

**DISEÑO DE UNA ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO BASADA EN LA  
MEDICIÓN EN TIEMPO REAL DE PARÁMETROS DE MOTORES CUMMINS ISX  
– QSRT PARA LA OPTIMIZACIÓN DE SERVICIO**

**MIGUEL ANTONIO ARIZA GUTIERREZ  
OSCAR ALFONSO MONTEALEGRE HERRERA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-MECANICAS  
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA  
ESPECIALIZACION EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO  
BUCARAMANGA  
2014**

**DISEÑO DE UNA ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO BASADA EN LA  
MEDICIÓN EN TIEMPO REAL DE PARÁMETROS DE MOTORES CUMMINS ISX  
– QSRT PARA LA OPTIMIZACIÓN DE SERVICIO**

**MIGUEL ANTONIO ARIZA GUTIERREZ  
OSCAR ALFONSO MONTEALEGRE HERRERA**

Monografía de grado presentada como requisito para optar el título de  
Especialista en Gerencia de Mantenimiento

**Directora: Dalida Beyaveth Chacón Vargas  
Especialista en Gerencia de Mantenimiento**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-MECANICAS  
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA  
ESPECIALIZACION EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO  
BUCARAMANGA  
2014**

## CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	11
1. CUMMINS INC.	13
1.1 ORGANIZACIÓN EQUITEL	18
1.2 UNIDAD DE SERVICIO – CUMMINS DE LOS ANDES	29
2. MOTOR CUMMINS ISX	33
2.1 MODULO DE CONTROL ELECTRÓNICO ECM	36
2.2 MODULO DE TELEMETRÍA	37
2.3 PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO	44
3. PROGRAMA QSRT – QUICK SERVE REAL TIME	45
3.1 GESTIÓN CENTRO DE CONTROL QSRT	46
3.2 CODIGOS DE FALLA	64
3.3 PRE ALARMAS	68
4. GESTIÓN DE COMBUSTIBLE QSRT	71
4.1 CREACIÓN DE GEOCERCAS PARA MEDICIÓN DE CONSUMO	72
4.2 CONSUMO PROMEDIO DE VEHÍCULO POR RUTAS	73
4.3 PARÁMETROS DE OPERACIÓN QUE AFECTAN EL CONSUMO	76
5. OPTIMIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO QSRT	77
6. CONCLUSIONES	112
BIBLIOGRAFIA	114

## LISTA DE IMAGENES

	Pág.
Imagen 01. Instalaciones de Cummins.	13
Imagen 02. Organigrama Organización Equitel	18
Imagen 03: Instalaciones Equitel Bogotá	23
Imagen 04. Proceso de servicio QSRT	31
Imagen 05. Motor ISX	33
Imagen 06. ECM (Engine Computer Module)	37
Imagen 07. Descripción de funcionamiento y conexión del TCM.	38
Imagen 08. Funcionamiento de QSRT.	46
Imagen 09. Centro de control QSRT oficinas sede norte Equitel.	47
Imagen 10. Descripción del manejo de la información QSRT.	48
Imagen 11. Sistema de gestión de mantenimiento SGM.	49
Imagen 12. Comportamiento de temperatura de aceite del motor.	50
Imagen 13. Comportamiento de la temperatura del refrigerante del motor.	51
Imagen 14. Comportamiento de la velocidad del motor.	52
Imagen 15. Comportamiento de la temperatura de aire de admisión.	54
Imagen 16. Comportamiento de presión de aceite de motor.	55
Imagen 17. Comportamiento de la presión del aire de admisión.	57
Imagen 18. Comportamiento posición del acelerador (%).	58
Imagen 19. Comportamiento de la velocidad del vehículos.	59
Imagen 20. Comportamiento del torque del motor.	60
Imagen 21. Estado del fan clutch del motor	61
Imagen 22. Comportamiento del voltaje de la batería	62
Imagen 23. Representación gráfica de un código QSRT.	64
Imagen 24. Información básica pre alarmas	69
Imagen 25. Comportamiento de la variable durante la pre alarma	70
Imagen 26. Gestión QSRT para combustible	71

Imagen 27. Creación de geocercas para rendimiento combustible QSRT	72
Imagen 28. Recorrido equipo QSRT.	73
Imagen 29. Rendimiento de combustible por rutas QSRT	74
Imagen 30. Promedio rendimiento combustible por rutas	75
Imagen 31. Promedio consumo de combustible por equipo	75
Imagen 32. Parámetros de operación combustible QSRT.	76
Imagen 33. Consolidado códigos de falla mes a mes por usuario	79
Imagen 34. Pareto códigos de falla amarillos por usuario	79
Imagen 35. Pareto códigos de falla rojos por usuario	80
Imagen 36. Pareto vehículos códigos rojos por usuario	81
Imagen 37. Pareto vehículos códigos amarillos por usuario	81
Imagen 38. Tendencias vehículos vs código por usuario	82
Imagen 39. Consolidado parámetros de operación por usuario	83
Imagen 40. Pareto vehículos con mayor cantidad de pre alarmas	84
Imagen 41. Pareto parámetros de operación mas crítico por usuario	85

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 01. Listado de variables que monitorea el TCM	43
Tabla 02. Códigos de falla del ECM motor Cummins ISX.	65
Tabla 03. Consolidado semanal de codigos de falla y pre alarmas QSRT	77

## RESUMEN

### **TÍTULO:**

DISEÑO DE UNA ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO BASADA EN LA MEDICIÓN EN TIEMPO REAL DE PARÁMETROS DE MOTORES CUMMINS ISX – QSRT PARA LA OPTIMIZACIÓN DE SERVICIO

### **AUTORES:**

MIGUEL ANTONIO ARIZA GUTIERREZ  
OSCAR ALFONSO MONTEALEGRE HERRERA

### **PALABRAS CLAVES:**

Monitoreo en tiempo real, Matriz de mantenimiento, Optimización de servicio, Motores Cummins ISX, QuickServe Real Time – QSRT.

### **DESCRIPCIÓN:**

Los nuevos planes de mantenimiento, están basados en el manejo de la información que se obtiene de diferentes fuentes de telemetría; en este trabajo se describe los diferentes procesos de mantenimiento que actualmente se realizan en el sector de transporte de carga pesada, y da la alternativa de obtener la información del motor en tiempo real. Después de obtener esta información se describe el proceso para organizar esta información y realizar análisis detallado de todas las variables monitoreadas del motor Cummins ISX con el fin de establecer las acciones de mantenimiento programado y de ser necesario las labores de mantenimiento preventivo programado y correctivo, sin comprometer la vida del motor. El resultado del análisis organizado y detallado del monitoreo de todas las variables del motor, da como resultado informes de fácil entendimiento que permite tomar acciones en pro del aumento de la productividad del vehículo y de la flota en general. Otro factor importante en los costos operativos de estos equipos, es el consumo de combustible por lo tanto se busca optimizar este recurso sacando el máximo rendimiento del mismo. Por último se obtiene una matriz de mantenimiento que indica las diferentes labores de mantenimiento que se tienen que hacer en cada sistema de acuerdo al kilometraje del activo.

---

\* Monografía

\*\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica. Especialización Gerencia de Mantenimiento. Directora: Ing. Dalida Chacón

## SUMMARY

### **TITLTE:**

DESIGN OF A MAINTENANCE STRATEGY BASED REAL-TIME MEASUREMENT OF PARAMETERS CUMMINS ISX ENGINE - QSRT FOR OPTIMIZATION SERVICE

### **AUTHORS:**

MIGUEL ANTONIO ARIZA GUTIERREZ  
OSCAR ALFONSO MONTEALEGRE HERRERA

### **KEY WORDS:**

Real-time monitoring, matrix maintenance, service optimization, Cummins ISX Engines, QuickServe Real Time - QSRT.

### **DESCRIPTION:**

The new maintenance plans, are based on the management information that is obtained from different sources of telemetry; in this work describes the various maintenance processes that are currently being performed by the sector of transport of heavy load, and gives the alternative to obtain the engine information in real time. After obtain this information describes the process to organize this information and perform detailed analysis of all the variables monitored Cummins ISX in order to establish the actions of scheduled maintenance and if necessary the preventive maintenance scheduled and corrective, without compromising the life of the engine. The result of the organized and detailed analysis of the monitoring of all variables of the engine, resulting in reports of easy understanding that allows to take actions toward to increase the productivity of the vehicle and fleet in general. Another important factor in the operating costs of these equipment, is the fuel consumption, is therefore looking for optimizing this resource by leveraging the same. Finally, it gets an array of maintenance that shows the several labors of maintenance that needs to be done in each system according to the mileage of the asset.

---

\* Monograph

\*\* Faculty of Mechanical Engineering Physics. School of Mecanical Engineering Specialization in Maintenance Management: Director: Eng. Dalida Chacón

## INTRODUCCIÓN

El transporte de carga terrestre en Colombia es uno de los sectores más importantes de la economía, y se constituye como columna vertebral de los demás sectores, ya que necesitan que las materias primas e insumos y productos terminados sean movilizados a través de la infraestructura vial del país.

El desarrollo del sector de transporte de carga pesada ha tenido un gran auge en los últimos años impulsado por el boom del sector petrolero y la ausencia de la infraestructura adecuada para el transporte de crudo desde las zonas más alejadas del país.

Al surgir esta gran demanda de vehículos de transporte de carga, también surgió la necesidad de conformar departamentos de mantenimiento mucho más tecnificados y con conocimientos de mecánica diesel avanzada para ser más competitivos en el mercado ofreciendo mejores precios de fletes y mayor confiabilidad de entregar a tiempo la carga transportada.

El surgimiento de esta gran demanda de vehículos impulso la creación acelerada de las grandes empresas de transportes de carga, en donde el más importante recurso que poseen es el recurso humano y en especial el personal de mantenimiento el cual mantiene la inversión operativa y al cliente satisfecho.

Es importante resaltar el gran cambio en la cultura del mantenimiento de vehículos de carga pesada que se dio después de establecer empresas de gran tamaño, debido a que se volvió necesario que el departamento de mantenimiento fuera mucho más efectivo y redujera sus costos a valores antes no imaginados.

Por otra parte las pequeñas empresas de transporte y los pequeños transportadores también se vieron obligados a buscar aliados estratégicos o

establecer agremiaciones para obtener mejores precios de insumos y contratos más estables. En pocas palabras este cambio trajo muchas mejoras en el gremio transportador.

En busca de la mejora en la productividad han surgido diferentes soluciones entre las cuales se encuentra el monitoreo en tiempo real de la posición (GPS), la gestión de la logística y el análisis de aceite como herramientas importantes en el desarrollo de los planes de mantenimiento.

Es por esto que este documento busca demostrar la aplicabilidad del programa de mantenimiento QSRT (QuickServe Real Time) y las ventajas que se pueden obtener al implementar dicho sistema, para determinar las rutinas de mantenimiento más adecuadas para los vehículos de carga pesada, ayudando a reducir los costos de mantenimiento y aumentando la disponibilidad del los equipos.

Para lograr esto se debe dar manejo a la información recopilada con el fin de establecer los parámetros de mantenimiento de cada flota en particular y realizar una correcta interpretación de los datos transmitidos por cada equipo asegurando resultados exitosos con los programas de mantenimiento establecidos.

Con esto se estaría entregando una mejor herramienta de mantenimiento a los usuarios del sistema QSRT y se estaría generando un cambio en al mantenimiento en el sector de transporte de carga pesada.

## 1. CUMMINS INC.<sup>1</sup>

**Cummins Inc.** es una corporación estadounidense que se dedica al diseño, manufactura, distribución y construcción de y préstamo de servicios para motores diesel y sus temas relacionados, que incluyen los sistemas de combustible, controles, manejo y refrigeración comercial, filtración, control de emisiones y sistemas de generación de electricidad. Su sede principal se encuentra en las proximidades de Columbus, Indiana, en los Estados Unidos. La firma Cummins mantiene operaciones en aproximadamente 190 países y sus territorios por medio de una red de corresponsales con más de 600 compañías de su propiedad, en joint-venture y una red de distribuidores independientes, y cerca de 6,000 distribuidores autorizados. Cummins reportó un ingreso neto de US\$1,750 mil millones, y ventas de US\$18,000 mil millones en el año 2011. Cummins es uno de los mayores productores de tecnologías y de investigación en la rama de motores diesel en el mundo.

Imagen 01. Instalaciones de Cummins



Fuente: Wikipedia. (25 jun 2014, a las 14:40.) Cummins Inc. [en línea]  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Cummins\\_Inc](http://es.wikipedia.org/wiki/Cummins_Inc). 29 jun 2014.

---

<sup>1</sup> Wikipedia. (25 jun 2014, a las 14:40.) Cummins Inc. [en línea]  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Cummins\\_Inc](http://es.wikipedia.org/wiki/Cummins_Inc). 29 jun 2014.

## **Inicios**

Su fundación tuvo lugar en Columbus, Indiana, en 1919 bajo la razón social Cummins Engine Company, ya que toma su nombre del fundador; el señor Clessie Lyle Cummins, la recientemente creada compañía se convirtió en el posible surtidor de soluciones comerciales dentro de las tecnologías de motorización diésel, inventados veinte años atrás por el doctor Rudolf Diesel.

A una década después de su fundación, en 1933, lanzan el motor "**Model H**", un motor poderoso de uso para el transporte que lanzó a la compañía a su mayor éxito con una nueva familia de motores de uso comercial. J. Irwin Miller se hace gerente general en 1934, y lanza a la empresa a asumir un liderazgo internacional en las siguientes cuatro décadas. Se comienza a reconocer por la alta calidad de sus productos en los mercados a nivel internacional y aparte, al hacer uso de una novedosa red de servicio de carácter nacional, provista desde la misma organización, le hace a la compañía el que se gane la reputación de "asistencia al cliente oportuna", y obteniendo sus primeros beneficios en 1937. Para 1940, la firma se adjudica el ser la pionera en su industria por dar la garantía de "Garantía de las 100,000 millas".

## **Consolidación**

Un motor de primera generación de la firma Cummins, de tipo diesel; usado en un auto de carreras de la competición de Indianápolis 500, del año 1950. En la década de los 50, los Estados Unidos se embarcó en la masificación del transporte por carretera, y en la construcción de carreteras y redes de autopistas interestatales, en donde los camiones y equipos de construcción motorizados por Cummins jugaron un papel crucial en la mayoría de estos planes. Los camioneros demandaban economía, potencia, eficiencia, y durabilidad, algo que los motores de la Cummins respondieron de manera muy recordada. Así mismo, la Cummins continuó creciendo y buscando nuevos retos en su crecimiento, comenzando su

expansión global , al abrir su primer planta de manufactura en el exterior en la ciudad de Shotts, Escocia, en 1956; y a fines de los 60, Cummins se había expandido como sus ventas y redes de servicio a unos 2,500 distribuidores en 98 países. Hoy día, la Cummins dispone de unas 5,000 facilidades productivas en 197 naciones y sus territorios.

Cummins, liderada ahora por J. Irwin Miller, se esforzó en hacer su incursión ahora en los mercados de naciones emergentes como China, India y Brasil, donde la Cummins ahora dispone de una mayor presencia que otras multinacionales norteamericanas. Cummins había crecido como una de las mayores productoras de motores en la China y en la India, y para los tres años anteriores se habían generado en el exterior cerca del 50% de los ingresos corporativos. A finales de dicha década, la Cummins había vendido más de USD\$100 millones y ya lideraba en el mercado de motores diesel para camiones.

## **Actualidad**

La firma se conoce bastante por producir series de motores diesel y de gas natural para su uso tanto en carretera como estacionarios, y sus mercados incluyen motores de trabajo pesado, estacionarios fijos, estacionarios móviles, de trabajo medio, autobuses, vehículos recreacionales (VR), de trabajo medio en uso automotor y un sinnúmero de motores de uso industrial que se ven en maquinaria agrícola, maquinaria para la construcción, minería marina, extracción de petróleo y gas, así como en equipamiento militar. Para el público en general, el mayor uso que dan a los productos de la firma Cummins puede ser el de la serie de motores de 5.9 litros de seis pistones en línea, el que se usa en la serie de camionetas Dodge Ram desde 1989, en los camiones de la marca china Foton, y en algunos vehículos de la firma GAZ, en sus furgonetas GAZelle, GAZelle-Business y GAZelle Next, y en los camiones y tracto camiones de las marcas Mack, Renault, Tata y Sisu.

Para el año 2007, se lanzó un motor de 6,7 litros basado en una versión reducida del motor Cummins de la serie ISF-6; el muy reconocido ISF-2, que se hizo como una opción de las camionetas Dodge Ram, ahora es estándar en los chasis de las clases 4 y 5 chasis. La Cummins se convierte en el año 2010 en la única compañía en la industria en cumplir los estándares de la *Environmental Protection Agency* del año para las emisiones de gases NOx, con el lanzamiento en el año 2007 de un motor de características futurísticas, un bloque de 6.7 litros de tipo turbodiésel para la serie de camionetas de trabajo pesado Dodge Ram, disponible en los chasis e los modelos con capacidad de carga de 750 kilogramos (1653 lb) y 1 tonelada.

En abril del 2013, la Cummins; usando tecnología desarrollada por la firma Westport Innovations comienza a entregar motores alimentados por gas natural a los principales fabricantes de camiones de los Estados Unidos, así como a las compañías dueñas de grandes flotillas de camiones de carga que decidieron convertir partes de sus vehículos a gas natural, y la adecuación de la red de distribuidores de gas natural en los Estados Unidos ha empezado a expandirse en vista de su promisorio futuro.

### **Subsidiarias**

Cummins Turbo Technologies-Turbocargador Holset (en montaje dual), en un motor diésel V12 Kromhout, de 450 caballos de fuerza (336 kW). La compañía "Holset Engineering Co." era un productor de turbo cargadores británico, especialmente para propulsores diesel y aplicaciones industriales. En 1973, la compañía sería adquirida por la Cummins después de haber sido brevemente propiedad de la firma de inversiones Hanson Trust. Holset ahora opera plantas de producción en la China, India, Brasil, en los Países Bajos, en el Reino Unido, y en los Estados Unidos. En el 2006, esta división se re designa como Cummins Turbo Technologies como un esfuerzo para ser identificada ahora más cercanamente

con su compañía principal. La producción de turbo cargadores y sus productos conexos aún usan el nombre de Holset en su mercado.

Cummins Power Generation. En 1986, Cummins comienza a analizar la posible compra del productor de generadores y equipos para los mismos "Onan", la cual se hizo efectiva en 1992. Desde entonces, Onan ha evolucionado a Cummins Power Generation, y ahora es una de las principales divisiones de la Cummins. El nombre Onan se continúa usando en las versiones modernas de sus productos tradicionales -generadoras de energía y repuestas- para usos en RV, marino, movilidad comercial, hogar y estacionarias, y de uso portátil. Es el proveedor de soluciones global de sistemas de generación eléctrica, sus componentes, partes y servicios para motores y generadores estacionarios, distribuidores de generación eléctrica, así como de motores auxiliares para aplicaciones móviles que se requieran para cumplir las necesidades específicas y/o diversificadas dentro de la base de su cliente potencial.

#### Cummins Emission Solutions

La compañía de producción de sistemas de gases de escape y emisión de gases Nelson Industries fue adquirida en 1999, dado el creciente interés y la elevada importancia por mejorar la parte de exhostos y el tratamiento de los gases de combustión de los motores para así ajustarse a las exigentes normas de emisión de gases en vigencia y futuros estándares. La nueva designación de la compañía es ahora Cummins Emission Solutions, como un esfuerzo para ser identificada ahora más cercanamente con su compañía principal.

Cummins Filtration (Fleetguard). Diseña, manufactura, ensambla y asesora instalaciones de filtros, filtrado de aire, combustible, fluidos hidráulicos y aceites de lubricación, compuestos químicos y desarrolla tecnologías de sistemas de escape y sistemas de exhostos, así como productos de fases de escape para motores diesel y equipos a gas natural.

Cummins Distribution Business Unit (DBU). La "Unidad de Negocios de Distribución" (en inglés: DBU, *Distribution Business Unit*) consiste de 17 distribuidores y operadores logísticos de propiedad de la Cummins, y otros 10 en acuerdos de joint-venture, que cubren las operaciones de transporte y logística en más de 90 países y sus territorios en sus 233 locaciones.

## 1.1 ORGANIZACIÓN EQUITEL

Imagen 02. Organigrama Organización Equitel



Fuente: Organización Equitel. (25 jun 2014, a las 14:40.) [www.equitel.com.co](http://www.equitel.com.co)

## HISTORIA

Equitel nació el 14 de noviembre de 1959, como Equipos Técnicos Ltda. en Medellín, resultado de la visión emprendedora del ingeniero electricista Alberto Piedrahita Barrientos, que en su momento era el Gerente socio de una de las

firmas de ingeniería eléctrica más exitosas de la ciudad, PyR Ltda. Equitec Ltda Medellín inicia operaciones con la distribución de Cummins engine company, líder mundial en la fabricación de motores diesel.

40 años después, el nombre de la compañía cambió a EQUITEL y su estrategia giró alrededor de sus clientes claves.

El camino del éxito para Equitel ha sido marcado por constante trabajo, aprendizaje e innovación, creando pautas desde sus inicios en el mercado nacional y latinoamericano de energía y potencia, a través de la promoción, distribución y diseño de soluciones con el acompañamiento de productos y servicios de marcas de gran reconocimiento como Cummins, Cummins Power Generation, Fleetguard, Mix Telematics, Gulf, ComAP; Sy-klone, Oil Mate, Modasa y Palfinger.

Equitel ha mantenido un crecimiento sostenido, expandiendo sus acciones más allá de lo convencional, donde el eje de sus operaciones es la productividad de sus clientes, enmarcado en una efectiva cultura de servicio, lo que le ha permitido generar estrategias diferenciadoras, construyendo soluciones y transformando las situaciones normales y las difíciles en resultados efectivos para sus clientes.

Tal como sucedió en 1983, cuando el gobierno de Belisario B. cerro las importaciones y la compañía se adaptó optimizando los elementos disponibles en el mercado y transformando un año crítico en uno de resultados sorprendentes; o en 1992 cuando en la era Gaviria y el famoso apagón, Equitel fue la compañía líder en Colombia en entregar soluciones, colocando más de 35,000 kilovatios a disposición de sus clientes, y al aún recordado 1999 cuando Colombia enfrentó una crisis hipotecaria de magnitud extraordinaria ocasionando un freno inmenso en su economía; hecho que en su momento fue entendido por Equitel como un llamado para colocar todo su conocimiento y esfuerzo al servicio de sus clientes

con la creación de soluciones prácticas y productivas, buscando la optimización para nuestros clientes transportadores en sus operaciones y para clientes de industria con formulas de eficiencia en su consumo de energía. En tiempos de retos y ante adversidades como estas la Organización Equitel comprendió que la mejor forma de crecer es ayudando a sus clientes a ser exitosos.

