de Telecomunicaciones de la Dirección General de Telecomunicaciones es el órgano competente para evaluar y aprobar el procedimiento para la inscripción en el Registro de Casas Comercializadoras de equipos y aparatos de telecomunicaciones, así como para otorgar el correspondiente Certificado de inscripción. Asimismo, es la encargada de organizar y custodiar el referido Registro.

La Dirección General de Telecomunicaciones es la competente para verificar, determinar, evaluar y sancionar las infracciones en que pudieran incurrir las Casas Comercializadoras, de acuerdo a la normativa vigente.

Contra la denegatoria de inscripción en el Registro podrán interponerse los recursos impugnativos de Reconsideración que será resuelto por el Director de Desarrollo de Servicios de Telecomunicaciones y de Apelación que será resuelto por el Director General de Telecomunicaciones.

#### V. PROCEDIMIENTO PARA LA INSCRIPCIÓN EN EL REGISTRO DE CASAS COMERCIALIZADORAS DE EQUIPOS Y APARATOS DE TELECOMUNICACIONES

##### 5.1 REQUISITOS:

- a) Solicitud (según formato) dirigida al Director de Desarrollo de Servicios de Telecomunicaciones.

##### PARA PERSONA JURÍDICA

- b) Copias legalizadas por Notario Público o certificadas por Fedatario de la Dirección General de Telecomunicaciones de la Escritura Pública de constitución de la empresa y del poder vigente de su representante legal, ambos inscritos en los Registros Públicos.

El objeto social debe comprender la comercialización, importación y venta de los equipos y aparatos de telecomunicaciones.

##### PARA PERSONA NATURAL

- c) Copias legalizadas por Notario Público o certificadas por Fedatario de la Dirección General de Telecomunicaciones del Documento Nacional de Identidad.

- c) Recibo de Pago por derecho de inscripción equivalente al 5 % de I UIT.

##### 5.2 PROCEDIMIENTO:

- a) Presentada la solicitud para la inscripción en el Registro de Casas Comercializadoras de equipos y aparatos de telecomunicaciones con los requisitos señalados en el numeral anterior, la Dirección de Desarrollo de Servicios de Telecomunicaciones en un plazo máximo de quince (15) días emitirá el respectivo Informe pronunciándose sobre la procedencia o no de la inscripción en el Registro.

- b) De ser favorable, se procederá a la inscripción en el Registro de Casas Comercializadoras de equipos y aparatos de telecomunicaciones, extendiéndose el respectivo Certificado de inscripción a nombre de la solicitante, en un plazo que no excederá al señalado en el literal precedente.



c) En caso de no ser procedente lo solicitado, el informe indicará los fundamentos para la denegatoria, lo cual será notificado al solicitante mediante oficio que suscribirá el Director de Desarrollo de Servicios de Telecomunicaciones.

**5.3 PLAZO DE VIGENCIA DEL REGISTRO DE INSCRIPCIÓN:**

La inscripción en el Registro de Casas Comercializadoras de equipos y aparatos de telecomunicaciones efectuado de acuerdo al procedimiento establecido en la presente Directiva tendrá un plazo de vigencia máximo de cuatro (4) años. El certificado de inscripción en dicho Registro no podrá exceder al referido plazo.

**5.4 RENOVACIÓN DEL REGISTRO:**

El titular o representante legal de la empresa suscribirá la solicitud para la renovación de la inscripción en el Registro previo al vencimiento de su plazo, siendo requisito evaluar si han cumplido con sus obligaciones establecidas en la presente Directiva.

**VI. DERECHOS Y OBLIGACIONES DERIVADAS DEL REGISTRO**

**6.1 DERECHOS:**

- La inscripción en el Registro efectuado de acuerdo a la presente Directiva faculta a su titular a solicitar el correspondiente permiso de internamiento de los equipos y aparatos de telecomunicaciones a ser comercializados.
- Los demás que se deriven de la presente Directiva y disposiciones reglamentarias conexas.