A finales de 1995 el fundador y gestor de esta ya exitosa y pujante empresa toma la decisión de permitir que una nueva generación de profesionales que basaron su trabajo en estrategias enfocadas en la productividad y crecimiento de sus clientes tomaran las riendas de la empresa y diseñaran el futuro a seguir. En ese año Equitel pasó de ser una compañía dedicada a la venta exitosa de productos y servicios de la corporación Cummins a una enfocada en soluciones diseñadas a la medida de sus clientes entendiendo sus necesidades y haciendo uso de sus marcas representadas y de novedosos desarrollos tecnológicos disponibles en el mercado. Alberto Piedrahita queda así como presidente de la junta directiva y mentor de los nuevos equipos de trabajo.

Este proceso lleva a EQUITEL a experimentar un giro en la mentalidad de su gente, acompañado de una importante transformación en su manera de pensar, desarrollando una filosofía única basada en la diferenciación y la productividad de los clientes, que le permitiría enfocarse de manera contundente en suministrar soluciones en diferentes mercados como el transporte, construcción, minería, salud , marino y la industria en general, desarrollando programas orientados a optimizar la operación de sus clientes en áreas claves, incorporando nuevas y novedosas líneas a la empresa, las cuales le permiten desarrollar más a fondo su relación con sus clientes, sus aliados y sus proveedores.

Esta nueva estrategia, liderada por el Economista y actual presidente de la Organización, Juan José Piedrahita, llevó a EQUITEL a crear toda una cultura

basada en un comportamiento estratégico que hoy esta irrigado alrededor la organización y que se conoce como VIDA.

Una filosofía de pensamiento que desde una actitud correcta de los integrantes y mediante la aplicación de un método claro y simple (Visualizar, Inspirar, Desarrollar, Actuar) nos permite conectar y deleitar a nuestros clientes cumpliendo de esta manera la estrategia de la organización.

El enfoque de la organización, en la cultura para la diferenciación VIDA, es por un lado, **el desarrollo del integrante** a través del fortalecimiento de sus talentos para que haga todos los días lo mejor que sabe hacer, poniendo sus fortalezas al servicio de la organización, actuando con actitud y formando equipos de alto rendimiento; y de otro lado, **la productividad del cliente** que se da cuando el equipo de integrantes comprometidos aplican el método VIDA correctamente para cumplir con la estrategia Conectar y Deleitar. El cumplimiento de la promesa del cliente a través de la optimización de su operación permite un gana gana para el cliente y Equitel generando con el resultado que la organización pueda invertir en el desarrollo del integrante y crea de esta manera un círculo virtuoso que hace girar la Bola de Nieve. La Bola de Nieve es el resultado de actuar con cultura. En la Bola de Nieve gana el integrante, la organización y el cliente.

De esta forma, Equitel construye su promesa de comprometerse con la ejecución de un trabajo serio y en equipo con sus clientes con el fin de buscar la optimización en sus operaciones avanzando cada día más en la consolidación de relaciones sólidas y a largo plazo. Fue esta cultura la que nos llevo en Mayo 1 de 2000 a expandir la operación a Bogotá, el área central del país y la zona no interconectada.

A finales de 2000 Equitel ya contaba con oficinas y completos talleres de alta tecnología para la reparación y mantenimiento de vehículos de alta capacidad de

carga, equipados con motores Cummins y un sistema de venta totalmente diferenciado de Motores, plantas eléctricas y repuestos Cummins con estrategias basadas en la productividad de sus clientes, que Equitel atiende de acuerdo con sus características, como aquellas cuentas claves que requieren grandes desarrollos en sitio diseñados por sus ingenieros especializados en diferentes áreas, clientes que están dispuestos a permitir una sociedad con Equitel con metas claras de productividad o las comunidades de pequeños consumidores con intereses comunes que Equitel congrega alrededor de La Flota un concepto ganador que permite a pequeños transportadores tener acceso a servicios a los que solo estaban acostumbrados las grandes flotas de transporte, comunidad que hoy alberga alrededor de 4000 afiliados. O sus programas diseñados para clientes con altos niveles de exigencia en sus resultados y la forma de seguirlos y medirlos como LAP, que se enfoca en un monitoreo y acompañamiento de vehículos diferente a los disponibles en el mercado y es diferente porque se enfoca en optimizar el activo más importante que tienen las flotas de transporte, su capital humano.

En LAP los conductores se vuelven verdaderamente eficientes y engranan en la cadena productiva de las empresas para las que conducen sus vehículos en forma segura y rentable. La organización Equitel sigue creciendo a la par con sus clientes y su inversión en conocimiento es cada día mayor; este hecho la llevó a lanzar su Unidad de Proyectos de Gestión de Energía en 2003, logrando colocar sus dos primeras unidades de Co-generación en sitio hoy, con más de 53MW instalados han hecho de Equitel una de las organizaciones líderes en Colombia en este tipo de proyectos.

En 2005, Equitel con un alto nivel de consolidación en Bogotá y siendo la compañía líder en el mercado en la venta de motores diesel para el re-potenciamiento de toda clase de maquinaria y de proyectos de energía de respaldo y continua en sitio, ve la necesidad de ubicarse en una sede de mayor

capacidad y de ubicación clave y es así como en noviembre de ese año inaugura sus nuevas instalaciones, 14000mts2 desde donde atiende en forma impecable sus clientes de transporte y monta una moderna fabrica de cabinas de atenuación de ruido para equipos estacionarios y una línea de ensamble de plantas eléctricas cumpliendo con normas ISO 9000 en sus procesos y certificándose en la norma Retie para adaptarse a las exigencias del mercado eléctrico colombiano, plantas eléctricas con su marca propia Power Gen, utilizando elementos de la Corporación Cummins.

Imagen 03. Instalaciones Equitel Bogotá



Fuente: Organización Equitel. (25 jun 2014, a las 14:50.) [www.equitel.com.co](http://www.equitel.com.co)

Tras una cadena de éxitos y también de errores que aportaron una fuerte dosis de sufrimiento y enseñanzas, la Organización Equitel continuó su expansión hacia la costa norte de Colombia, donde en junio de 2006 comenzó sus operaciones ejecutando importantes inversiones representadas en la construcción de un moderno taller para atender el mercado minero de motores de alta potencia, equipado con laboratorios de inyección, zona de reconstrucción de componentes, Dinamómetro de motor de 3200 HP, zona de pintura, 16 celdas de reparación y su respectiva zona de lavado y modernas oficinas, adecuando igualmente un moderno

taller para la atención de tracto camiones con 30 bahías de reparación y oficinas que hoy albergan más de 150 empleados.

Estos cambios y evolución son una constante en nuestra compañía, pues obedecen a la dinámica de nuestro negocio. En 2007, sus ya modernas oficinas en Medellín son ampliadas con nuevos espacios y con 30 nuevas celdas para la atención de tracto camiones quedando sus instalaciones en la avenida Guayabal con una capacidad total de 48 bahías de servicio para tracto camiones, donde 18 de sus celdas son destinadas para atender los clientes de La Flota.

En los últimos 7 años la organización ha seguido creciendo y consolidándose con importantes cambios. En el 2009 Lap international firmó un importante contrato con la multinacional MIX Telematics para representarla en Latinoamérica y a la fecha cuenta con más de 10000 conexiones transmitiendo en Colombia y otros Equipos de Latino América.

Se inauguraron las nuevas instalaciones de Ibagué con más bahías y mayor comodidad para los clientes de transporte. Del mismo modo se abrió operación en el norte de Bogotá para buscar más cercanía con los clientes de LAP International y la unidad de energía, creando el primer centro de Gestión de monitoreo en tiempo real 7/24.

También, Equitel creó GAF, para la Gestión y administración de fluidos, que se enfoca en aumentar la productividad de la operación sus clientes, al reducir sus costos, aumentar la disponibilidad de sus equipos y disminuir el impacto ambiental, por medio de tecnologías y procedimientos que optimizan los fluidos de sus equipos.

En 2011 Equitel vendió su marca de productos de generación Power Gen al grupo Alpha. Se crearon las unidades de negocio Equitel Grúas y Equitel Buses con las

representaciones de Palfinger y Modasa respectivamente; esta última en tan solo dos años ha logrado posicionarse en el mercado de dos pisos como una alternativa que cambia la forma de transportarse por carretera en buses más confortables, seguros y productivos.

En el año 2012 Equitel vendió a Cummins Inc. la operación del EBU (*Engine business Unit*) en la zona norte de Colombia, conservando y fortaleciendo el negocio de CPG (*Cummins Power Generation*). La operación de la organización se expandió a la ciudad de Villavicencio. Prolub inauguró en Ibagué una moderna planta de 20.000 m<sup>2</sup> para la fabricación de lubricantes. Equitel lanzó su programa Bola de Nieve permitiendo la participación de sus integrantes en el crecimiento patrimonial de la empresa. Equitel modernizó, cumpliendo con todos los estándares internacionales, su centro de gestión de monitoreo 7 x 24.

Los últimos desarrollos son los programas RTM, Mantenimiento en tiempo real para equipos estacionarios y QSRT, es último hace parte de la nueva cultura de servicio de Cummins de los Andes que busca atender a los clientes en su entorno y en tiempo real. Con QSRT situaciones desde la más simple hasta la más crítica se pueden atender desde el instante en que ocurren y no hasta cuando los equipos llegan al taller, beneficios que permiten al transportador incrementar en forma importante la disponibilidad de su flota, aumentar su productividad, reducir tiempos improductivos, conocer información para controlar el consumo de combustible y reducir gastos operacionales.

El programa también ayuda a prevenir fallas mayores en los motores, posibilita la integración de mantenimiento con operación, protege la inversión del transportador, aprovecha al máximo la vida útil de las partes Cummins y reduce el costo por kilómetro de su operación.

Lo que empezó en 1959 con una persona y una oficina, hoy es una organización con 753 integrantes ubicados en las sedes de Bogotá, Medellín, Barranquilla, Ibagué y Villavicencio. Con una estructura sólida representada en Equitel como holding a la cual pertenecen: Cummins de los Andes, LAP International. GAF International e Ingenergia, compañías conformadas por unidades de negocio enfocadas en proveer soluciones a nuestros clientes entorno a su productividad. Así mismo, la organización cuenta con una importante participación en Prolub S.A. licenciataria de la marca Gulf para el territorio colombiano, empresa que en sus 4 años de operación ha alcanzado el 8% del mercado de lubricantes en el país.

## **LÍNEA CRONOLÓGICA EQUITEL**

### **1959**

El 14 de noviembre de 1959, Equitel nació como Equipos Técnicos Ltda. Medellín, como resultado de la visión emprendedora del ingeniero Alberto Piedrahita Barrientos.

### **1983**

El presidente de Colombia, Belisario Betancur, cerró las importaciones y Equitel se adaptó aprovechando los elementos disponibles en el mercado.

### **1992**

Colombia sufrió el apagón de la era Gaviria. Equitel fue líder en soluciones de energía colocando más de 35.000 kW a disposición de sus clientes.

### **1995**

Equitel se reinventó...pasó de vender productos a ser una compañía enfocada en soluciones diseñadas a la medida de sus clientes. A partir de este año Equitel comienza a desarrollar su cultura VIDA

**1997**

Equitel lanzó con gran éxito su programa de "peak shaving" colocando 14.000 kW en Medellín y creando las bases para su futuro en proyectos de Generación de Energía en sitio.

**2000**

En mayo 1 Equitel expandió su operación a Bogotá, el área central del país y la zona no interconectada mediante la adquisición de Cummins de los Andes.

**2001**

Nació LAP, Logística de Administración Productiva, basada en tecnología de telemetría. LAP se enfoca en la optimización de la operación de los clientes de transporte con énfasis en logística, seguridad y la importancia de los conductores en su negocio.

**2002**

Nació La Flota, un concepto de productividad a través del manejo eficiente de flotas para pequeños transportadores dándoles ventajas a estos que antes solo se otorgaban a grandes flotas.

**2003**

Equitel lanzó su unidad de proyectos de gestión de energía, con la venta de dos proyectos de cogeneración, los primeros desarrollados en Colombia con plantas eléctricas a gas.

Cummins Power Generation se posicionó como pionero en el país en este tipo de proyectos.

**2005**

En noviembre de 2005, Equitel inauguró en Bogotá sus nuevas instalaciones con 14.000 mts<sup>2</sup>, mayor capacidad y una ubicación clave para sus clientes transportadores.

Negoció con lubricantes Gulf el *royalti* para Colombia e inició operaciones con su compañía Prolub S.A. como licenciataria de la marca.

## **2006**

Equitel continuó su expansión hacia la costa norte de Colombia donde, en Junio de 2006, comenzó sus operaciones recuperando el mercado para Cummins y construyendo un moderno taller para atender los mercados minero, transporte y las necesidades de energía de respaldo y generación en sitio de la zona.

## **2008**

Prolub inauguró la primera planta de producción de lubricantes Gulf en Bogotá.

## **2009**

Lap international firmó un importante contrato con la multinacional MIX Telematics para representarla en Latinoamérica. Se inauguraron las nuevas instalaciones de Ibagué con más bahías y mayor comodidad para los clientes de transporte. Se abrió operación en el norte de Bogotá para buscar más cercanía con los clientes de Lap International y la unidad de energía, creando el primer centro de Gestión de monitoreo en tiempo real 7/24.

## **2010**

Se desarrollaron los programas RTM estacionario y móvil. Equitel creó su Unidad de Negocios para la Gestión y administración de fluidos, GAF.

## **2011**

Equitel obtuvo la calificación Oro en su primera auditoría de Excel en Bogotá. Equitel vendió su marca de productos de generación Power Gen al grupo Alpha. Se crearon las unidades de negocio Equitel Buses y Equitel Grúas con las representaciones de Modasa y Palfinger respectivamente.

## **2012**

Equitel vendió a Cummins Inc. la operación del EBU en la zona norte de Colombia, conservando y fortaleciendo el negocio de CPG. La operación de la organización se expande a la ciudad de Villavicencio. Prolub inauguró en Ibagué una moderna planta de 20.000 m<sup>2</sup> para la fabricación de lubricantes. Equitel lanzó su programa Bola de Nieve permitiendo la participación de sus integrantes en el crecimiento patrimonial de la empresa. Equitel modernizó, cumpliendo con todos los estándares internacionales, su centro de gestión de monitoreo 7 x 24.

## **2013**

Equitel buses se consolida en el mercado colombiano con la oferta de buses de doble piso seguro, confortables y productivos.

### **1.2 UNIDAD DE SERVICIO – CUMMINS DE LOS ANDES**

La unidad de servicio de Cummins de los Andes cuenta con 54 años de experiencia en el mantenimiento de motores Cummins y ha venido evolucionando a través del tiempo.

Desde sus comienzos Cummins de los Andes ha contado con técnicos certificados en los diferentes modelos de motores que fabrica Cummins Inc. Y se ha mantenido actualizado a través del tiempo en las prácticas y procedimientos que están a la vanguardia para prestar un servicio eficiente para satisfacer las necesidades del mercado.

Desde sus comienzos esta unidad ha estado en permanente enfoque en la capacitación tanto así que en la actualidad Cummins de los Andes es el único distribuidor de motores Cummins en Latinoamérica que tiene el centro de capacitaciones; éste está enfocado en mantener a los diferentes *Dealers* de la marca capacitados y certificados en los diferentes procedimientos de los modelos de motor que fábrica a realizado. Esto mantiene a Cummins de los Andes a la vanguardia del conocimiento y en permanente actualización de los diferentes productos Cummins que salen al mercado.

Después del arribo del motor electrónico ISX, se tuvo un gran salto en lo que a minería de datos se refiere, ya que los motores electrónicos permiten tener el histórico de fallas presentado en el motor y puede ser descargado a través de la conexión de un computador.

De esta forma Cummins de los andes creó el servicio QuickServe o servicio rápido; este servicio atiende las reparaciones menores en un tiempo máximo de 12 horas, con personal altamente capacitado en el diagnóstico de fallas mecánicas y electrónicas, el grupo de técnicos que trabaja en esta área posee software de diagnóstico y herramienta especializada.

Sin embargo era necesario que el vehículo llegara a las instalaciones de Cummins de los Andes o que algún técnico se desplazara hasta el lugar donde se encontraba el equipo junto con el equipo de diagnóstico. Esto toma bastante tiempo lo que genera retrasos en la operación del equipo y adicionalmente se deben dar condiciones de temperatura de motor para poder realizar una conexión exitosa.



2. El centro de control gestiona el evento.
  - 2.1. Se reporta la falla al conductor o al jefe de mantenimiento.
3. Se reporta al ingeniero de mantenimiento de Cumandés.
4. Se abre la orden de trabajo
  - 4.1. Se solicitan los repuestos necesarios.
5. Se realizan las labores de mantenimiento para solucionar la falla.
6. Se llena la hoja de vida del equipo
7. Se revisan las labores realizadas con el ingeniero de mantenimiento de Cumandés
8. Se elimina la falla SGM.
9. Se informa al cliente que se encontró en el equipo.
10. Se elimina la falla del equipo (ECM).
11. Cierre de orden de trabajo.
12. Se realiza el proceso de facturación.

Además de realizar los mantenimientos al motor, la unidad de servicio realiza otras labores como:

Laboratorio de Inyección.

Cuenta con laboratorios de inyección certificados y auditados por Cummins Inc. que le garantiza en las reparaciones del sistema de inyección, el consumo de combustible adecuado y el buen desempeño de el vehículo

Servicio de taller

Diagnóstico, mantenimiento preventivo y correctivo para motores. Enfocado en la optimización de la operación. Asesoría especializada con personal calificado

## 2. MOTOR CUMMINS ISX

El motor Cummins ISX es el motor más popular en sector de transporte de carga del mercado Colombiano. Fue introducido en el año 2002 como un motor de tecnología revolucionaria debido a su modulo de control electrónico que permite leer las variables de desempeño del motor al ser conectado a un computador. Este motor puede ser catalogado como un motor bastante confiable por sus características mecánicas versátiles y fácil mantenimiento.

El motor ISX tiene una cilindrada de 16 litros y potencia de 400 a 600 HP, es turbocargado, el sistema de combustible conformado por inyectores, actuadores y dos bombas, es controlado por el modulo electrónico (ECM, *engine control module*, por sus siglas en inglés), el cual busca la efectividad en el consumo de combustible. Contiene dos ejes de levas: inyectores y válvulas, el de inyectores permite entregar el nivel de combustible a alta presión de acuerdo a las condiciones de operación y el de válvulas es el encargado de sincronizar a parte de las válvulas el freno de motor de acuerdo a la dosificación y las necesidades del sistema de combustible.<sup>2</sup>

Imagen 05. Motor ISX.



---

<sup>2</sup> QuickServe. Módulo profesional de partes.[en línea].  
<https://partspro.cummins.com/partspro/index.php>. 29 junio 2014.

Fuente: QuickServe. Módulo profesional de partes.[en línea].

<https://partspro.cummins.com/partspro/index.php>. 29 junio 2014

Actualmente esta clase de motor es comercializado en vehículos de las marcas International®, Kenworth® y Freightliner, pues es considerado como uno de los más seguros en la configuración del vehículo, pues éste, al comunicarse con la computadora a bordo proporciona información vital para la conducción segura, así como la protección de algunas de las partes usadas en el vehículo.

El motor Cummins ISX después de su debut por primera vez en el año 2001 hasta en la actualidad, ha tenido buena acogida entre los grandes fabricantes de tracto – camiones debido a su eficaz desempeño en labores de trabajo pesado en las carreteras desafiantes para cualquier automotor, es por esto que el fabricante Cummins ha tenido las mejoras de productos de acuerdo a las necesidades y requerimientos de operación, a continuación se detalla algunas características de los componentes del motor que han sido sujeto a mejoras para así entregar un producto de calidad al consumidor:

- El bloque de motor está diseñado para las conexiones métricas por medio de roscas rectas con arosello, dentro de su maquinado se encuentra la cavidad para el enfriador de aceite y así evitar las pérdidas de presión o flujo a través de las galerías que se encuentran en el bloque, de igual forma se encuentra la galería de refrigerante de motor con la que se mantiene la temperatura de operación.
- El cigüeñal está adaptado al bloque por medio de 6 (seis) cojinetes de bancada y 1 (uno) de empuje de bancada que se encuentran en la parte inferior del bloque, lo cual permite mantener la lubricación del cigüeñal en cada giro del mismo.

- Los pistones articulados tienen una forma particular en la corona para que el aire que ingresa a la cámara cree un flujo uniforme para que sea aprovechado en la explosión generada en la cámara; este pistón está acoplado a una biela por medio de un bulón de tipo flotante. Las bielas se mantienen juntas por medio de cuatro tornillos para la adecuada sujeción. Estos pistones están lubricados por medio de las boquillas de enfriamiento ubicadas en la parte inferior del bloque, cerca al cigüeñal, el objetivo de este es mantener la película de lubricación en las camisas mientras el pistón se mueve a lo largo de ella.
- En la parte inferior delantera se encuentra la bomba de engranes, la cual está acoplada al cigüeñal a través de un engrane maquinado en el mismo.
- Las válvulas de admisión y escape se encuentran instaladas en la culata donde son empujadas para abrir por medio de unos balancines accionados por el eje de levas que también está contenido en la culata, las válvulas son selladas por medio de la acción de un resorte y por asientos que se encuentran maquinados en las válvulas y otros instalados en la culata. Se encuentran 4 (cuatro) válvulas por cada cilindro repartidas equitativamente de acuerdo a los servicios de admisión y escape.
- Los ejes de levas tanto de válvulas como el de inyectores se encuentran contenidos en la culata, y estos son movidos gracias a la transmisión de potencia del tren de engranes localizados en la parte frontal del motor. Los ejes de levas accionan el movimiento lineal de las válvulas como de los inyectores, haciendo que estos trabajen de acuerdo al orden de encendido para estas clases de motores.
- El suministro de combustible está dado por el módulo de sistema de combustible integrado, que está conformado por la bomba de levante, sensores

de presión de combustible, actuadores, bomba de engranes, entre otros. Este es considerado el corazón del motor.

- El refrigerante es controlado mecánicamente por medio de los termostatos ubicados cerca al módulo de combustible, lo cual permite que el motor opere de acuerdo a la temperatura diseñada para trabajar, este refrigerante se encuentra impulsado por una bomba de agua que es movida por medio de una correa.
- El sistema de admisión de aire se encuentra conformado por el turbo, el enfriador de carga aire y por el múltiple de admisión, esta cantidad de aire es controlado por el módulo de control electrónico del motor y es protegido por el filtro de aire, para evitar el ingreso de sustancias ajenas al motor.
- El módulo de control electrónico es un dispositivo que controla el funcionamiento del motor ya que este evalúa las condiciones detectadas dentro y fuera del motor para la toma de decisiones, esto con el objeto de entregar la potencia y el torque adecuado para el motor de acuerdo a lo exigido.

## **2.1 MÓDULO DE CONTROL ELECTRÓNICO DE MOTOR ECM<sup>3</sup>**

Los Módulos de Control Electrónico (ECM) son computadoras complejas. Contienen dispositivos de suministro de energía electrónica, unidades de procesamiento central, memoria, circuitos de entrada de sensor y circuitos interruptores de salida. Los módulos de control se comunican con otros controles electrónicos mediante un enlace de datos bi direccional.

Las entradas asociadas con el ECM del motor son típicamente entradas moduladas analógicas, que operan en voltajes de corriente continua de 0

---

<sup>3</sup> El mundo de las máquinas (19 julio 2013). Qué es un módulo de control electrónico. <http://solucionar-problemas-maquinaria.blogspot.com/2013/07/que-es-un-modulo-de-control-electronico.html>. 29 junio 2014

a 5 voltios. El ECM mide las entradas de los diferentes sensores, procesa las entradas y, entonces, provee una señal apropiada de salida para controlar las funciones específicas del motor. Los ECM de los motores de modelos anteriores contenían módulos de personalidad de “conexión automática” para la programación de los valores del motor, fallas registradas, etc. En los ECM más recientes se usa un método de programación Flash, mediante software y un enlace de datos.

Imagen 06. ECM (Engine Computer Module)



Fuente: QuickServe. Módulo profesional de partes.[en línea].  
<https://partspro.cummins.com/partspro/index.php>. 29 junio 2014.

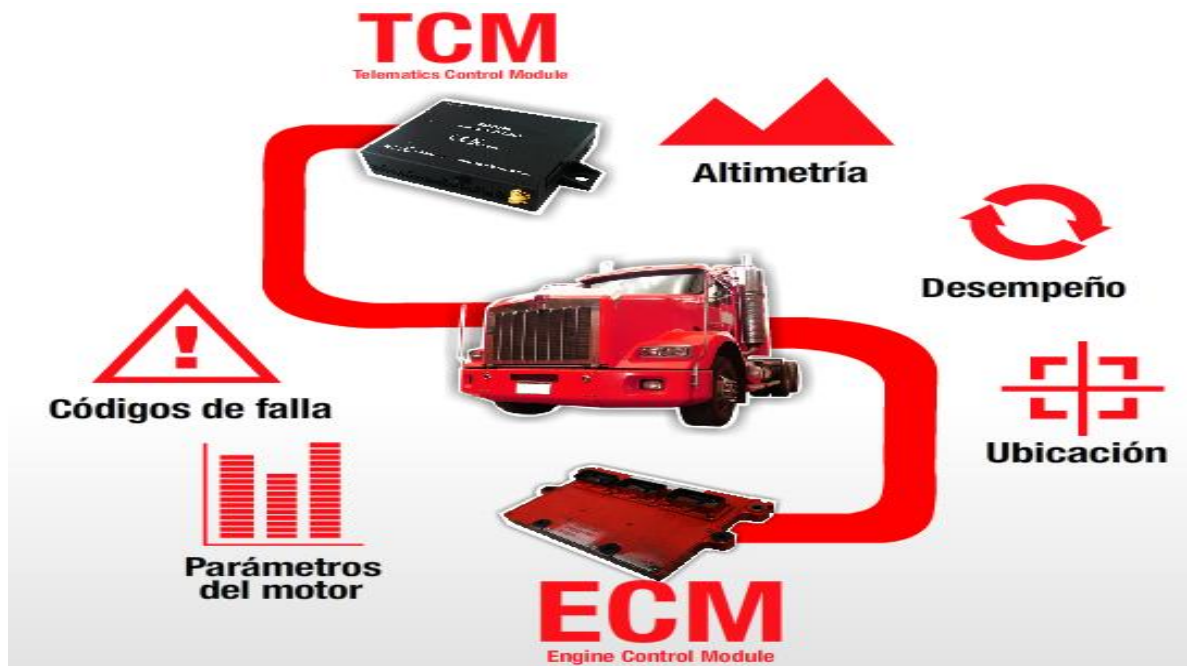
Durante la pasada década, avanzados diseños de motor han jugado un papel importante en el mejoramiento de la operación de motores Diesel. Requerimientos más estrictos de los clientes de rendimiento con nuevos estándares para producir cada vez menor cantidad de emisiones han requerido controles de motor más sofisticados.

## 2.2 MÓDULO DE TELEMETRÍA

El TCM es un computador que se instala en el equipo con el fin de leer las variables del motor y carrocería para interpretarlas y comunicarlas en tiempo real enviando la información vía satelital, WiFi o GPRS. Este computador es el encargado de traducir el protocolo de información J1939 para procesar la información y de este modo validar los parámetros establecidos y emitir señales de mala operación o fallas que se presenten en el equipo.

Este computador funciona como GPS (*Global Position System* por sus siglas en Inglés) permitiendo identificar la posición del equipo en el momento que se presente una mala operación o una falla.

Imagen 07. Descripción de funcionamiento y conexión del TCM.



Fuente: Organización Equitel. (25 jun 2014, a las 11:50.) [www.equitel.com.co](http://www.equitel.com.co)

El FM 3306 (sin batería de respaldo) y el FM 3316 (con batería de respaldo) son Computadores de Abordo OBC usados para la administración y supervisión de desempeño de flotas de vehículos y conductores. El OBC permite monitorear remotamente el desempeño de un vehículo, los datos son guardados segundo a segundo junto con los detalles del viaje y las violaciones de conducción, a disposición del administrador de la flota en tiempo real.

### **Funcionalidad**

- Estándar de comunicación CAN con modulo electrónico del vehículo (únicamente para protocolos J1939, J1708 y J1587).
- Control de acceso al vehículo: Una llave es usada para identificar y verificar el conductor. La interrupción opcional del encendido del vehículo puede ser usada para inmovilizar el vehículo hasta el momento en que el conductor inserte una llave de conductor autorizada.
- Grabación de datos de viaje: El estándar incluye los datos registrados de fecha y hora, distancia y tiempo de recorrido, la velocidad, RPM, horas de motor, combustible utilizado, inicio del viaje, hora de salida, hora de finalización, nombre del conductor, identificación del conductor y identificación del vehículo.
- Monitoreo de eventos y violaciones: Estándar de eventos de violación como Exceso de velocidad, exceso de RPM, Conducción en banda verde, Frenada brusca, aceleración brusca, Mínima excesiva, Exceso de tiempo de conducción.
- Grafico de señales segundo a segundo: La situación de la velocidad y RPM se registra cada segundo. Esto proporciona una valiosa información en el análisis de accidentes.

- Medición real de velocidad y RPM. Opcional la medición de velocidad por GPS. Medición de velocidad, RPM y consumo de combustible por comunicación CAN.
- Configuración abierta para reporte de eventos personalizados. Monitoreo y reporte de eventos particulares como botón de pánico, apertura de puertas, temperatura, presión.
- Herramientas: Licencias y servicios, comunicación y mensajería, reportes vía e-mail, administración de locaciones.
- Reportes de administración de flota: Diagrama de actividades, estatus del vehículo, reporte de viajes, reporte detallado de eventos, reporte de movimientos.
- Permite la conexión de hasta ocho señales análogas o digitales como son: Apertura de puertas, botón de pánico, aplicación del pedal de freno, accionamiento de limpiabrisas, encendido de luces, etc.
- Comunicación GPS, GSM, Wireless LAN, Radiofrecuencia, FM Satamatics.
- Configuración abierta para conexión de dispositivos.
- Permite la configuración de alarmas audibles para reporte de eventos al operador del vehículo.
- Permite la utilización de la salida a relé que es un sistema de tierra flotante al cual se pueden conectar dispositivos como Led, bombillos, relés, etc.
- Administración de periodos de transmisión: Es posible controlar la operación del OBC en función del voltaje de operación y los distintos estados de operación.

- En viaje.
  - Fuera de viaje.
  - En modo Sleep.
- 
- Batería de respaldo: Está equipado con una batería de respaldo interna de 3,6 VDC de 1700 A/h, que ofrece seguridad adicional haciendo posible el seguimiento a través de posicionamiento GPS, incluso si el vehículo se ha desconectado de la batería principal. La batería empieza a funcionar tan pronto como el suministro a la batería principal se corta. FM 3306 no incluye el suministro de la batería de respaldo.
  
  - Monitoreo de parámetros en modalidad de comunicación CAN: Velocidad, RPM, consumo de combustible, nivel tanque de combustible, PTO, nivel bajo de refrigerante, temperatura del refrigerante alta, presión baja de aceite, Clutch sobre cargado, máximo peso por del eje, aplicación de frenos, aplicación del Clutch, total de horas del motor, distancia de odómetro hasta el próximo servicio, reconocimiento TCO de manejo, TCO exceso de velocidad del TCO e indicador de dirección del TCO. (Estas señales pueden ser monitoreadas siempre y cuando el ECM y el protocolo de comunicación utilizado en el vehículo almacene dichos parámetros). El monitoreo de estas señales está restringido a su disponibilidad en el protocolo de comunicación de cada vehículo.

### **Características técnicas**

- Rango de voltaje 9 VDC a 33 VDC.
  
- Consumo.

- En viaje (Consumo de 100 mA).
- Fuera de viaje (Consumo de 70 mA).
- En modo Sleep (Consumo de 3 mA).
  
- Batería de respaldo (FM 3316) de 3.6VDC 1700 mA/h.
  
- Reloj de tiempo real independiente de la batería de respaldo.
  
- 8 entradas análogas o digitales (Configurables).
  
- Puerto de comunicación CAN / J1939.
  
- Puerto de comunicación J1587 / J1708.
  
- 3 entradas de frecuencia (Velocidad, RPM, Medición de consumo de combustible).
  
- 1 puertos serial RS232 (para soportar dispositivos seriales opcionales).
  
- Zumbador.
  
- Salida a relé.

Tabla 01. Listado de variables que monitorea el TCM.

<b>PROGRAMA QSRT</b>	
<b>Variables a monitorear/Motor Cummins</b>	<b>ISX</b>
Posición GPS	X
Altimetría	X
Códigos de falla del motor	X
Velocidad del vehículo	X
RPM- Velocidad del Motor	X
Presión de aceite	X
Temperatura de refrigerante	X
Temperatura del múltiple de admisión	X
Presión del múltiple de admisión	X
Presión de aire ambiente/Presión barométrica	X
Posición del acelerador	X
% Torque de motor	X
Voltaje de la batería	X
Distancia recorrida	X
Temperatura de aceite	X
Horas del motor	X
Estado del ventilador	X

## 2.3 PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO<sup>4</sup>

Esta clase de parámetros de funcionamiento del motor Cummins ISX® tuvieron que ser ajustados de acuerdo a las condiciones dadas por la topografía nacional, a la operación y prácticas de mantenimiento que son actualmente usadas dentro del territorio Colombiano; vale la pena mencionar que las características que se nombraran están sujetas a la información confidencial de la unidad de ingeniería de Cummins® para sus distribuidores, por lo tanto no será publicada en su totalidad. Los parámetros que se mostraran a continuación son necesarios para la correcta operación del motor (para una velocidad gobernada de @ 1800 Rpm):

- Velocidad gobernada de 1800 Rpm y torque disponible de acople 1780 N · m
- Temperatura del aire ingresado en el múltiple de admisión: °C<sub>Ambiente</sub> + 11°C (Aproximadamente).
- Restricción de aire (perdidas de presión) en el múltiple de admisión con filtro limpio: 10 in H<sub>2</sub>O
- Presión de salida de gases en el múltiple de escape: 40 in H<sub>2</sub>O
- Máxima temperatura permisible de entrada de combustible: 71°C
- Caudal de ingreso de aire: 36 Kg/min
- Caudal de salida de gases: 1047 L/seg
- Temperatura de gases de escape: 369 °C
- Consumo de combustible de operación (velocidad gobernada de @ 1800 Rpm): 67 Kg/hr
- Presión de bomba de combustible: aproximadamente 100 Psi (en marcha), 230 – 274 Psi (en ralentí) y 275 – 300 Psi (a 2000 RPM).
- Cumplimiento de emisiones: de acuerdo a la norma EPA 98
- Temperatura de operación del refrigerante: 107 °C
- Rango de presión de aceite en velocidad gobernada: 241 – 276 KPa

---

<sup>4</sup> QuickServe On line (27 marzo 2014). Manual de servio Cummins para motores ISX.[en línea] <https://quickserve.cummins.com/qs3/portal/service/manual/es/es3150971/>. 29 jun 2014.

### **3. PROGRAMA QSRT – QUICK SERVE REAL TIME**

QSRT surgió por la necesidad de optimizar la operación de los clientes de la Organización Equitel y con el fin de aumentar la productividad y al mismo tiempo, proteger la inversión de los transportadores reflejada en sus vehículos.

Quick Serve Real Time es un programa novedoso diseñado por Cummins de los Andes, con el fin de dar una evolución al mantenimiento al equipo de transporte en Colombia. El programa de mantenimiento en tiempo real es una solución innovadora que permite anticipar y predecir fallas en su motor electrónico para reaccionar de manera inmediata, vía celular o presencial, con el propósito de mejorar la disponibilidad de sus vehículos reducir sus costos de mantenimiento y combustible, además esta solución que permite visualizar y analizar las variables de operación del motor y sus respectivos códigos de falla para tomar acciones proactivas en el diagnóstico.

Cuenta con un avanzado módulo de gestión de combustible que integra la operación del motor, lo cual lo hace el más completo del mercado, ya que se obtiene información automática de rutas, distancias, galones consumidos y rendimientos, los cuales se correlacionan con las principales variables del motor que afectan el consumo de combustible, permitiendo identificar vehículos que requieren un plan de acción asesorado.

Los objetivos de QSRT son:

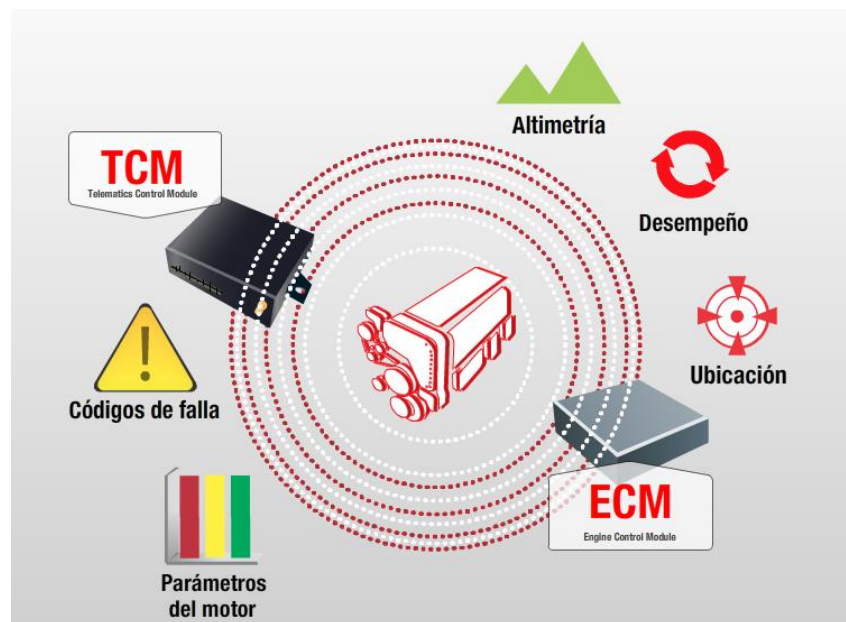
- El vehículo siempre debe estar en movimiento.
- Eficiencia en el consumo de combustible.
- Evitar daños graves del motor.
- No tener varadas en carretera.
- Incremento en la disponibilidad y confiabilidad de la flota.

- Almacenar datos de la operación del vehículo.

QuickServeRT se instala en el motor electrónico y a través de ECM y TCM transmite el estado de las variables críticas vía GPRS cada 30 segundos al centro de gestión, en tiempo real. Técnicos e ingenieros reciben las pre alarmas y códigos de falla facilitando la reacción eficiente aún antes de que la falla suceda.

En caso que el incidente requiera atención en carretera o taller, este se realiza en un tiempo óptimo gracias al diagnóstico previo obtenido por nuestros técnicos en el centro de gestión.

Imagen 08. Funcionamiento de QSRT.



Fuente: Organización Equitel. (25 jun 2014, a las 11:50.) [www.equitel.com.co](http://www.equitel.com.co)

### 3.1 GESTIÓN CENTRO DE CONTROL QSRT

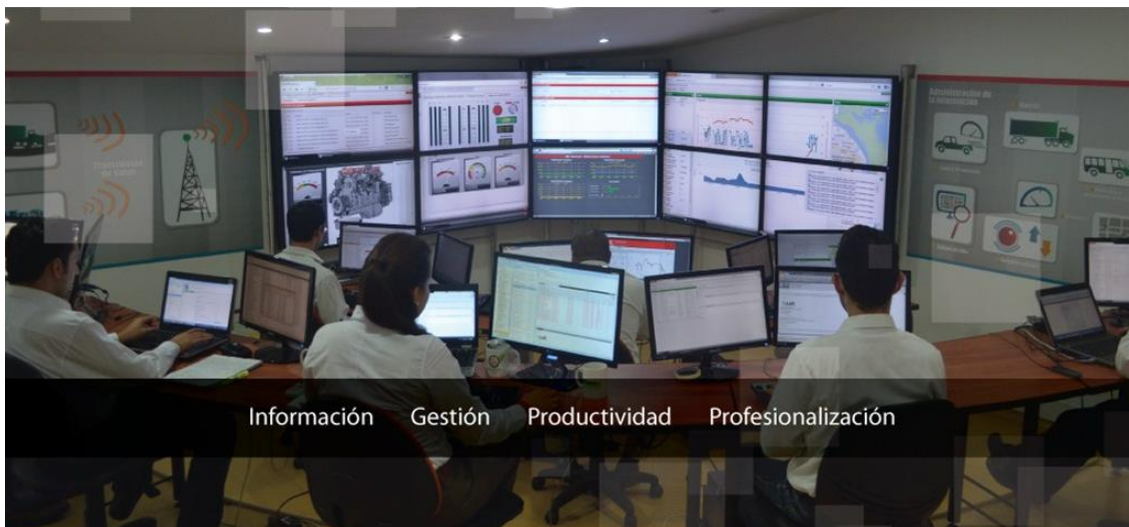
El centro de gestión de QSRT está compuesto por un grupo interdisciplinario de profesionales en el cual se encuentran ingenieros mecánicos, ingenieros eléctricos

y por supuesto técnicos certificados para la atención inmediata de las fallas reportadas por el motor en tiempo real.

Este grupo de profesionales trabaja 7X24 con el fin de monitorear permanentemente la información recibida por toda la comunidad afiliada a este programa.

QSRT está montado sobre una plataforma que permite tener el control de los eventos por fecha y hora y establece alarmas enviadas directamente al centro de control y al cliente, con el fin de prevenir que una simple falla se convierta en una falla catastrófica en la vida útil del motor.

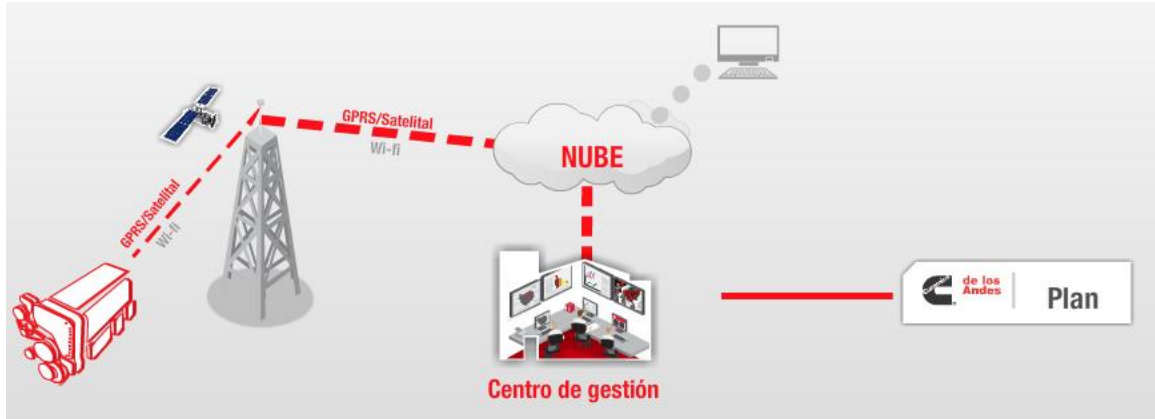
Imagen 09. Centro de control QSRT oficinas sede norte Equitel.



Fuente: Organización Equitel. (25 jun 2014, a las 11:50.) [www.equitel.com.co](http://www.equitel.com.co)

La plataforma de QSRT adicionalmente permite establecer comparaciones gráficas y numéricas entre una o más variables para poder realizar análisis de falla mucho más efectivos y que puedan relacionar los diferentes sistemas del motor; es por esto que además de reportar las fallas o códigos de falla, permite establecer impactos que anteriormente era muy complicado construir.

Imagen 10. Descripción del manejo de la información QSRT.



Fuente: Organización Equitel. (25 jun 2014, a las 11:50.) [www.equitel.com.co](http://www.equitel.com.co)

El manejo de la información que transmiten los equipos móviles es manejada vía GPRS, WIFI, o satelitalmente utilizando las plataformas que tiene actualmente la infraestructura de comunicaciones del país o la infraestructura propia del usuario. Esta información es conducida a una nube en donde se puede acceder con un usuario y una contraseña personalizada o a través del centro de control.

El manejo de la información de los 1800 equipos que hoy en día conforman la comunidad QSRT es manejada a través del SGM (sistema de gestión de mantenimiento), en donde aparece la lista del total de equipos, los equipos con fallas críticas y los equipos con pre alarmas.