**6.2 OBLIGACIONES**

Son obligaciones de las Casas Comercializadoras:

- Remitir en forma mensual a la Dirección de Desarrollo de Servicios de Telecomunicaciones el listado de las ventas efectuadas de los equipos y aparatos de Telecomunicaciones, según formato proporcionado por la citada Dirección.
- Proporcionar a la Dirección de Desarrollo de Servicios de Telecomunicaciones la información y documentación que ésta le solicite.
- Brindar facilidades al personal de la Dirección General de Telecomunicaciones debidamente identificado, mediante credencial complementada con su respectiva identificación institucional (fotocheck), para efectuar labores de inspección y verificación.
- Comunicar cualquier modificación, referida a cambio de domicilio, denominación social o de representante legal de la empresa dentro de los diez (10) días de producida dicha modificación.
- Venta, distribución e importación de equipos, terminales o aparatos de telecomunicaciones homologados.
- Las demás que se deriven de la presente Directiva y disposiciones conexas.

**VII. CAUSALES PARA DEJAR SIN EFECTO Y CANCELAR LA INSCRIPCIÓN EN EL REGISTRO DE CASAS COMERCIALIZADORAS DE EQUIPOS Y APARATOS DE TELECOMUNICACIONES**

La inscripción en el Registro de Casas Comercializadoras de equipos y aparatos de telecomunicaciones queda sin efecto por las siguientes causales:

- Por comunicación de cese de operaciones formulada por el propietario o representante legal mediante escrito con firma legalizada notarialmente.
- Por extinción de la persona jurídica o por muerte del titular en caso de ser persona natural.

Se cancelará la inscripción en el Registro, en los siguientes casos:

- Por incumplimiento reiterado de su obligación de remitir en forma mensual los listados de ventas.
- Por negarse reiteradamente a proporcionar la información y documentación que la Dirección de Desarrollo de Servicios de Telecomunicaciones le solicite.
- Por incurrir en multas reiteradas.

**VIII. DETERMINACIÓN DE LAS INFRACCIONES Y APLICACIÓN DE LAS SANCIONES**

Son infracciones administrativas relativas a las actividades de Casas Comercializadoras de equipos y aparatos

de telecomunicaciones, conforme a la Ley de Telecomunicaciones y su Reglamento General, las siguientes:

- a) Infracción leve: Incumplir con la inscripción en el Registro de Casas Comercializadoras.
- b) Infracción grave: La importación, fabricación o venta de equipos de radiocomunicación para estaciones radioeléctricas que no tienen autorización otorgada por el Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción.
- c) Infracción grave: La importación, fabricación, distribución o venta de equipos, terminales o aparatos de telecomunicaciones, que no disponen del certificado de homologación.
- d) Infracción grave: Negarse reiteradamente a facilitar información y documentación que la Dirección de Desarrollo de Servicios de Telecomunicaciones les solicite. En este rubro se incluye el incumplimiento reiterado de remitir mensualmente el listado de las ventas efectuadas.
- La Dirección notificará previamente a la Casa Comercializadora el cumplimiento de lo requerido, bajo apercibimiento de aplicar la sanción correspondiente.
- e) Infracción grave: La comisión, en el lapso de un año, de dos o más infracciones leves.

Las escalas y graduaciones de las multas se aplicarán de acuerdo a lo establecido en el Texto Único Ordenado de la Ley de Telecomunicaciones aprobado por Decreto Supremo Nº 013-93-TCC y su Reglamento General y modificatorias.

**IX. DEL LIBRO REGISTRO:**

Para los fines del Registro, la Dirección de Desarrollo de Servicios de Telecomunicaciones aperturará un Libro, en el cual se detallará la siguiente información:

**1. DATOS DE IDENTIFICACIÓN**

- Nombre o denominación social y nombre comercial si lo tuviera.
- Documento Nacional de Identidad, si fuere persona natural.
- Datos de la inscripción registral, si fuera persona jurídica.
- Número de Registro Único de Contribuyente (RUC).