Imagen 11. Sistema de gestión de mantenimiento SGM

The screenshot displays the QuickServeRT interface with a red header. The main content area is divided into several sections:

- Equipment status:** A table listing various pieces of equipment with columns for Status, Customer, Customer unit number, Engine, OEM, and Actions.
- Equipment with Fault Codes or Warnings:** A table showing a specific fault code (IBX362) for a Kenworth engine (ISX CM570).
- Open Events:** A table showing an event for customer unit IBX362, with a description related to the engine oil preparation.

Status	Customer	Customer unit number	Engine	OEM	Actions
▶	COL CEMEX K...	TBZ404	ISX CM570	Kenworth	⊗
▶	COL CEMEX K...	SXO855	ISX CM570	Kenworth	⊗
▶	COL CEMEX K...	TAY740	ISX CM570	Kenworth	⊗
▶	COL CEMEX K...	SAK741	ISC CM850	Kenworth	⊗
▶	COL CEMEX K...	SAK742	ISC CM850	Kenworth	⊗
▶	COL CEMEX K...	SAK743	ISC CM850	Kenworth	⊗
▶	COL CEMEX B...	TTO125	ISX CM570	International	⊗
▶	COL CEMEX P...	TFF909	ISX CM570	International	⊗
▶	COL CEMEX IN...	ICK684	ISX CM570	International	⊗
▶	COL CEMEX IN...	TAZ077	ISX CM570	International	⊗
▶	COL CEMEX IN...	ICK416	ISX CM570	International	⊗
▶	COL CEMEX IN...	ICK420	ISX CM570	International	⊗
▶	COL CEMEX IN...	ICK673	ISX CM570	International	⊗
▶	COL CEMEX IN...	ICK686	ISX CM570	International	⊗
▶	COL CEMEX IN...	TAZ071	ISX CM570	International	⊗
▶	COL CEMEX IN...	TAZ074	ISX CM570	International	⊗
▶	COL CEMEX IN...	UFR397	ISM CM570	International	⊗
▶	COL CEMEX P...	TFF934	ISX CM570	International	⊗
▶	COL CEMEX P...	TFF935	ISX CM570	International	⊗

Status	Customer	Customer unit number	Engine	OEM	Actions
⊗	COL CEMEX K...	IBX362	ISX CM570	Kenworth	⊗

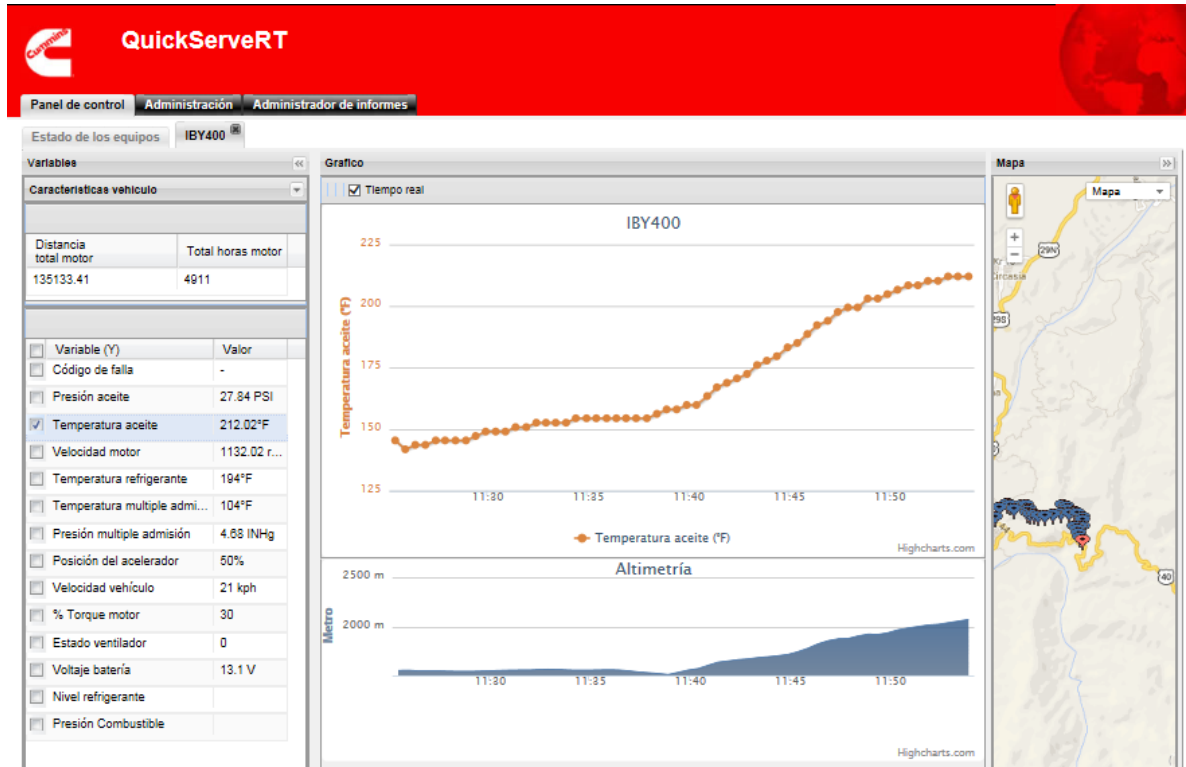
  

Customer unit number	Program	Time (hh: mm: ss)	Description	Date
IBX362	Reaction	00:12:57	_CANENGINEOILPRE...	2014-07-07 1...

Fuente: QSRT Online. (25 jun 2014, a las 13:50.) qsrtaamazon.cummandes.com

## TEMPERATURA ACEITE DE MOTOR – ENGINE OIL

Imagen 12. Comportamiento de temperatura de aceite del motor.



Fuente: QSRT Online. (25 jun 2014, a las 13:50.) [qsrtamazon.cummandes.com](http://qsrtamazon.cummandes.com)

Variable de temperatura medida en °F (grados Fahrenheit)

Ideal: 235 °F

Por encima:

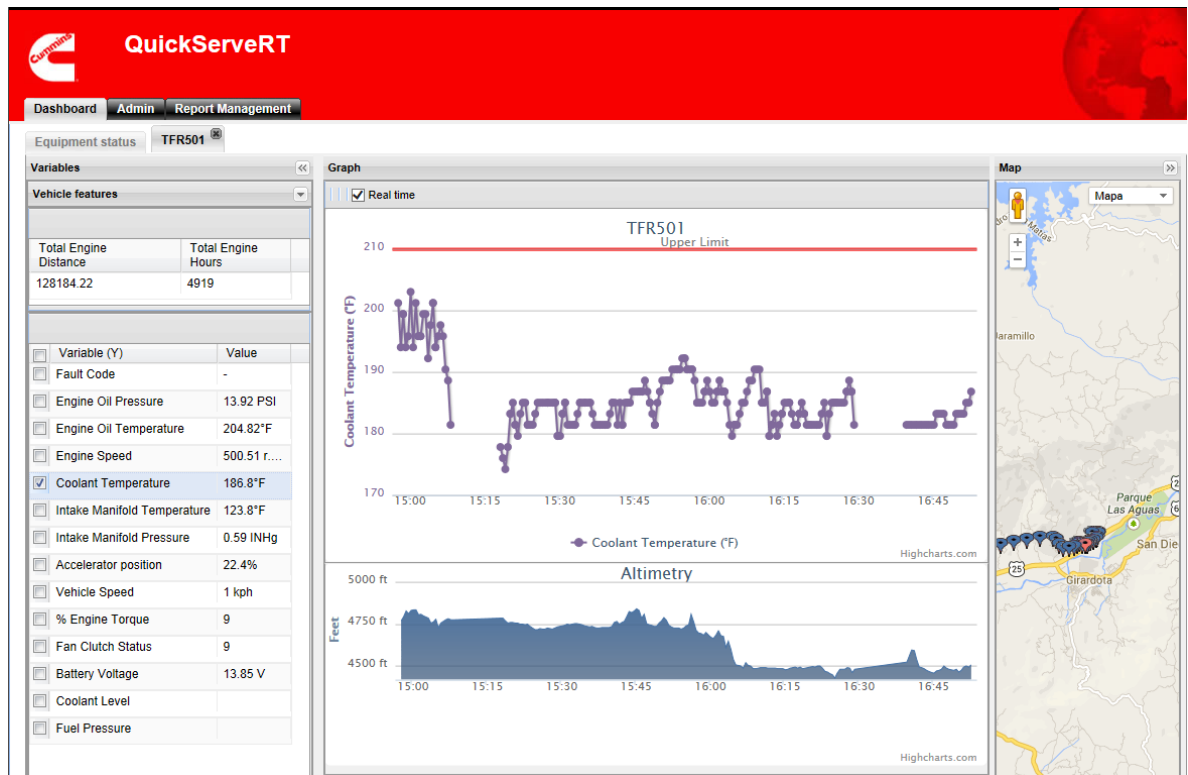
El aceite pierde propiedades lubricantes y su fluidez aumenta, generando desgaste interno del motor, puede ocurrir contacto metal con metal, lo que generaría daños graves en pistones, camisas y la posibilidad de dañar el cigüeñal.

Por debajo:

El aceite no fluye correctamente, altas presiones y restricción de flujo de aceite.

## TEMPERATURA DEL REFRIGERANTE – COOLANT TEMPERATURE

Imagen 13. Comportamiento de la temperatura del refrigerante del motor.



Fuente: QSRT Online. (25 jun 2014, a las 13:47.) qsrtaamazon.cummandes.com

Variable de temperatura medida en °F (grados Fahrenheit)

Ideal: 220 °F

Por encima:

Se corre el riesgo de fundir el motor, activar protección de motor lo cual derratea potencia, puede ocurrir una dilatación térmica de los pistones, lo que crea recostamiento de pistones sobre las camisas.

Por debajo:

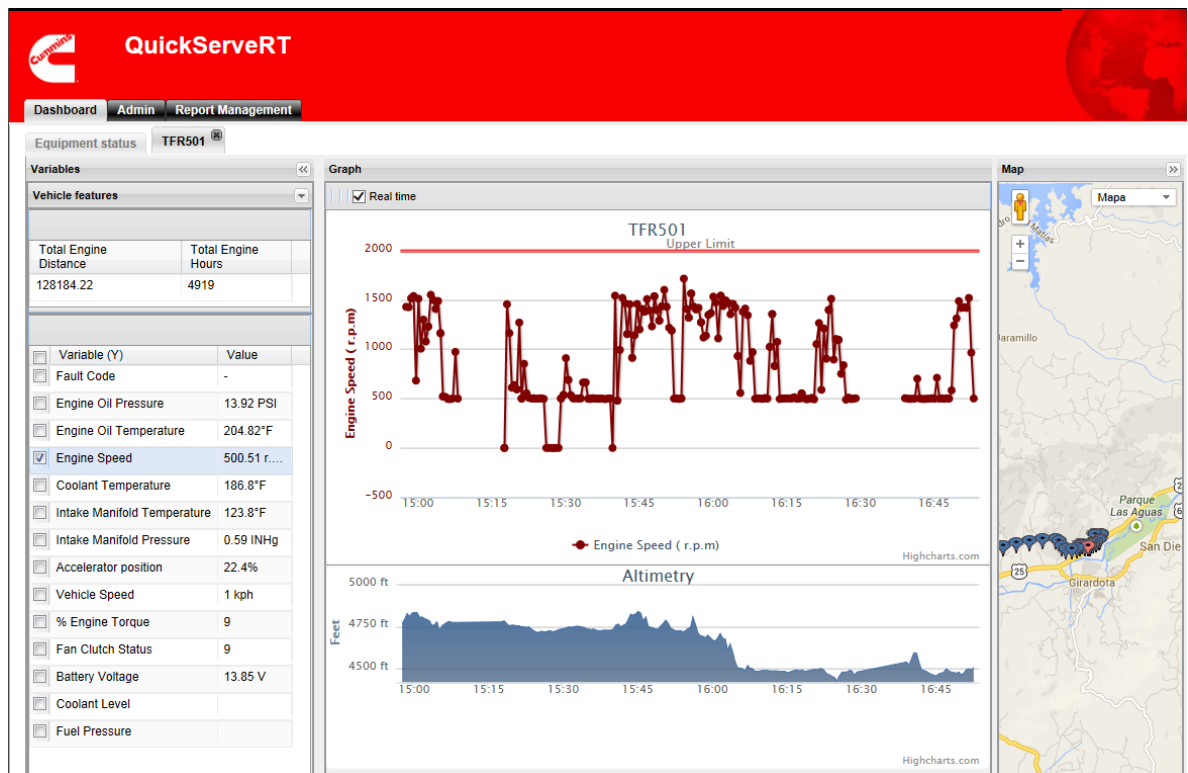
Si esta temperatura es muy baja en operación por debajo de 160 F, la combustión no será óptima y el combustible no se quema completamente lo cual se refleja en baja entrega de potencia y alto consumo de combustible.

Observaciones:

Si la temperatura de refrigerante se mantiene alta, el ventilador se activa con más frecuencia, lo que genera pérdida de potencia del motor, y alto consumo de combustible. Cuando el ventilador se activa, el consumo de combustible se incrementa hasta un 12%.

## VELOCIDAD DEL MOTOR – ENGINE SPEED

Imagen 14. Comportamiento de la velocidad del motor.



Fuente: QSRT Online. (25 jun 2014, a las 13:54.) qsrtaamazon.cummandes.com

Variable de velocidad angular medida en RPM (Revoluciones Por Minuto)

Óptimo: 1400-1800.

Máximo: 2000.

Por encima:

Desgaste prematuro del motor, se corre el riesgo de dañar los arboles de levas de válvulas y de inyectores.

Por debajo:

No se aprovecha la potencia y torque del motor.

Observaciones:

En descenso, superar las 2000RPM genera el riesgo de perder la velocidad del motor, por lo tanto del vehículo, generando siniestro, además de un desgaste excesivo y falla súbita de los componentes del motor.

## TEMPERATURA AIRE DE ADMISIÓN – INTAKE MANIFOLD TEMPERATURE

Imagen 15. Comportamiento de la temperatura de aire de admisión.



Fuente: QSRT Online. (25 jun 2014, a las 13:58.) [qsrtamazon.cummandes.com](http://qsrtamazon.cummandes.com)

Variable de temperatura medida en °F (grados Fahrenheit)

Ideal: 197 °F

Por encima:

La combustión no se produce de manera óptima, ya que a mayor temperatura, habrá menos cantidad de oxígeno por unidad de volumen, por lo tanto la combustión es pobre, y hay alto consumo de combustible.

Por debajo:

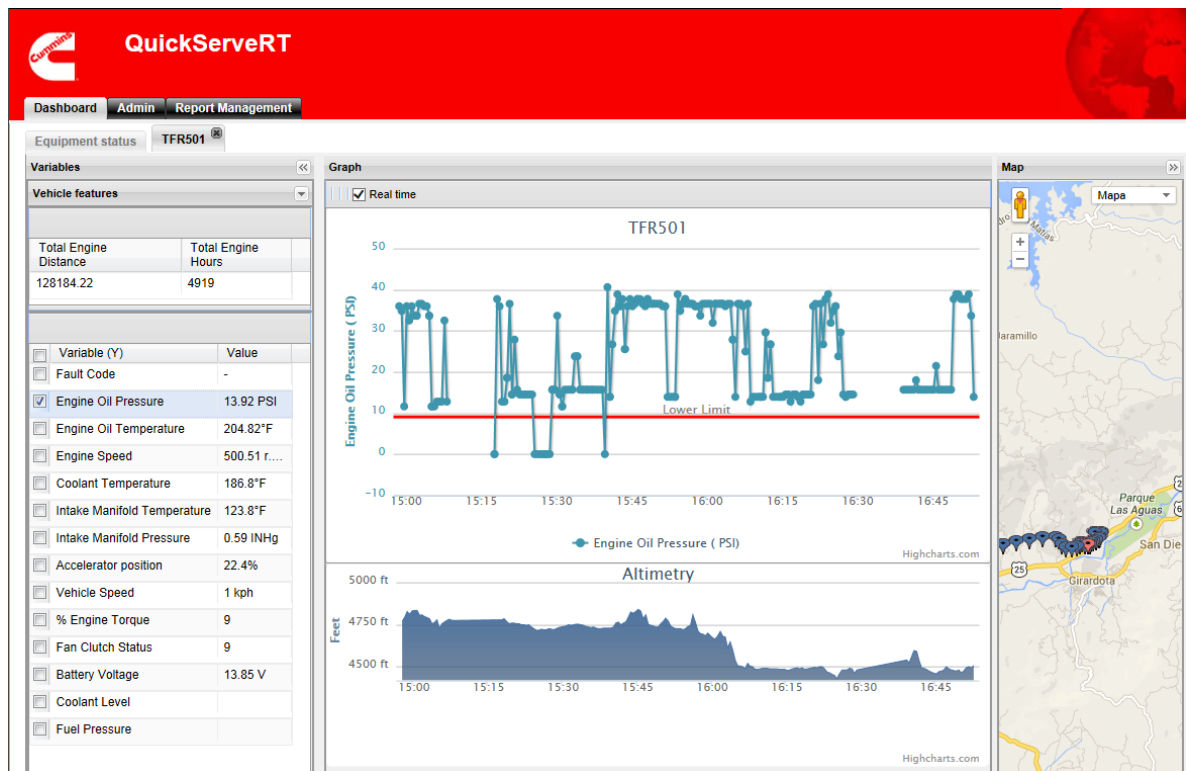
En valores muy bajos puede causar que no se alcance una temperatura de encendido por compresión óptima, lo que se refleja en alto consumo de combustible y pérdida de potencia.

Observaciones:

Un valor muy por encima de esta variable, haría que el ventilador se activara con más frecuencia, lo que genera pérdida de potencia del motor, y alto consumo de combustible. Cuando el ventilador se activa, el consumo de combustible se incrementa hasta un 12%

## PRESIÓN DE ACEITE DE MOTOR – ENGINE OIL PRESSURE

Imagen 16. Comportamiento de presión de aceite del motor



Fuente: QSRT Online. (25 jun 2014, a las 14:05.) [qsrtamazon.cummandes.com](http://qsrtamazon.cummandes.com)

Variable de presión medida en PSI (Libras por pie cuadrado)

Ideal: 10 a R.P.M mínimas 30 a velocidad nominal

Por encima:

Normal, el sistema cuenta con válvula de alivio de presión con descarga al cárter para evitar una sobrepresión que dañe la bomba y fundición bloque

Por debajo:

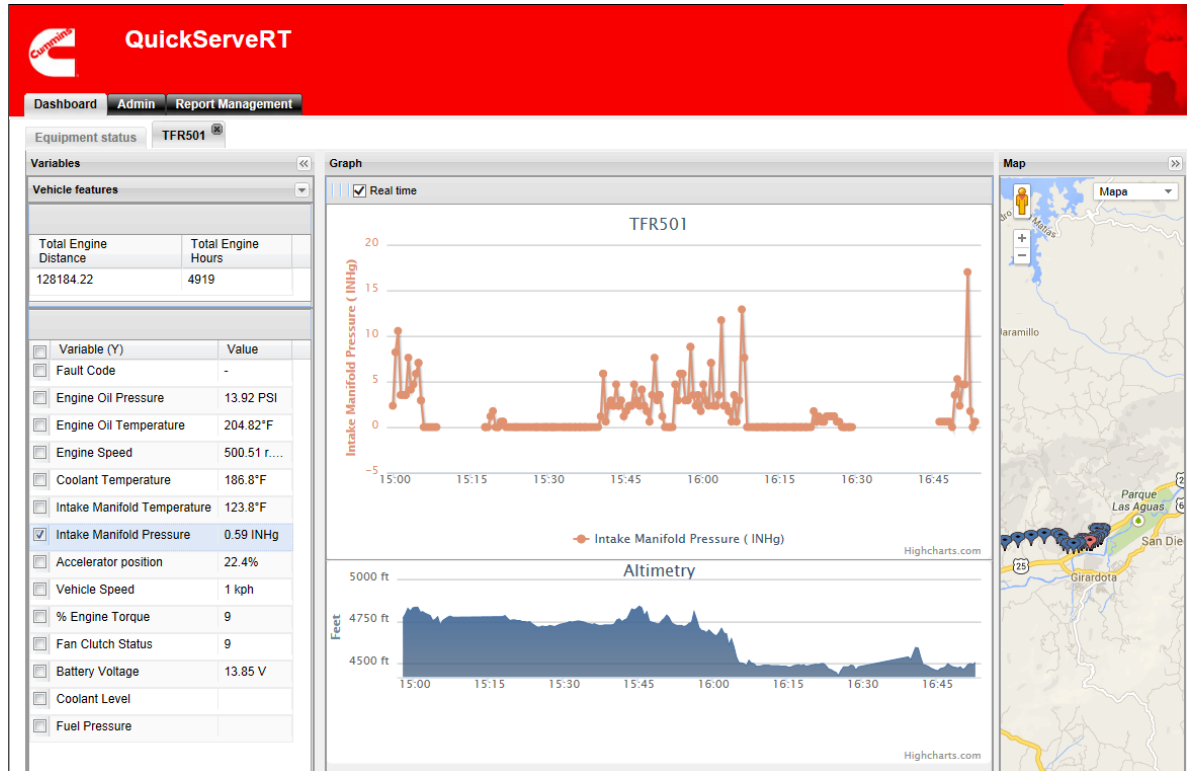
Riesgo de generar desgaste severo a los componentes internos del motor puede ocurrir contacto metal con metal, lo que generaría daños graves en pistones, camisas, girado de casquetes y la posibilidad de torcer el cigüeñal.

Observaciones:

La presión de aceite va en función de las RPM, sin embargo no debe ser menor a 10psi.

## PRESIÓN DE AIRE DE ADMISIÓN – INTAKE MANIFOLD PRESSURE

Imagen 17. Comportamiento de la presión de aire de admisión.



Fuente: QSRT Online. (25 jun 2014, a las 10:45.) qsrtaamazon.cummandes.com

Variable de presión medida en INHg (Pulgadas de mercurio)

Ideal: 56 a máxima carga

Por encima:

Sobredosificación de combustible/alto consumo de combustible/ temperatura de refrigerante por encima de lo normal.

Si la presión se excede, puede generar fracturas en el pistón por la sobrepresión causada en la cámara de combustión.

Por debajo:

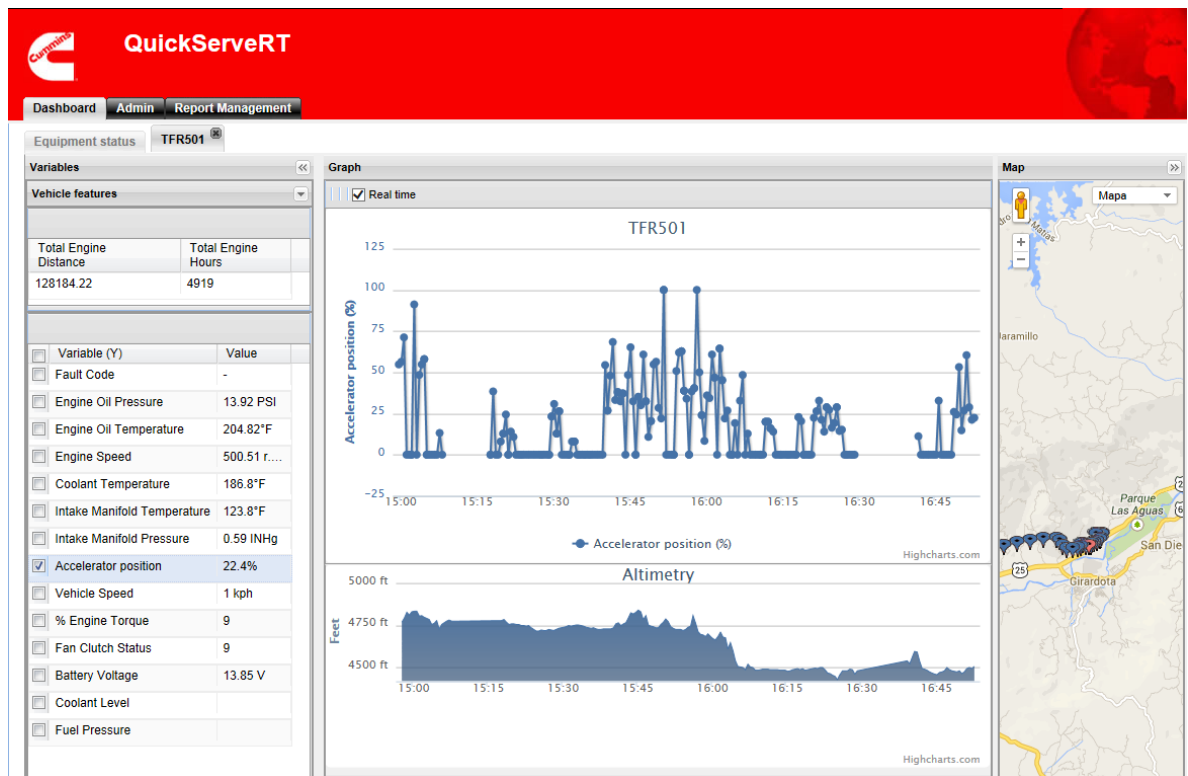
Baja entrega de potencia/ alto consumo de combustible.

Observaciones:

Esta variable depende de la calibración de entrega de combustible del motor.

## POSICIÓN DEL ACELERADOR – ACCELERATOR POSITION

Imagen 18. Comportamiento de la posición del acelerador.



Fuente: QSRT Online. (25 jun 2014, a las 10:35.) qsrtaamazon.cummandes.com

Variable medida %

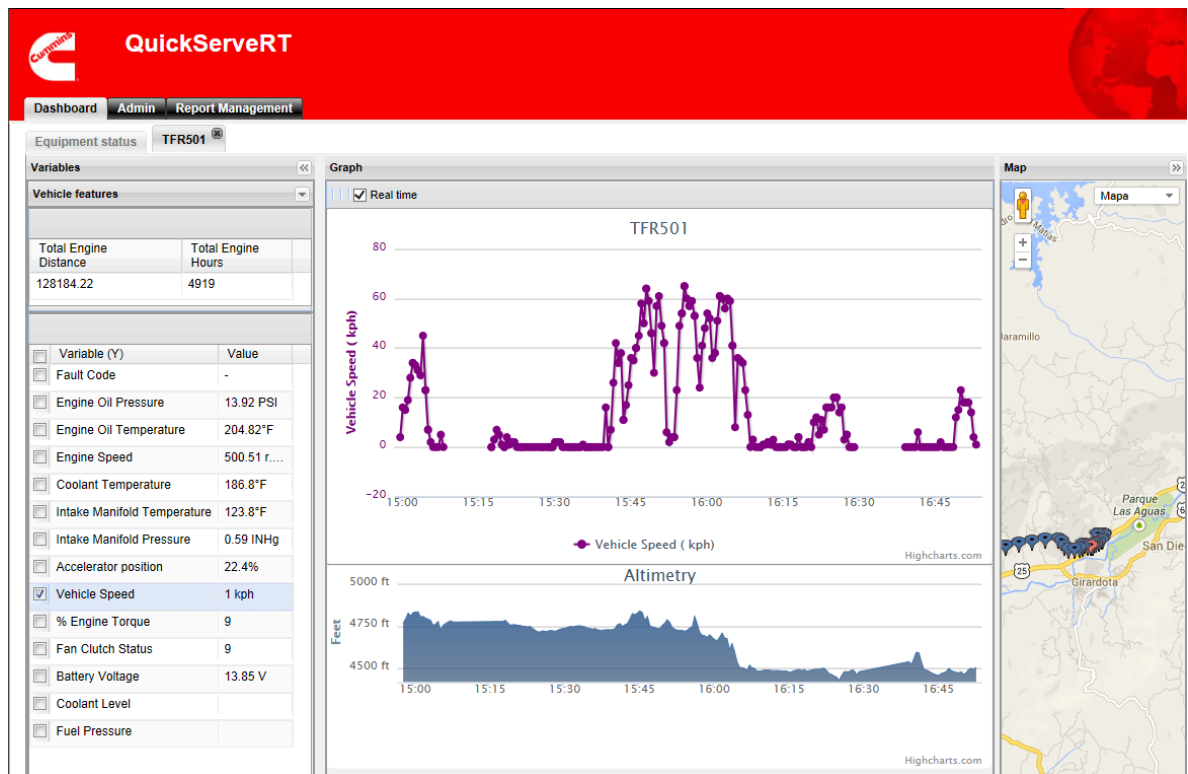
Ideal: 0-100%

Observaciones:

Este parámetro es de gran utilidad a la hora de diagnosticar problemas en el sensor de posición y potenciómetro del acelerador. Si se tiene un mal funcionamiento de este elemento, el motor podría no acelerar al 100% de su capacidad, o generar altas RPM en ralentí, así como aceleraciones súbitas.

## VELOCIDAD DEL VEHÍCULO – VEHICLE SPEED

Imagen 19. Comportamiento de la velocidad del vehículo.



Fuente: QSRT Online. (25 jun 2014, a las 10:40.) qsrtaamazon.cummandes.com

Variable de velocidad medida en Kph (Kilómetros por hora)

Ideal: 0-80

Por encima:

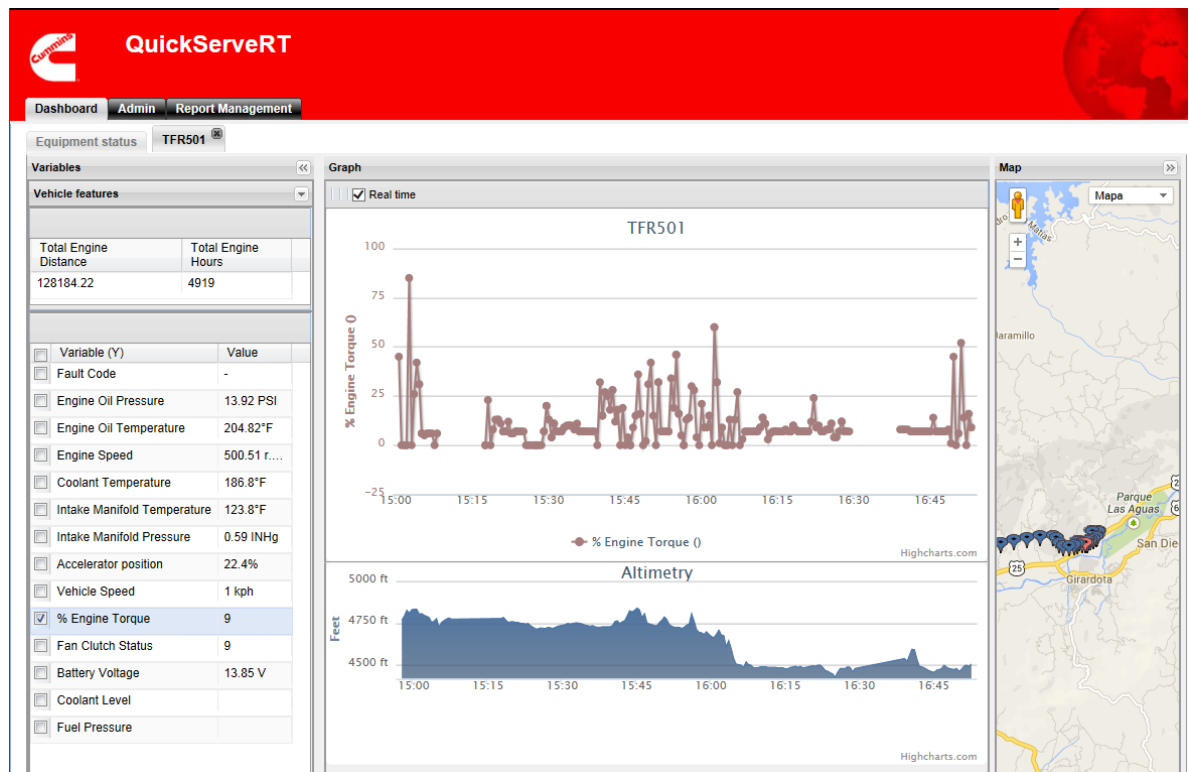
La alta velocidad genera alto consumo de combustible, pues aproximadamente se pierde 1Km/gal de rendimiento por cada 10 km/h de exceso por encima de 80 km/h.

Observaciones:

La velocidad máxima es definida por el usuario.

## % TORQUE DEL MOTOR – % ENGINE TORQUE

Imagen 20. Comportamiento del torque de motor (%).



Fuente: QSRT Online. (25 jun 2014, a las 10:30.) qsrtamazon.cummandes.com

Variable medida en %

Ideal: 0-100%

Por debajo:

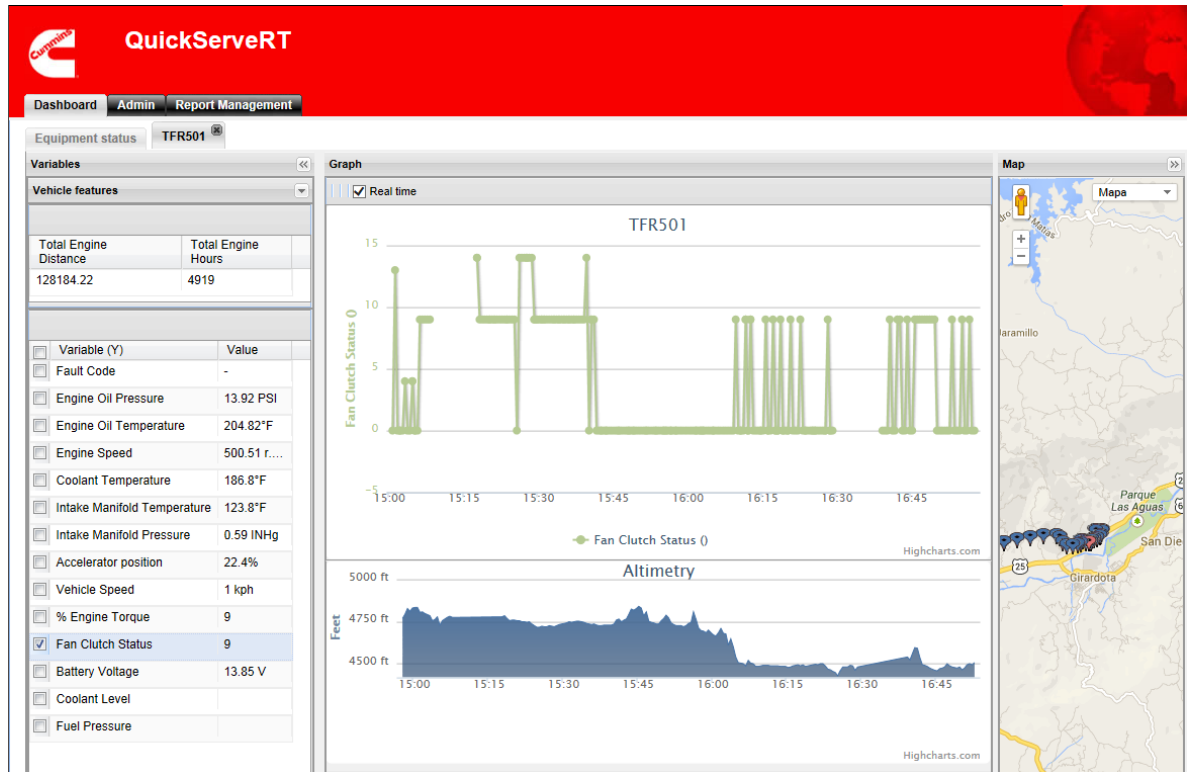
Si el equipo presenta valores de torque por debajo del 100% a plena carga, no está entregando su mejor rendimiento, lo que se traduce en pérdida de potencia y alto consumo de combustible.

Observaciones:

El torque está directamente relacionado a la capacidad del vehículo para subir una pendiente, entre más bajo sea este valor, será más difícil subir la pendiente. También se puede diagnosticar cargas parasitas del sistema de embrague cuando el motor esta en vacío.

## ESTADO DEL EMBRAGUE DEL VENTILADOR – FAN CLUTCH STATUS

Imagen 21. Estado del fan clutch del motor.



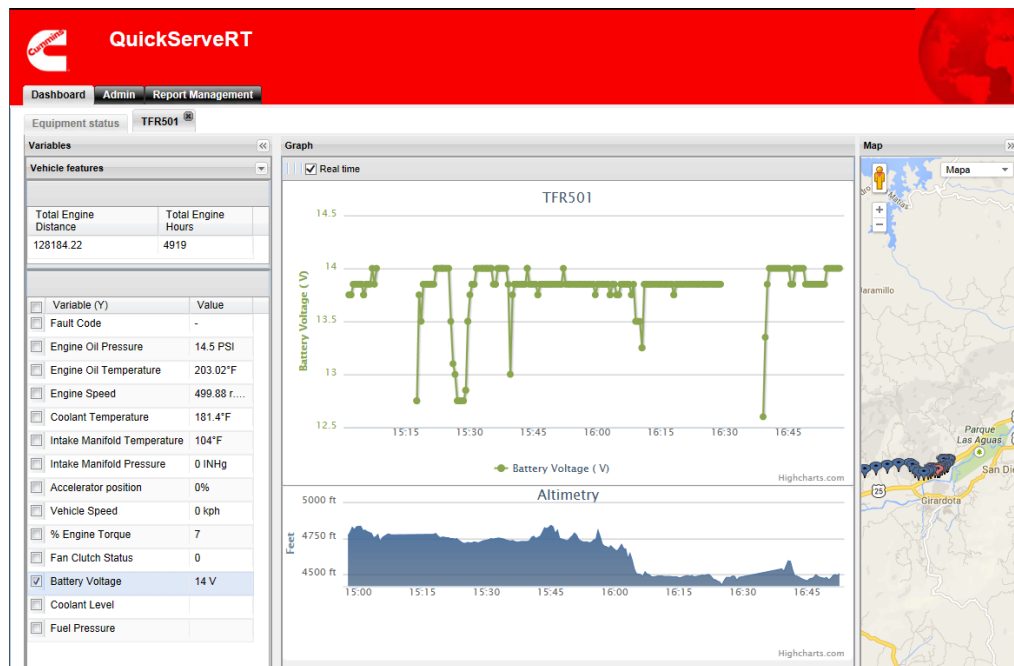
Fuente: QSRT Online. (25 jun 2014, a las 10:15.) qsrtaamazon.cummandes.com

Observaciones:

El fan clutch siempre debe ser activado automáticamente ya sea por alta temperatura de refrigerante, alta temperatura aire de admisión, alta presión aire acondicionado, freno motor o modo manual. El ventilador consume hasta un 12% de combustible.

## VOLTAJE DE LA BATERÍA – BATTERY VOLTAGE

Imagen 22. Comportamiento del voltaje de la batería.



Fuente: QSRT Online. (25 jun 2014, a las 11:15.) qsrtaamazon.cummandes.com

Variable de potencial eléctrico medida en V (Voltios)

Ideal: >12,45 V

Por encima:

El voltaje siempre debe ser mayor al valor ideal, de lo contrario el motor no arrancará.

Observaciones:

Este valor es útil a la hora de diagnosticar el estado de la batería, por una batería descargada se puede inhabilitar el vehículo

### **PRESIÓN ATMOSFÉRICA (En Colombia) – AMBIENT AIR PRESURE**

Variable de presión medida en InHg (Pulgadas de mercurio)

Máxima: 30

Mínima: 22

Por encima:

La máxima presión se logra al nivel del mar, por lo tanto es muy poco probable que este valor sea excedido.

Por debajo:

El motor pierde porcentualmente potencia al disminuir la presión barométrica.

Observaciones:

Este valor es tomado por el ECM para realizar la mezcla, en caso de que se tome una mala lectura por falla del sensor, la mezcla será inadecuada, reflejada en un alto consumo de combustible y pérdida de potencia.

### **CÓDIGOS DE FALLA MÚLTIPLES – MULTIPLE FAULT CODES**

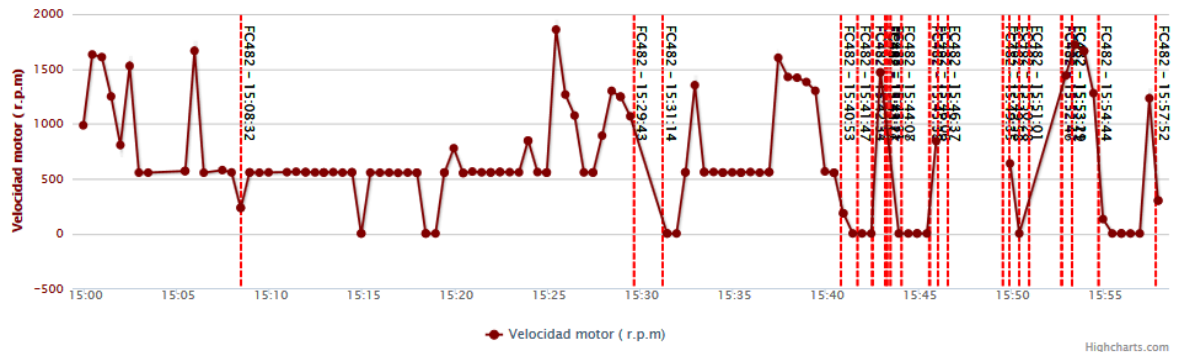
Observaciones:

En esta variable se observan los códigos de falla múltiples que se han generado en el ECM.

### 3.2 CÓDIGOS DE FALLA

Los códigos de falla de operación son aquellos que son activados cuando el ECM detecta un valor de operación posible pero no adecuado para el funcionamiento del motor. Un ejemplo puede ser: El ECM ha detectado una lectura de temperatura de refrigerante de 108°C. El ECM determina que bajo algunas condiciones esa temperatura puede ser alcanzada pero también puede ser una causa de daño interno del motor. Un código de falla 146 será activado y el ECM limitará la potencia del motor con el fin de intentar que la temperatura comience a disminuir. El motor podrá seguir trabajando. Si la temperatura continua incrementándose, el ECM mandará un código de falla 151 y el motor se apagará después de un periodo de 30 segundos, únicamente si la protección del motor se encuentra activo.

Imagen 23. Representación gráfica de un código de falla en QSRT.



Fuente: QSRT Online. (25 jun 2014, a las 11:25.) [qsrtamazon.cummandes.com](http://qsrtamazon.cummandes.com)

En la siguiente tabla se representan los códigos de falla del motor Cummins ISX, en esta se podrá observar el número, la clasificación por color dada por Cummins (rojo o amarillo) y la descripción de la falla.