**2. DOMICILIO LEGAL**

**3. TELEFONO Y FAX**

**4. UBICACIÓN DE LA CASA COMERCIALIZADORA Y DE SUS SUCURSALES SI LAS TUVIERA**

**5. DATOS DE IDENTIFICACION DEL REPRESENTANTE LEGAL: Nombre, domicilio, poder e inscripción registral.**

**6. DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS, MARCAS Y MODELOS QUE COMERCIALIZA**

**7. FECHA DE LA INSCRIPCIÓN**

**8. SELLO Y FIRMA DEL REGISTRADOR**

El Libro Registro se complementará con una Base de Datos que será actualizada permanentemente por la Dirección de Desarrollo de Servicios de Telecomunicaciones.

**X. VIGENCIA**

La presente Directiva entrará en vigencia el día siguiente de su publicación en el Diario Oficial El Peruano.

MINISTERIO DE TRANSPORTES, COMUNICACIONES, VIVIENDA Y CONSTRUCCION

*Sumilla : Solicita Inscripción en el Registro de Casas Comercializadoras.*

**AL DIRECTOR DE DESARROLLO DE SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES**

..... con R.U.C. Nº .....

(Nombres y Apellidos o Razón Social)  
teléfono Nº ..... debidamente representada por don..... con Documento Nacional de Identidad Nº ..... y domicilio en ..... a Ud. decimos:

Que, solicitamos a su Despacho la inscripción de nuestra representada en el Registro de Casas Comercializado-

ras de equipos y aparatos de telecomunicaciones de la Dirección General de Telecomunicaciones.

Asimismo, de conformidad con el Artículo 226°-A del D.S. N° 005-98-MTC, modificatoria del Reglamento General de la Ley de Telecomunicaciones, nos comprometemos a remitir mensualmente el listado de las ventas efectuadas y proporcionar la información y documentación que vuestra Dirección solicite.

Adjuntamos al presente:

\* En caso de persona jurídica: Copia de la Escritura de Constitución de la empresa y poder del representante legal inscritos en Registros Públicos, legalizadas por Notario Público o certificadas por Fedatario de la Dirección General de Telecomunicaciones.

\* En caso de persona natural: Copia del Documento de Identidad, legalizado por Notario Público o certificada por Fedatario de la Dirección General de Telecomunicaciones.

\* Recibo de pago por derecho de inscripción.

Por tanto:

A Ud. Señor Director, pedimos atender lo solicitado.

Lima,

Firma

**Nota:** Presentar la documentación en un fólder debidamente foliado y ordenado.

MINISTERIO DE TRANSPORTES, COMUNICACIONES,  
VIVIENDA Y CONSTRUCCION

*Sumilla: "Renovación de Inscripción en el Registro de Casas Comercializadoras"*

DIRECTOR DE DESARROLLO DE  
SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES

..... con R.U.C.N° .....  
(Nombres y Apellidos o Razón Social)  
teléfono N° ..... debidamente representada por  
don..... con Documento Nacional de Identidad N° ..... y domicilio en  
..... a Ud. decimos:

Que, solicitamos a su Despacho la Renovación de Inscripción en el Registro de Casas Comercializadoras de equipos y aparatos de telecomunicaciones de la Dirección General de Telecomunicaciones.

Hacemos presente que mi representada se encuentra inscrita con el N° ..... del Registro de Casas Comercializadoras de equipos y aparatos de telecomunicaciones, comprometiéndonos a seguir remitiendo mensualmente el listado de las ventas efectuadas y proporcionar la información y documentación que la Dirección nos solicite conforme lo dispone el Artículo 226°-A del D.S. N° 005-98-MTC (24 de marzo de 1998), modificatoria del Reglamento General de la Ley de Telecomunicaciones.

Adjuntamos al presente, el recibo de pago por derecho de inscripción (Renovación).

Por tanto:

A Ud. Señor Director, pedimos atender lo solicitado.

Lima,

Firma

**Nota:** De existir cambio de domicilio, representante legal, modificación de Escritura Pública etc., mencione este hecho y adjúntese la documentación pertinente a fin de mejor resolver.

23650

## Autorizan viaje de funcionario de la AATE para participar en el curso "Diálogo sobre Transporte Público Urbano" que se realiza en Japón

RESOLUCIÓN MINISTERIAL  
N° 201-2001-MTC/15.02

Lima, 14 de mayo de 2001

Visto, el Oficio N° 89-2001-AATE/PE del Presidente Ejecutivo de la Autoridad Autónoma del Proyecto Especial Sistema Eléctrico de Transporte Masivo de Lima y Callao - AATE;

CONSIDERANDO:

Que, el Ministerio de Infraestructura Terrestre y Transporte del Japón ha organizado el curso "Diálogo sobre Transporte Público Urbano" con el apoyo técnico y financiero de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) en el marco del Programa de Capacitación correspondiente al año fiscal 2001, que se realizará en la ciudad de Tokio, Japón, del 15 de mayo al 8 de julio de 2001;

Que, al curso "Diálogo sobre Transporte Público Urbano", ha sido invitado a participar la Autoridad Autónoma del Proyecto Especial Sistema Eléctrico de Transporte Masivo de Lima y Callao - AATE, habiéndose otorgado una beca integral al ingeniero Javier Enrique Cornejo Arana, Gerente de Desarrollo de la AATE;

Que, el referido curso tiene por objeto proporcionar una visión amplia del conocimiento del área del transporte urbano incluyendo el conocimiento práctico y las consideraciones ambientales, así como entender el transporte público urbano discutiendo los problemas relacionados con sus modos y la medida para solucionarlos;

Que, la participación no irrogará gastos al Estado, ya que éstos serán asumidos por JICA;

De conformidad con el Decreto Ley N° 25862 y Decreto Supremo N° 048-2001-PCM;

SE RESUELVE:

**Artículo 1°.-** Autorizar, el viaje del Ingeniero Javier Enrique Cornejo Arana, Gerente de Desarrollo de la Autoridad Autónoma del Proyecto Especial Sistema Eléctrico de Transporte Masivo de Lima y Callao - AATE, a la ciudad de Tokio, Japón, durante los días 14 de mayo al 8 de julio de 2001, para los fines a que se contrae la parte considerativa de la presente resolución.

**Artículo 2°.-** El viaje autorizado precedentemente no irrogará gastos al Estado.

**Artículo 3°.-** La presente resolución no dará derecho a exoneración o liberación de impuestos o de derechos aduaneros de ninguna clase o denominación.

**Artículo 4°.-** El funcionario cuyo viaje se autoriza, deberá tener en cuenta lo establecido en la Directiva N° 002-99-MTC/15.01 aprobada mediante Resolución Ministerial N° 293-99-MTC/15.01.

Regístrese, comuníquese y publíquese.

LUIS ORTEGA NAVARRETE  
Ministro de Transportes, Comunicaciones,  
Vivienda y Construcción

23653

## Otorgan concesiones a empresas para prestar servicio público de transporte terrestre interprovincial de pasajeros en las rutas Lima - Iscaycruz y Lima - Oxapampa

RESOLUCIÓN DIRECTORAL  
N° 1676-2000-MTC/15.18

Lima, 20 de setiembre de 2000

**Texto Único Ordenado del Reglamento General de la Ley de  
Telecomunicaciones  
DECRETO SUPREMO N° 020-2007-MTC**

**Artículo 244°.- Registro de casas comercializadoras de equipos y aparatos de telecomunicaciones**

Las casas comercializadoras de equipos y aparatos de telecomunicaciones están obligadas a inscribirse en el registro que para el efecto tiene a su cargo la Dirección. El incumplimiento de esta obligación será considerado como una infracción leve.

Los requisitos para la inscripción serán establecidos por la Dirección de Gestión.

Las casas comercializadoras registradas remitirán obligatoriamente en forma mensual el listado de las ventas efectuadas, debiendo proporcionar la información y documentación que la Dirección de Gestión les solicite.