Tabla 2. Códigos de falla del ECM motor Cummins ISX

<b>CÓDIGO</b>	<b>LAMP</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
FC482	YELLOW	Baja presión de combustible
FC546	YELLOW	Circuito sensor de presión de combustible
FC547	YELLOW	Circuito sensor de presión de combustible
FC428	YELLOW	Circuito sensor de agua en el combustible
FC429	YELLOW	Circuito sensor de agua en el combustible
FC418	YELLOW	Agua detectada en el filtro de combustible
FC451	YELLOW	Sensor de la presión del riel frontal
FC452	YELLOW	Sensor de la presión del riel frontal
FC755	YELLOW	Inyector de combustible
FC951	NONE	Desequilibrio de potencia entre cilindros
FC378	YELLOW	Circuito del actuador frontal
FC379	YELLOW	Circuito del actuador frontal
FC485	YELLOW	Circuito sensor de la presión de riel trasero
FC486	YELLOW	Circuito para el sistema de combustible hidráulico
FC483	YELLOW	Circuito sensor de la presión de riel trasero
FC484	YELLOW	Circuito sensor de la presión de riel trasero
FC449	YELLOW	Circuito sensor del sistema hidráulico de combustible
FC553	YELLOW	Circuito para el sistema de combustible hidráulico
FC559	YELLOW	Circuito para el sistema de combustible hidráulico
FC394	YELLOW	Circuito del servomotor de sincronización frontal
FC395	YELLOW	Circuito del servomotor de sincronización frontal
FC396	YELLOW	Circuito del servomotor de sincronización trasera
FC397	YELLOW	Circuito del servomotor de sincronización trasera
FC398	YELLOW	Circuito del servomotor de sincronización trasera
FC399	YELLOW	Circuito del servomotor de sincronización trasera
FC582	YELLOW	Circuito sensor restricción de entrada de combustible
FC471	YELLOW	Nivel bajo de aceite en el Carter
FC415	RED	Presión de aceite por debajo de lo normal

FC135	YELLOW	Circuito sensor de la presión de aceite
FC141	YELLOW	Circuito sensor de la presión de aceite
FC435	YELLOW	Circuito sensor de la presión de aceite
FC214	RED	Temperatura de aceite por encima de lo normal
FC212	YELLOW	Circuito sensor de temperatura del aceite
FC213	YELLOW	Circuito sensor de temperatura del aceite
FC219	MAINTENANCE	Nivel de aceite bajo
FC472	MAINTENANCE	Circuito sensor de nivel de aceite en el Carter
FC143	YELLOW	Baja presión de aceite-nivel menos severo
FC151	RED	Temperatura de refrigerante por encima de lo normal
FC144	YELLOW	Circuito sensor de la temperatura de refrigerante
FC145	YELLOW	Circuito sensor de la temperatura de refrigerante
FC235	RED	Nivel de refrigerante del motor protección del motor
FC422	YELLOW	Circuito sensor del nivel de refrigerante
FC245	YELLOW	Circuito del suministro del embrague del ventilador
FC293	YELLOW	Circuito sensor de la temperatura OEM
FC294	YELLOW	Circuito sensor de la temperatura OEM
FC154	YELLOW	Circuito sensor de temperatura múltiple de admisión
FC433	YELLOW	Circuito sensor de la presión del múltiple de admisión
FC122	YELLOW	Circuito sensor del múltiple de admisión
FC123	YELLOW	Circuito sensor del múltiple de admisión
FC595	YELLOW	Falla protección de sobre velocidad del turbo
FC155	RED	Temperatura múltiple de admisión arriba de lo normal
FC153	YELLOW	Circuito sensor de temperatura múltiple de admisión
FC419	YELLOW	Circuito sensor de presión del múltiple de admisión
FC221	YELLOW	Circuito sensor de la presión del aire ambiente
FC222	YELLOW	Circuito sensor de la presión del aire ambiente
FC295	YELLOW	Circuito sensor de la presión de la temp. del aire ambi.
FC249	YELLOW	Circuito sensor de la temperatura ambiente
FC256	YELLOW	Circuito sensor de la temperatura ambiente
FC352	YELLOW	Circuito sensor de la tensión de alimentación

FC596	YELLOW	Circuito comprobador de voltaje (alto voltaje)
FC598	RED	Circuito para el voltaje de tensión de alimentación
FC597	YELLOW	Circuito comprobador de voltaje (bajo voltaje)
FC442	YELLOW	Circuito no conmutado de alimentación de baterías
FC441	YELLOW	Circuito no conmutado de alimentación de baterías
FC588	YELLOW	Circuito para la alarma de arranque del motor
FC589	YELLOW	Circuito para la alarma de arranque del motor
FC227	YELLOW	Circuito sensor de la tensión de alimentación
FC434	YELLOW	Circuito no conmutado de alimentación de baterías
FC341	YELLOW	Circuito no conmutado de alimentación de la batería
FC255	YELLOW	Circuito del solenoide para interrupción de combustible
FC254	RED	Circuito del solenoide para interrupción de combustible
FC187	YELLOW	Circuito sensor de la tensión de alimentación
FC386	YELLOW	Circuito sensor de la tensión de alimentación
FC259	YELLOW	Circuito del solenoide para interrupción de combustible
FC387	YELLOW	Circuito sensor de la tensión de alimentación del motor
FC496	YELLOW	Circuito sensor para la tensión de alimentación
FC242	YELLOW	Circuito sensor de la velocidad del vehículo
FC241	YELLOW	Circuito sensor de la velocidad del vehículo
FC131	RED	Circuito sensor de la posición del acelerador
FC132	RED	Circuito sensor de la posición del acelerador
FC111	RED	Error interno en el ECM
FC286	YELLOW	Circuito multiplexor de enlace de datos J1939
FC426	NONE	Circuito multiplexor de enlace de datos J1939
FC285	YELLOW	Circuito multiplexor de enlace de datos J1939
FC121	YELLOW	Circuito sensor de posición de cigüeñal
FC115	RED	Circuito sensor de posición de eje de levas
FC432	RED	Circuito del pedal del acelerador
FC753	YELLOW	Circuito sensor de la velocidad del motor
FC731	NONE	Sensor de velocidad del motor y del eje de levas
FC443	YELLOW	Circuito de alimentación de la posición del acelerador

FC388	YELLOW	Circuito de alimentación del relé del freno de motor
-------	--------	--

### 3.3 PRE ALARMAS

QSRT cuenta con un sistema novedoso de pre alarmas el cual monitorea cada 30 segundos el comportamiento de diversos parámetros de operación del motor. Además de monitorear los códigos de falla que presenten el motor, es importante validar las variables como presión de aceite, temperatura aceite, temperatura refrigerante, presión múltiple de admisión, temperatura múltiple de admisión, para tomar acciones preventivas en dado caso que estas se salgan de sus valores normales de operación. Anteriormente se expuso los intervalos de funcionamiento de las diversas variables de QSRT para tener conocimiento de los límites máximos. Las pre alarmas comunican de manera oportuna salidas de parámetros de las variables al centro de control para validar si son eventos aislados producidos por condiciones de topografía o son tendencias a mantenerse fuera de parámetros y de esta forma reportar inmediatamente a los usuarios para evitar daños catastróficos del motor.

La siguiente imagen muestra la información que se presenta en el SGM la cual maneja el centro del control, donde se encuentran datos básicos para realizar la gestión apropiada de los eventos.

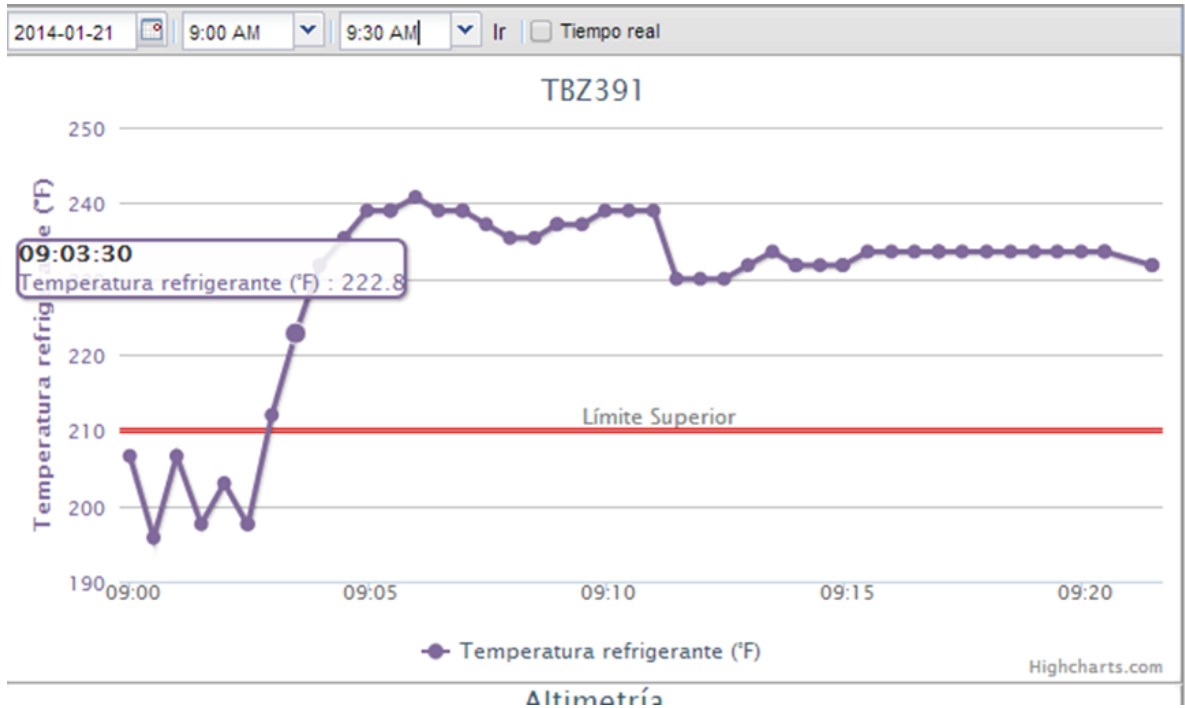
Imagen 24. Información básica Pre Alarma.

Informacion del registro
<b>Id:</b> 452121
<b>Placa:</b> TBZ391(CEMEX KENWORTH T800 TBZ391)
<b>Conductor:</b> null
<b>Organización:</b> COL_CUMANDES_QSRT_CEMEX
<b>Site:</b> COL CUMANDES CEMEX
<b>Evento:</b> Pre - Warning
<b>Fecha inicio evento:</b> 2014-01-21 09:03:30.000
<b>Fecha recibido:</b> 2014-01-21 09:05:13.000
<b>Fecha insercion:</b> 2014-01-21 09:09:23.877
<b>Valor:</b> 106.0
<b>Valor máximo:</b> Temperatura refrigerante(222.8 210 )
<b>Programa:</b> Reaction
<b>Numero serie motor:</b> 79529382
<b>Direccion:</b> NA

Fuente: QSRT Online. (25 jun 2014, a las 11:30.) qsrtaamazon.cummandes.com

La siguiente imagen muestra el comportamiento de la variable de temperatura de refrigerante, en la cual se valida una tendencia que debe ser informada oportunamente a los usuarios para tomar las acciones preventivas y evitar daños catastróficos de los motores.

Imagen 25. Comportamiento de la variable durante la Pre Alarma.



Fuente: QSRT Online. (25 jun 2014, a las 11:40.) qsrtamazon.cummandes.com

#### 4. GESTIÓN DE COMBUSTIBLE QSRT

La gestión efectiva del combustible QSRT se basa en dos aspectos fundamentales, siendo el primero las variables de operación y el segundo los aspectos de operación del motor. La relación de ambos aspectos generan panorama completo de cuales son los aspectos que afectan el rendimiento de combustible. A continuación se muestra una imagen donde se muestran las variables medidas por QSRT.

Imagen 26. Gestión QSRT para combustible.



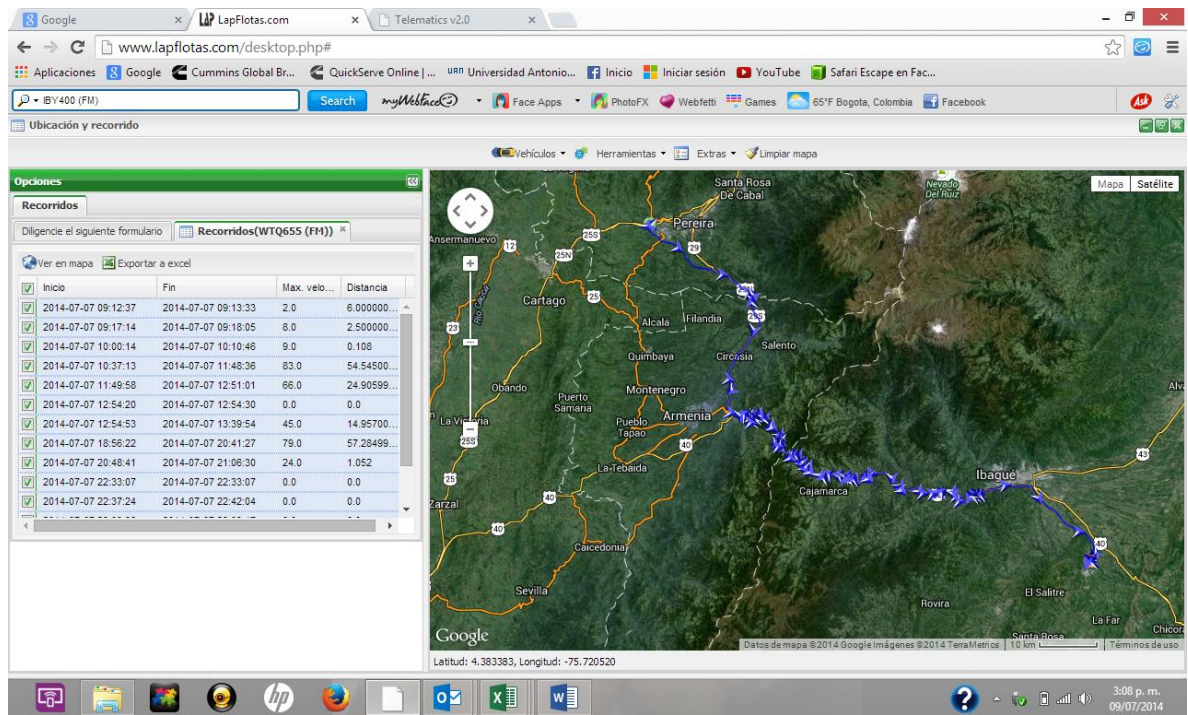
Fuente: Cummins de los Andes. (17 jun 2014, a las 11:40.)

[www.cumandes.com.co](http://www.cumandes.com.co)



Esta imagen muestra el recorrido que realiza un equipo en el plan QSRT entre dos geo cercas creadas. Como se comentó anteriormente es de suma importancia conocer la topografía de los recorridos que realizan los equipos, ya que esto genera una perspectiva si los rendimientos de combustible son aproximados a la realidad o no.

Imagen 28. Recorrido equipo QSRT

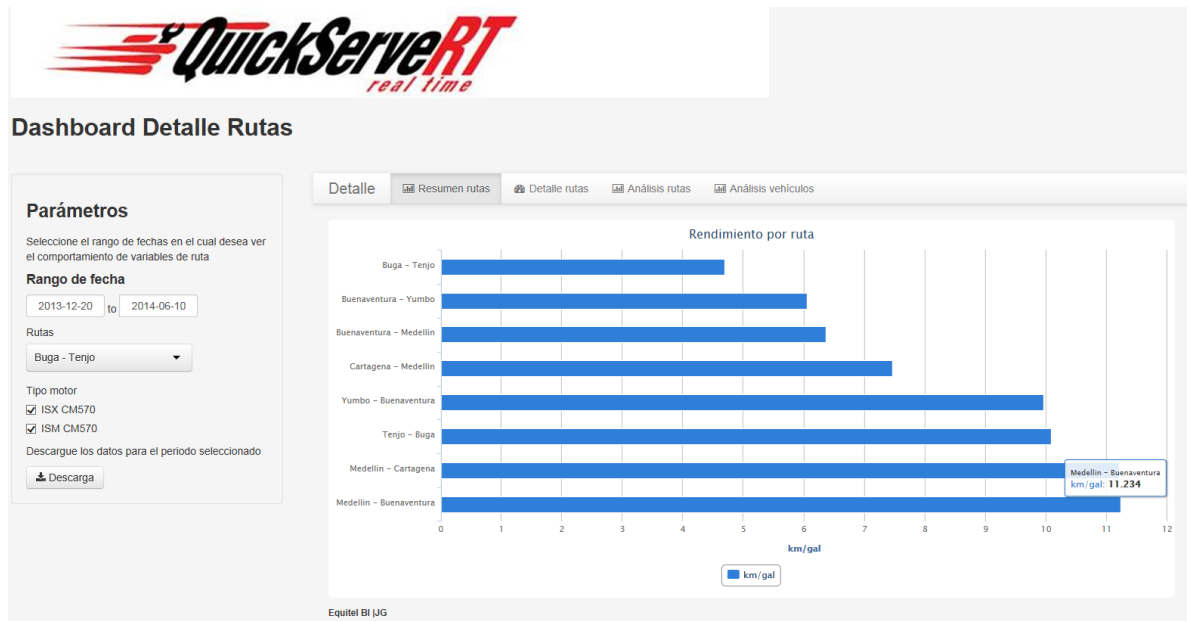


Fuente: LAP International. (15 jun 2014, a las 11:40.) [www.lapflotas.com.co](http://www.lapflotas.com.co)

## 4.2 CONSUMO PROMEDIO DE VEHÍCULO POR RUTAS

Después de creadas las geocercas es posible conocer los rendimientos entre las rutas determinadas. QSRT permite visualizar el rendimiento de los equipos en distintas rutas creadas y en los intervalos de tiempo que se desee.

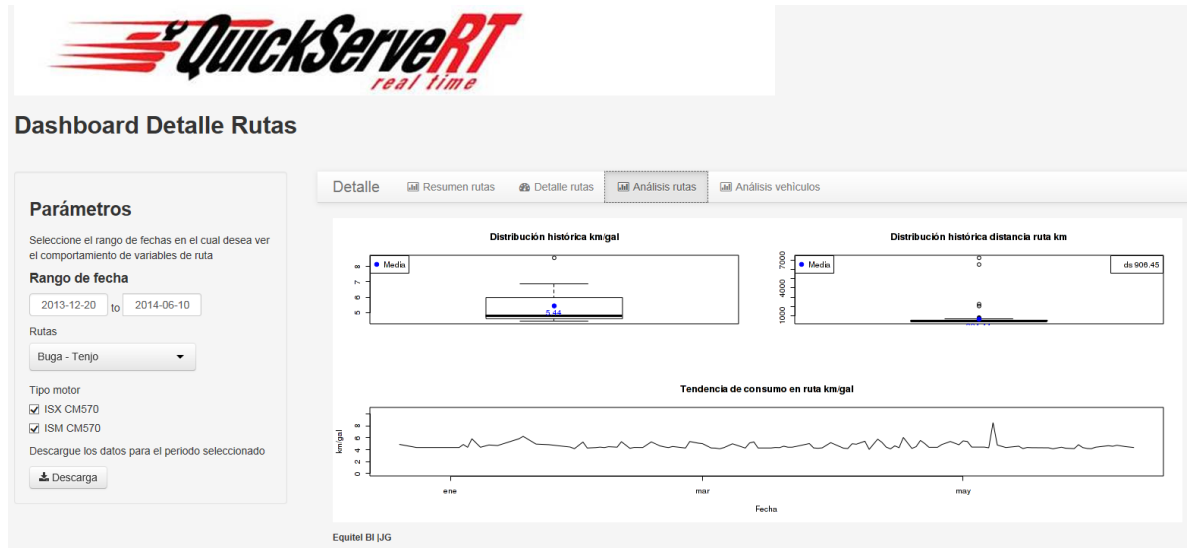
Imagen 29. Rendimiento de combustible por rutas QSRT



Fuente: Equitel BI. (20 jun 2014, a las 10:45.) [www.bi.equitel.com.co](http://www.bi.equitel.com.co)

QSRT también permite realizar un análisis estadístico del promedio de rendimiento de combustible registrado por todos los equipos que cubren la ruta. En la imagen que se muestra a continuación, se muestra el rendimiento promedio por ruta a lo largo de los meses.

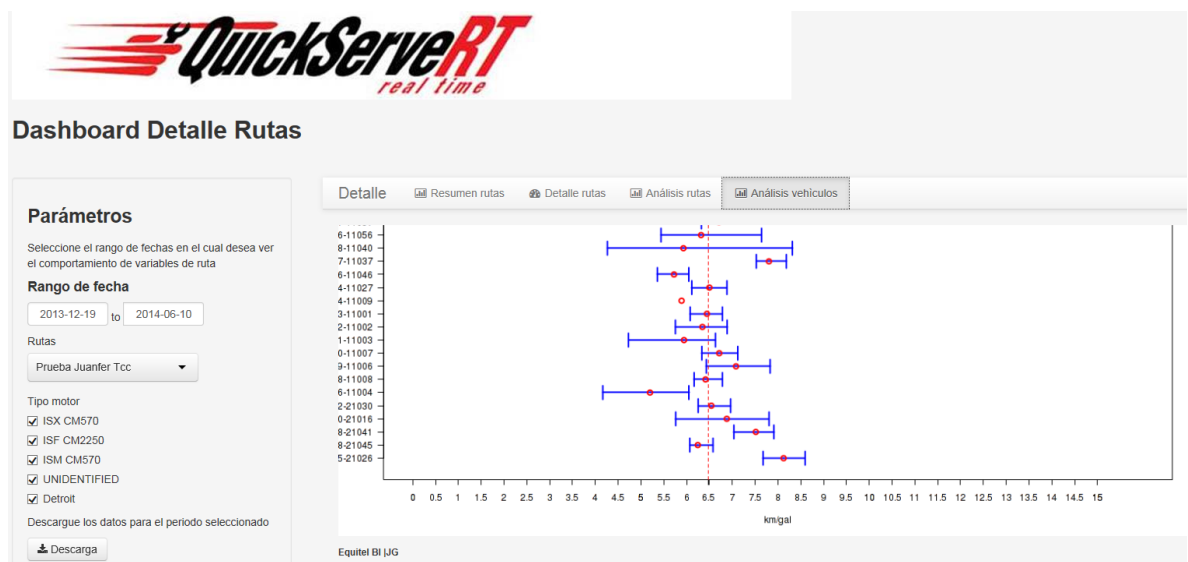
Imagen 30. Promedio rendimiento de combustible por rutas.



Fuente: Equitel BI. (20 jun 2014, a las 10:55.) [www.bi.equitel.com.co](http://www.bi.equitel.com.co)

También es posible conocer los intervalos de rendimiento de los equipos que cumplen las rutas establecidas. QSRT permite conocer un dato individual en consumo de combustible de todos los equipos.

Imagen 31. Promedio de consumo de combustible por equipo.



Fuente: Equitel BI. (20 jun 2014, a las 11:15.) [www.bi.equitel.com.co](http://www.bi.equitel.com.co)

### 4.3 PARÁMETROS DE OPERACIÓN QUE AFECTAN EL CONSUMO

Ademas de poder establecer el rendimiento de combustible por rutas, QSRT tambien permite validar el desempeño del motor en las geocercas establecidas. Esto con el fin de saber que factores del motor pueden influir en el rendimiento de combustible, de igual forma permite focalizar cuales son las acciones a tomar para ahorrar combustible.

Imagen 32. Parámetros de operación combustible QSRT.



Fuente: Equitel BI. (20 jun 2014, a las 11:10.) [www.bi.equitel.com.co](http://www.bi.equitel.com.co)

## 5. OPTIMIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO QSRT

Anteriormente QSRT además de realizar informes mensuales correspondientes al consolidado del comportamiento de las variables de las flotas, también generaba un cuadro con el cual se pretendía informar a los clientes un resumen de los códigos de falla y pre alarmas presentadas un intervalo de tiempo determinado.

Tabla 3. Consolidado semanal de códigos de fallas y prealarmas QSRT.

	PREALARMAS				CÓDIGOS DE FALLA									Total
	COOLANTTEMP	ENGINEOILPRESSURE	ENGINEOILTEMP	ENGINESPEED	Engine Position Sensor	Intake Manifold Pressure Sensor Circuit	Accelerator Position Sensor Circuit	Coolant temperature above normal	Vehicle Speed Sensor Circuit	Vehicle Speed Sensor Circuit	Fuel Shutoff Valve	J1939 Datalink Multiplexing	Real-Time Clock Power Circuit	
					FC121	FC123	FC132	FC151	FC241	FC242	FC259	FC285	FC319	
RZY737														1
RZY742	3													4
SAK738														2
SAK739		4												4
SAK742		6												6
SXN963														2
SXO855												1		1
SXO914		3												3
SXO919														9
SXO957		6												6
TAT632														1
TAT639														2
TTO131	6													6
TTO135		1												1
TTO141	18	1												20
TTO980													2	2

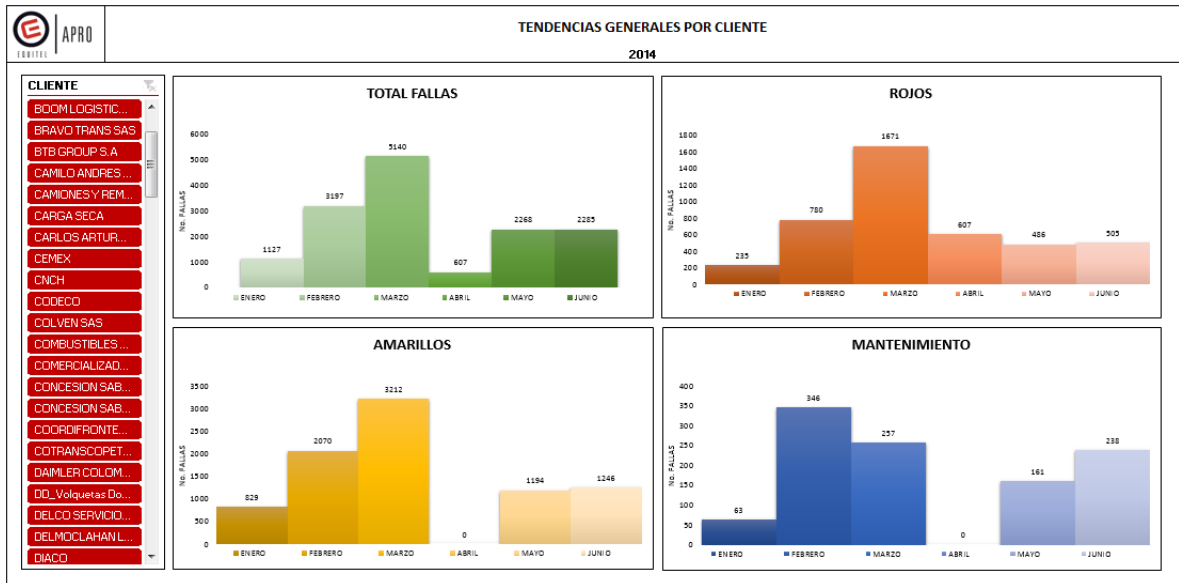
WTQ664												1		1
WTQ665	6													6
WTQ666													1	1
Total	62	37	1	1	2	5	1	2	5	1	1	6	15	253

Esta información permitía a los jefes de mantenimiento tomar acciones proactivas para validar el estado de los equipos y evitar daños catastróficos en el motor. Esta información es descargada directamente del SGM plataforma en la cual se evidencia todos los código de los clientes. El cuadro era generado para clientes particulares y no se podía validar la información de forma global.

En busca de optimizar la información que suministra QSRT se creó una segmentación de datos con la cual se puede validar de forma dinámica cual ha sido el comportamiento de códigos rojo, amarillos y sin impactos en el transcurso de los meses, esto con el fin de validar las tendencias de dichos códigos. Anteriormente en el tabla No. 2 no se permitía saber cuál era la tendencia de los códigos generados mes a mes, sin saber si la gestión realizada era efectiva o no. Adicional a esto el cuadro no permitía cruzar fácilmente la información de severidad del código vs los equipos más recurrentes.

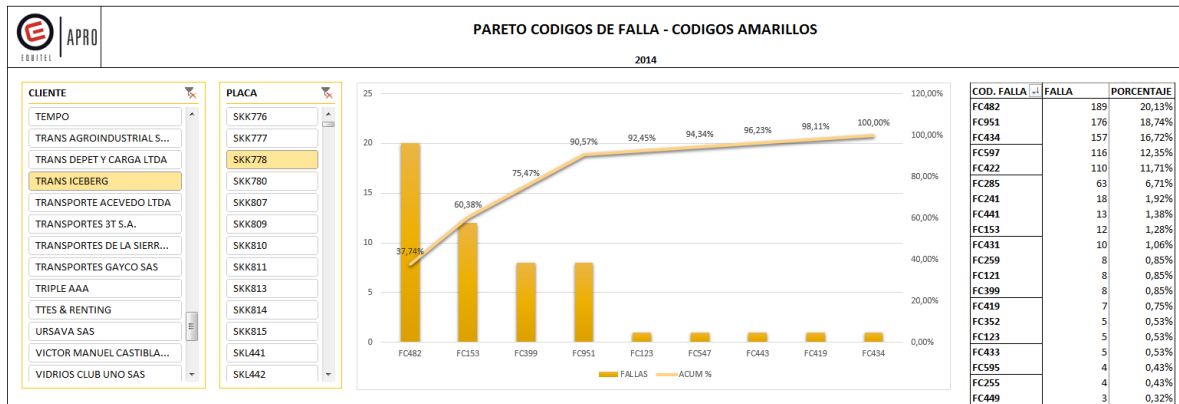
El cuadro mostrado a continuación es el nuevo modelo propuesto en el cual se puede visualizar de forma didáctica cual ha sido el comportamiento de los códigos en la flota, lo cual permitirá corroborar si la gestión ha sido efectiva y saber en donde enfocar los esfuerzos.

Imagen 33. Consolidado códigos de falla mes a mes por usuario.



Para realizar un análisis más detallado de los clientes es importante saber cuáles son los códigos de falla predominantes, debido a que unos generan más impacto que otros. Además, sirve de herramienta para validar cuales son los planes de acción a tomar para disminuir la mayor recurrencia de códigos de falla.

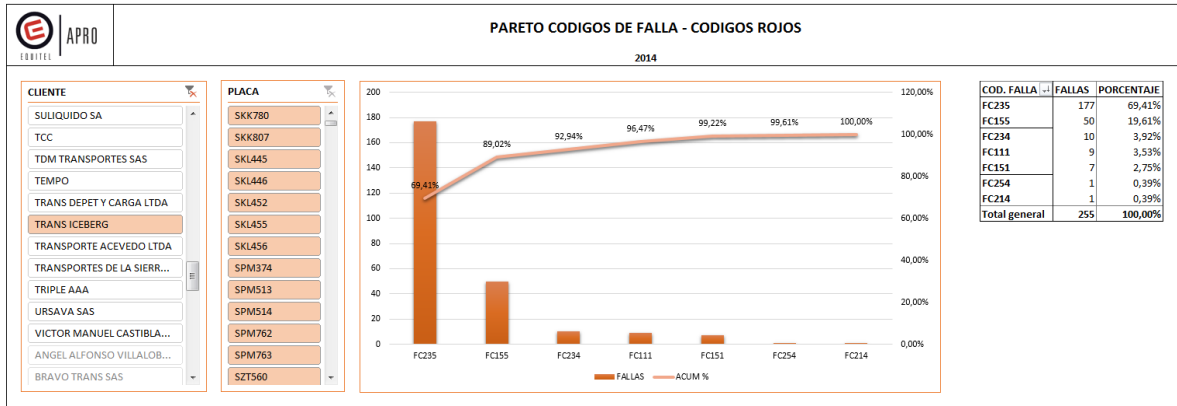
Imagen 34. Pareto codigos de fallas amarillos por usuario.



Al igual que la imagen anterior, es fundamental conocer el Pareto de los códigos de falla rojos, ya que el impacto generado por estos derratea la potencia del motor,

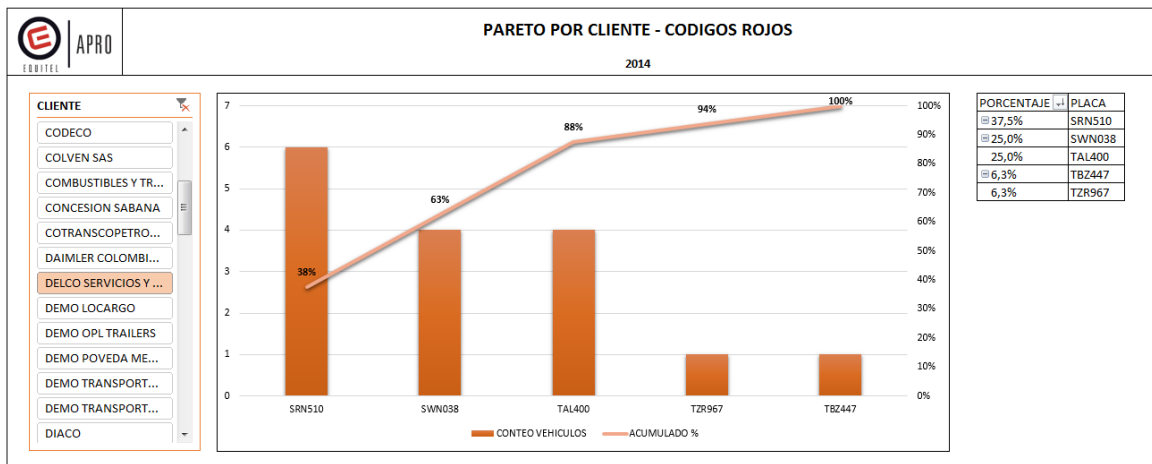
lo cual no permite una operación correcta. Son estos eventos los cuales afectan directamente la disponibilidad y confiabilidad del motor, ya que al presentarse activan los sistemas de protección del motor y retrasan los tiempos de desplazamiento y en algunos casos desactivan todo el motor.

Imagen 35. Pareto codigos de fallas rojos por usuario.



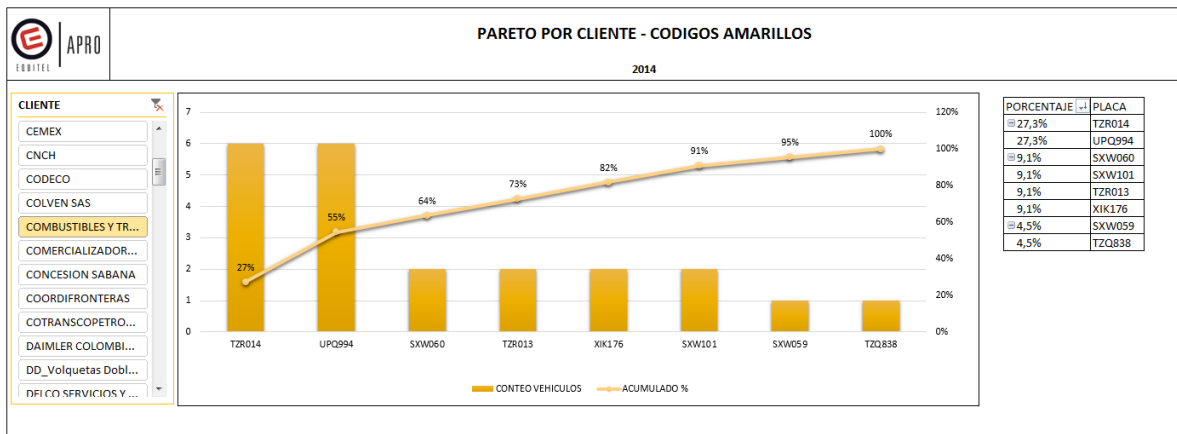
Es fundamental conocer cuáles son las tendencias y los códigos predominantes en una flota de vehículos, pero es más importante saber en qué equipos se están presentando estos eventos para poder tomar las acciones proactivas. Es por eso que se presenta la evaluación de cuáles son los equipos con más presencia de eventos rojos para priorizar las actividades de mantenimiento.

Imagen 36. Pareto vehículos códigos rojos por usuario.



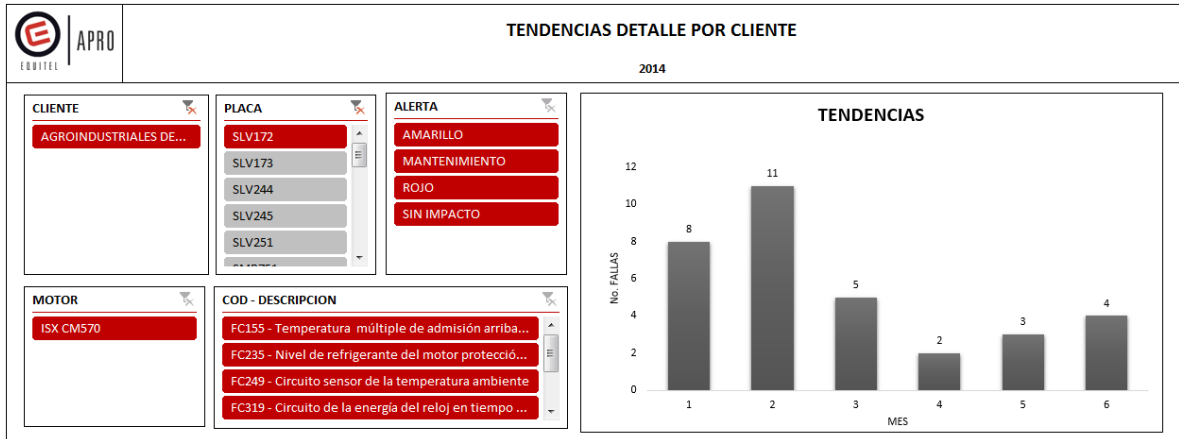
Es importante saber cuáles son los equipos que presentan más códigos de falla rojo, también es igual de importante con los códigos amarillos, debido a que una alta recurrencia de códigos amarillos como el FC 482 (baja presión de combustible) puede desencadenar en una falla catastrófica.

Imagen 37. Pareto vehículos códigos amarillos por usuario.



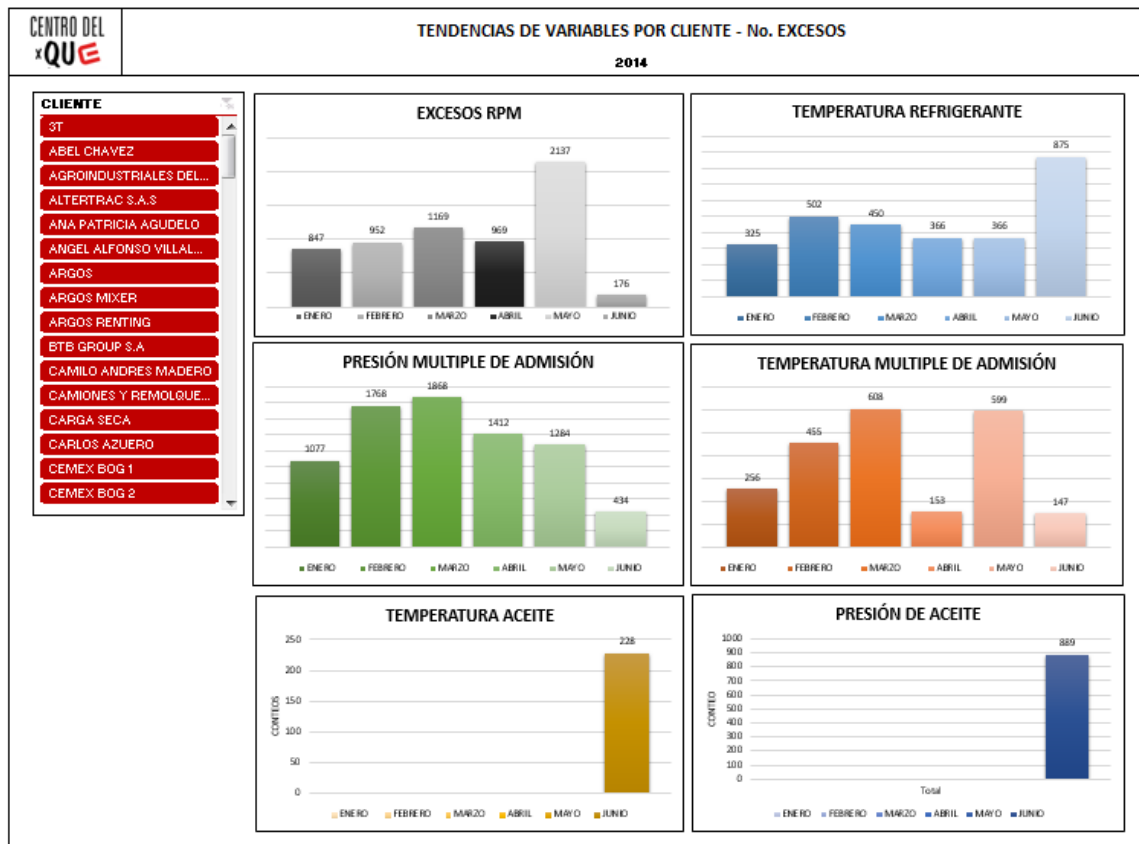
Conociendo cuales son los códigos más frecuentes que se presentan en una flota y cuáles son los equipos más recurrentes en eventos, es muy importante ir al detalle de cada uno para saber cuál ha sido el comportamiento específico, conociendo si las tendencias son a aumentar o son casos aislados para de esta forma tomar acciones sobre los equipos, es por esta razón que la siguiente imagen detalla específicamente cuales son las tendencias de los equipos y evalúa que tipo de código de falla presenta. Esta información se convierte en la hoja de vida de los equipos QSRT ya que muestra el histórico de eventos presentados. Esta herramienta permite al área de servicio de Cummins de los Andes brindar un soporte técnico a los clientes más amplio, detallando todos los sucesos y realizar todos los caza fallas que sean necesarios para suprimir las posibles causas que generen la activación de los códigos de falla.

Imagen 38. Tendencias vehículos Vs código por usuario.



Como se explicó anteriormente, QSRT cuenta con la medición de los códigos de fallas y variables de operación de motor en tiempo real, es por eso que además de saber los eventos que se generan en el motor es muy importante tener en cuenta los parámetros del motor. Como soporte técnico es muy importante almacenar la información de las pre alarmas que presenten los motores Cummins ISX, ya que esto puede revelar un daño generalizado en los motores o algún aspecto de mejora a realizar en el diseño.

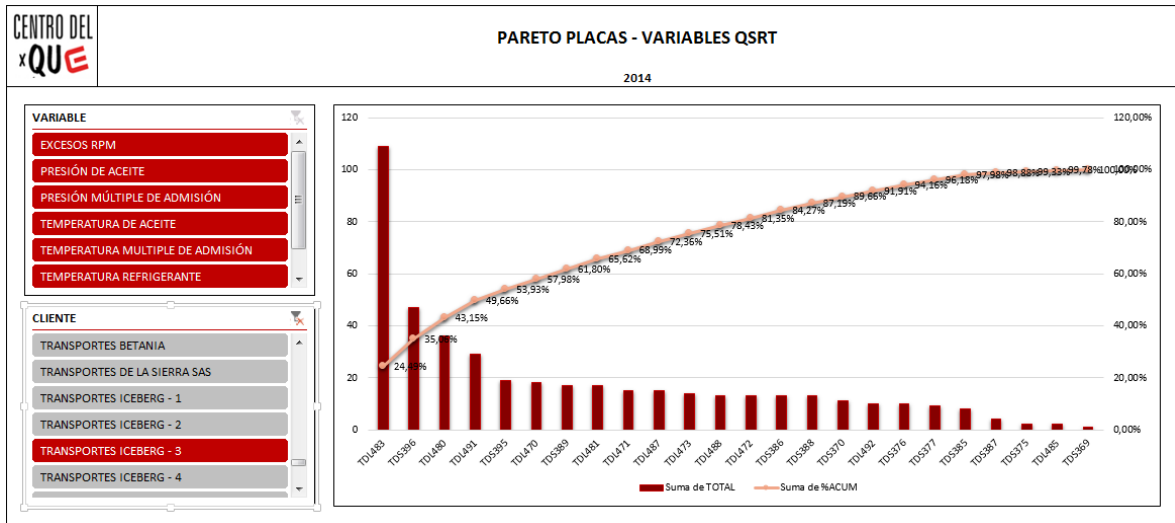
Imagen 39. Consolidado parametros de operación por usuario.



Saber cuáles son los equipos con mas recurrencia en sobrepasar los parámetros estipulados por Cummins es fundamental para realizar un plan de mantenimiento acertado, ya que la combinación de esta información con los códigos de falla permiten realizar un diagnostico más completo y detallado de cuál puede ser la falla que este presentando el equipo. A diferencia de los códigos de falla, las pre alarmas están programadas para alertar al centro de control antes que los valores superen sus límites condenatorios para de esta forma alertar oportunamente al operador del equipo y poder tomar las acciones preventivas.

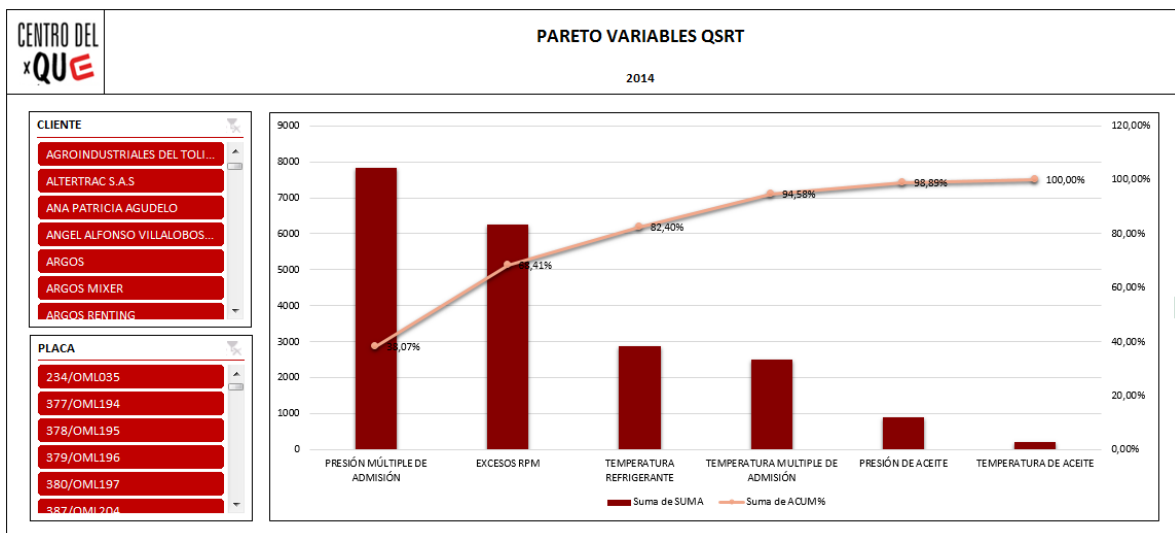
El cuadro que se presenta a continuación muestra el Pareto realizado para poder identificar cuáles son los equipos que presentan mayor repetición en pre alarmas que puedan alterar el correcto funcionamiento de los equipos.

Imagen 40. Pareto vehículos con mayor cantidad de pre alarmas.



Vistas las pre alarmas detalladamente es también fundamental saber cuál es el factor predominante por fuera de parámetros en una flota de transporte, esto con el fin de validar tendencias generalizadas que deban ser solucionadas inmediatamente o con el fin de montar planes de acción inmediatos.

Imagen 41. Pareto parámetro de opareción más crítico por usuario.



Toda esta información procesada permite incrementar la calidad de mantenimiento en los clientes que cuentan con el programa QSRT, debido a que entrega detalladamente cuales son los aspectos predominantes en el funcionamiento de los motores Cummins ISX, además permite entrar a realizar de forma proactiva intervenciones e inspecciones que antes no eran posibles realizar por el desconocimiento de la información que suministra el motor.

Para entregar un análisis más detallado a usuarios de QSRT es importante saber cuál es el impacto que generan los códigos de falla sobre el motor, esto con el fin de validar la información suministrada en los Paretos anteriormente expuestos y enfocarse en los códigos que requieran atención inmediata y evitar aquellos que no reduzcan la productividad del equipo.

A continuación se encuentra el análisis de los impactos de los códigos de falla y su repercusión sobre el motor Cummins ISX; Las siglas FC significan Fault Code.

#### **CODIGO DE FALLA FC111**

- Descripción: Error interno en ECM
- Bombillo: Rojo
- Efecto: El motor no arranca

#### **CODIGO DE FALLA FC115**

- Descripción: Circuito sensor de posición de eje de levas
- Bombillo: Rojo
- Efecto: El motor puede tardar mucho para arrancar

#### **CODIGO DE FALLA FC121**

- Descripción: Circuito sensor de posición de cigüeñal.
- Bombillo: Amarillo.

- Efecto: Arranque difícil, baja potencia, funcionamiento irregular en ralentí, o posible humo blanco.

#### **CODIGO DE FALLA FC122**

- Descripción: Circuito sensor del múltiple de admisión.
- Bombillo: Amarillo
- Efecto: Disminución en la salida de potencia del motor.

#### **CODIGO DE FALLA FC123**

- Descripción: Circuito sensor múltiple de admisión.
- Bombillo: Amarillo
- Efecto: Disminución en la salida de potencia del motor.

#### **CODIGO DE FALLA FC131**

- Descripción: Circuito sensor de posición del acelerador
- Bombillo: Rojo
- Efecto: Disminución grave (potencia y velocidad). Solamente potencia para llegar a su destino.

#### **CODIGO DE FALLA FC132**

- Descripción: Circuito sensor de posición del acelerador
- Bombillo: Rojo
- Efecto: Disminución grave (potencia y velocidad). Solamente potencia para llegar a su destino.

#### **CODIGO DE FALLA FC133**

- Descripción: Circuito sensor de posición del acelerador remoto
- Bombillo: Rojo
- Efecto: Ninguno en desempeño si no se usa el acelerador remoto

#### **CODIGO DE FALLA FC134**

- Descripción: Circuito sensor de posición del acelerador remoto.
- Rojo
- Efecto: Ninguno en desempeño si no se usa el acelerador remoto.

#### **CODIGO DE FALLA FC135**

- Descripción: Circuito sensor presión de aceite
- Bombillo: Amarillo
- Efecto: Sin protección del motor para presión de aceite.

#### **CODIGO DE FALLA FC141**

- Descripción: Circuito sensor presión de aceite
- Bombillo: Amarillo
- Efecto: Sin protección del motor para presión de aceite.

#### **CODIGO DE FALLA FC143**

- Descripción: Baja presión de aceite – Nivel menos severo
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: Disminución progresiva de potencia incrementándose en severidad desde el momento de alerta.

#### **CODIGO DE FALLA FC144**

- Descripción: Circuito sensor de temperatura de refrigerante
- Bombillo: Amarillo
- Efecto: Posible humo blanco. El ventilador permanecerá activado si es controlado por el módulo de control electrónico (ECM). Sin protección del motor para temperatura del refrigerante.

#### **CODIGO DE FALLA FC145**

- Descripción: Circuito sensor de temperatura de refrigerante
- Bombillo: Amarillo
- Efecto: Posible humo blanco. El ventilador permanecerá activado si es controlado por el módulo de control electrónico (ECM). Sin protección del motor para temperatura del refrigerante.

#### **CODIGO DE FALLA FC151**

- Descripción: Temperatura del refrigerante por encima de lo normal.
- Bombillo: Rojo
- Efecto: Disminución de velocidad y posible paro del motor si está activada la característica de paro de protección del motor.

#### **CODIGO DE FALLA FC153**

- Descripción: Circuito sensor de temperatura múltiple de admisión
- Bombillo: Amarillo
- Efecto: Posible humo blanco. El ventilador permanecerá activado si es controlado por el módulo de control electrónico (ECM). Sin protección del motor para temperatura del refrigerante.

#### **CODIGO DE FALLA FC154**

- Descripción: Circuito sensor de temperatura múltiple de admisión
- Bombillo: Amarillo
- Efecto: Posible humo blanco. El ventilador permanecerá activado si es controlado por el módulo de control electrónico (ECM). Sin protección del motor para temperatura del refrigerante.

#### **CODIGO DE FALLA FC155**

- Descripción: Temperatura múltiple de admisión arriba de lo normal.
- Bombillo: Rojo.

- Efecto: Reducción progresiva de la potencia aumentando en gravedad desde el momento de la alerta. Si la característica Paro de Protección del Motor está activada, el motor parará 30 segundos después de que la lámpara roja STOP comience a destellar.

#### **CODIGO DE FALLA FC187**

- Descripción: Circuito sensor de la tensión de alimentación.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: El motor funcionará con baja potencia. Sin protección del motor para presión de aceite o nivel de refrigerante.

#### **CODIGO DE FALLA FC198**

- Descripción: Circuito de la lámpara ICON.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: El sistema de control de ralentí ICON™ será desactivado. Solamente se permitirá paro obligatorio.

#### **CODIGO DE FALLA FC199**

- Descripción: Circuito de la lámpara ICON.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: El sistema de control de ralentí ICON™ será desactivado. Solamente se permitirá paro obligatorio.

#### **CODIGO DE FALLA FC212**

- Descripción: Circuito sensor de temperatura del aceite.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: Sin protección del motor para temperatura del aceite.

#### **CODIGO DE FALLA FC213**

- Descripción: Circuito sensor de temperatura del aceite.

- Bombillo: Rojo.
- Efecto: Sin protección del motor para temperatura del aceite.

#### **CODIGO DE FALLA FC214**

- Descripción: Temperatura de aceite por encima de lo normal.
- Bombillo: Rojo.
- Efecto: Disminución progresiva de potencia incrementándose en severidad desde el momento de alerta. Si la característica Paro de Protección del Motor está activada, el motor parará 30 segundos después de que la lámpara roja Stop comience a destellar.

#### **CODIGO DE FALLA FC216**

- Descripción: Circuito sensor de la presión del tanque húmedo.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: El compresor de aire funcionará continuamente.

#### **CODIGO DE FALLA FC217**

- Descripción: Circuito sensor de la presión del tanque húmedo.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: El compresor de aire funcionará continuamente.

#### **CODIGO DE FALLA FC218**

- Descripción: Circuito sensor de la presión del tanque húmedo.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: El compresor de aire funcionará continuamente.

#### **CODIGO DE FALLA FC219**

- Descripción: Nivel de aceite bajo.
- Bombillo: Mantenimiento.
- Efecto: El sistema Centinel™ es desactivado.

#### **CODIGO DE FALLA FC221**

- Descripción: Circuito sensor de la presión del aire ambiente.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: Disminución en la salida de potencia del motor.

#### **CODIGO DE FALLA FC222**

- Descripción: Circuito sensor de la presión del aire ambiente.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: Disminución en la salida de potencia del motor.

#### **CODIGO DE FALLA FC223**

- Descripción: Centinel™, circuito de la válvula de encendido.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: Ninguno en desempeño. Centinel™ desactivado.

#### **CODIGO DE FALLA FC227**

- Descripción: Circuito sensor de la tensión de alimentación.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: El motor funcionará con baja potencia. Sin protección del motor para presión de aceite o nivel de refrigerante.

#### **CODIGO DE FALLA FC234**

- Descripción: Circuito de sobre-velocidad
- Bombillo: Rojo.
- Efecto: Válvula de cierre de combustible cerrada hasta que la velocidad del motor descienda a 2000 rpm.

#### **CODIGO DE FALLA FC235**

- Descripción: Nivel de refrigerante del motor protección del motor.

- Bombillo: Rojo.
- Efecto: Disminución progresiva de potencia y velocidad con tiempo creciente después de la alerta. Si está activado el paro de protección del motor, el motor parará 30 segundos después de que la lámpara de protección del motor comience a destellar.

#### **CODIGO DE FALLA FC241**

- Descripción: Circuito sensor de la velocidad del vehículo.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: Velocidad del motor limitada al valor del parámetro "Velocidad Máxima del Motor sin Sensor de Velocidad del Vehículo". Control de crucero, protección en cambio descendente, y el gobernador de velocidad de camino no trabajarán.

#### **CODIGO DE FALLA FC242**

- Descripción: Circuito sensor de la velocidad del vehículo.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: Velocidad del motor limitada al valor del parámetro "Velocidad Máxima del Motor sin Sensor de Velocidad del Vehículo". Control de crucero, protección en cambio descendente, y el gobernador de velocidad de camino no trabajarán.

#### **CODIGO DE FALLA FC245**

- Descripción: Circuito del suministro del embrague del ventilador.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: El ventilador puede permanecer activado todo el tiempo.

#### **CODIGO DE FALLA FC249**

- Descripción: Circuito sensor de la temperatura ambiente.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: Ningún efecto en desempeño del motor. La característica de anulación de paro de ralentí por temperatura de aire ambiente, usará el valor del sensor

de temperatura de aire del múltiple de admisión, para determinar el paro de ralentí y la disponibilidad de anulación.

#### **CODIGO DE FALLA FC254**

- Descripción: Circuito del solenoide para interrupción de combustible.
- Bombillo: Rojo.
- Efecto: El ECM corta el voltaje de alimentación del cierre de combustible. El motor se parará.

#### **CODIGO DE FALLA FC255**

- Descripción: Circuito del solenoide para interrupción de combustible.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: Ninguno en desempeño. La válvula de cierre de combustible permanece activada.

#### **CODIGO DE FALLA FC256**

- Descripción: Circuito sensor de la temperatura ambiente
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: Ningún efecto en desempeño del motor. La característica de anulación de paro de ralentí por temperatura de aire ambiente, usará el valor del sensor de temperatura de aire del múltiple de admisión, para determinar el paro de ralentí y la disponibilidad de anulación.

#### **CODIGO DE FALLA FC259**

- Descripción: Circuito del solenoide para interrupción de combustible.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: El motor tendrá una disminución del torque.

#### **CODIGO DE FALLA FC285**

- Descripción: Circuito multiplexor de enlace de datos J1939.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: Al menos un dispositivo multiplexado no operará apropiadamente.

#### **CODIGO DE FALLA FC286**

- Descripción: Circuito multiplexor de enlace de datos J1939.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: Al menos un dispositivo multiplexado no operará apropiadamente.

#### **CODIGO DE FALLA FC288**

- Descripción: Falla del acelerador remoto.
- Bombillo: Rojo.
- Efecto: El motor no responderá al acelerador remoto.

#### **CODIGO DE FALLA FC293**

- Descripción: Circuito sensor de la temperatura OEM.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: Sin protección del motor para temperatura del OEM.

#### **CODIGO DE FALLA FC294**

- Descripción: Circuito sensor de la temperatura OEM.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: Sin protección del motor para temperatura del OEM.

#### **CODIGO DE FALLA FC295**

- Descripción: Circuito sensor de la presión de la temperatura del aire ambiente.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: El motor disminuye su potencia al ajuste no aire.

#### **CODIGO DE FALLA FC297**

- Descripción: Circuito sensor de la presión OEM.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: Sin protección del motor para presión del OEM.

#### **CODIGO DE FALLA FC298**

- Descripción: Circuito sensor de la presión OEM.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: Sin protección del motor para presión del OEM.

#### **CODIGO DE FALLA FC319**

- Descripción: Circuito de la energía del reloj en tiempo real.
- Bombillo: Mantenimiento.
- Efecto: Ninguno en desempeño. Los datos en el ECM no tendrán información exacta de tiempo y fecha.

#### **CODIGO DE FALLA FC338**

- Descripción: Accesorio para interrupción de la marcha en vacío.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: Los accesorios del vehículo o cables del conductor de encendido controlados por el relevador de paro en ralentí de accesorios del vehículo no se energizarán.

#### **CODIGO DE FALLA FC339**

- Descripción: Accesorio para interrupción de la marcha en vacío.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: Los accesorios del vehículo o cables del conductor de encendido controlados por el relevador de paro en ralentí de accesorios del vehículo no se energizarán.

### **CODIGO DE FALLA FC341**

- Descripción: Circuito no conmutado de alimentación de la batería.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: Posiblemente ningún efecto notable en desempeño, o paro del motor, o dificultad para arrancar el motor. La información de falla, información de viaje y los datos del monitor de mantenimiento pueden ser inexactos.

### **CODIGO DE FALLA FC352**

- Descripción: Circuito sensor de la tensión de alimentación.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: El motor disminuye su potencia al ajuste no aire.

### **CODIGO DE FALLA FC359**

- Descripción: Circuito ICON del integrado de marcha en vacío.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: ICON™ será desactivado. Solamente se permitirá paro obligatorio. Usted puede o no ser capaz de arrancar el motor normalmente.

### **CODIGO DE FALLA FC378**

- Descripción: Circuito del actuador frontal.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: El motor funcionará usando solamente los tres cilindros traseros.

### **CODIGO DE FALLA FC379**

- Descripción: Circuito del actuador frontal.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: El motor funcionará usando solamente los tres cilindros traseros.

### **CODIGO DE FALLA FC386**

- Descripción: Circuito sensor de la tensión de alimentación

- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: El motor disminuye su potencia al ajuste no aire.

#### **CODIGO DE FALLA FC387**

- Descripción: Circuito sensor de la tensión de alimentación del motor.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: El motor solamente funcionará en ralentí.

#### **CODIGO DE FALLA FC388**

- Descripción: Circuito de alimentación del relé del freno de motor.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: No se puede activar el freno del motor en el cilindro número 1.

#### **CODIGO DE FALLA FC392**

- Descripción: Circuito de alimentación del relé del freno de motor.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: Los frenos del motor en los cilindros número 2 y 3 no pueden activarse.

#### **CODIGO DE FALLA FC393**

- Descripción: Circuito de alimentación del relé del freno de motor.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: Los frenos del motor no pueden activarse en los cilindros Números 4, 5, y 6 (para arnés de freno del motor de seis niveles), o los frenos del motor no pueden activarse en los cilindros Números 1, 4, 5, y 6 (para arnés de freno del motor de tres niveles).

#### **CODIGO DE FALLA FC394**

- Descripción: Circuito del servomotor de sincronización frontal.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: El motor está funcionando usando solamente los tres cilindros traseros.

**CODIGO DE FALLA FC395**

- Descripción: Circuito del servomotor de sincronización frontal.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: El motor está funcionando usando solamente los tres cilindros traseros.

**CODIGO DE FALLA FC396**

- Descripción: Circuito del servomotor de sincronización trasera.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: El motor funcionará usando solamente los tres cilindros frontales.

**CODIGO DE FALLA FC397**

- Descripción: Circuito del servomotor de sincronización trasera.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: El motor funcionará usando solamente los tres cilindros frontales.

**CODIGO DE FALLA FC398**

- Descripción: Circuito del servomotor de sincronización trasera.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: El motor está funcionando usando solamente los tres cilindros frontales.

**CODIGO DE FALLA FC399**

- Descripción: Circuito del servomotor de sincronización trasera.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: El motor está funcionando usando solamente los tres cilindros frontales.

**CODIGO DE FALLA FC415**

- Descripción: Presión de aceite por debajo de lo normal.
- Bombillo: Rojo.
- Efecto: Disminución progresiva de la velocidad del motor incrementándose en severidad desde el momento de alerta. Si la característica Paro de Protección

del Motor está activada, el motor parará 30 segundos después de que la lámpara roja Stop comience a destellar.

#### **CODIGO DE FALLA FC418**

- Descripción: Agua detectada en el filtro de combustible.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: Posible humo blanco, pérdida de potencia, o arranque difícil.

#### **CODIGO DE FALLA FC419**

- Descripción: Circuito sensor de presión del múltiple de admisión
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: El motor disminuye su potencia al ajuste no aire.

#### **CODIGO DE FALLA FC422**

- Descripción: Circuito sensor del nivel de refrigerante.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: Sin protección del motor para nivel de refrigerante.

#### **CODIGO DE FALLA FC426**

- Descripción: Circuito multiplexor de enlace de datos J1939.
- Bombillo: Ninguno.
- Efecto: Ninguno en desempeño. Los dispositivos J1939 posiblemente no operen.

#### **CODIGO DE FALLA FC428**

- Descripción: Circuito sensor de agua en el combustible.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: Ninguno en desempeño.

#### **CODIGO DE FALLA FC429**

- Descripción: Circuito sensor de agua en el combustible.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: Ninguno en desempeño.

#### **CODIGO DE FALLA FC431**

- Descripción: Circuito de interruptor para marcha en vacío.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: Ninguno en desempeño.

#### **CODIGO DE FALLA FC431 niss**

- Descripción: Circuito de validación en ralentí.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: Ninguno en desempeño.

#### **CODIGO DE FALLA FC432**

- Descripción: Circuito del pedal del acelerador.
- Bombillo: Rojo.
- Efecto: El motor solamente funcionará en ralentí.

#### **CODIGO DE FALLA FC433**

- Descripción: Circuito sensor de la presión del múltiple de admisión.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: disminución de potencia al ajuste no aire.

#### **CODIGO DE FALLA FC434**

- Descripción: Circuito no conmutado de alimentación de baterías.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: Circuito no conmutado de alimentación de baterías.

#### **CODIGO DE FALLA FC435**

- Descripción: Circuito sensor de la presión de aceite.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: Ninguno en desempeño; sin protección del motor para presión de aceite

#### **CODIGO DE FALLA FC441**

- Descripción: Circuito no conmutado de alimentación de baterías.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: Posiblemente ningún efecto notable en desempeño, o posible funcionamiento irregular en ralentí.

#### **CODIGO DE FALLA FC442**

- Descripción: Circuito no conmutado de alimentación de baterías.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: Ninguno en desempeño.

#### **CODIGO DE FALLA FC443**

- Descripción: circuito de alimentación de la posición del acelerador.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: El motor solamente funcionará en ralentí.

#### **CODIGO DE FALLA FC449**

- Descripción: Circuito sensor del sistema hidráulico de combustible.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: El motor tendrá humo negro y funcionará con disminución de potencia.

#### **CODIGO DE FALLA FC451**

- Descripción: Sensor de la presión del riel frontal.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: El motor funcionará con baja potencia.

#### **CODIGO DE FALLA FC452**

- Descripción: Sensor de la presión del riel frontal.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: El motor funcionará con baja potencia.

#### **CODIGO DE FALLA FC465**

- Descripción: Circuito 1 del wastegate.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: El motor funcionará con baja potencia.

#### **CODIGO DE FALLA FC466**

- Descripción: Circuito 1 del servomotor para consumo innecesario.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: El motor funcionará con baja potencia.

#### **CODIGO DE FALLA FC469**

- Descripción: Circuito para el termostato ICON de la cabina.
- Bombillo: Ninguno.
- Efecto: E3 ciclará el motor entre 20 minutos FUNCIONANDO y 15 minutos APAGADO, o no auto arrancará el motor para el Modo de Confort en Cabina. ICON™ no será desactivado. El modo de motor permanecerá activo.

#### **CODIGO DE FALLA FC471**

- Descripción: Nivel bajo de aceite en el Carter.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: El motor puede disminuir su potencia. Posible baja presión de aceite, posible daño severo al motor.

#### **CODIGO DE FALLA FC472**

- Descripción: Circuito sensor de nivel de aceite en el Carter.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: Ninguno en desempeño. Sistema Centinel™ desactivado.

#### **CODIGO DE FALLA FC474**

- Descripción: Circuito del relé para el solenoide de encendido.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: El motor no arrancará o el motor no tendrá protección de bloqueo del motor de arranque.

#### **CODIGO DE FALLA FC475**

- Descripción: Circuito para el gobernador del compresor eléctrico.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: El compresor de aire no se apagará.

#### **CODIGO DE FALLA FC4276**

- Descripción: Circuito para el servomotor del compresor eléctrico.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: El compresor de aire funciona continuamente o no del todo.

#### **CODIGO DE FALLA FC482**

- Descripción: Baja presión de combustible.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: El motor no arranca, tiene baja potencia, puede tener posiblemente humo blanco, o funciona irregularmente.

#### **CODIGO DE FALLA FC483**

- Descripción: Circuito sensor de la presión de riel trasero.
- Bombillo: Amarillo.

- Efecto: El motor funcionará con baja potencia.

#### **CODIGO DE FALLA FC484**

- Descripción: Circuito sensor de la presión de riel trasero.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: El motor funcionará con baja potencia.

#### **CODIGO DE FALLA FC485**

- Descripción: Circuito sensor de la presión de riel trasero.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: El motor regresará a la velocidad de ralentí, luego solamente operará en ralentí o parará.

#### **CODIGO DE FALLA FC486**

- Descripción: Circuito para el sistema de combustible hidráulico.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: Baja potencia o funcionamiento irregular en ralentí.

#### **CODIGO DE FALLA FC489**

- Descripción: Circuito para la entrada auxiliar de velocidad.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: El motor solamente funcionará en ralentí.

#### **CODIGO DE FALLA FC491**

- Descripción: Circuito 2 servomotor de la compuerta de descarga.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: El motor funcionará con baja potencia.

#### **CODIGO DE FALLA FC492**

- Descripción: Circuito 2 servomotor de la compuerta de descarga.

- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: El motor funcionará con baja potencia

#### **CODIGO DE FALLA FC496**

- Descripción: Circuito sensor para la tensión de alimentación.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: El motor no funciona, es difícil de arrancar, o funcionará con disminución de potencia.

#### **CODIGO DE FALLA FC527**

- Descripción: Circuito A para la salida con interruptor.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: Ninguna acción tomada por el módulo de control electrónico (ECM).

#### **CODIGO DE FALLA FC528**

- Descripción: Circuito B para la salida con interruptor.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: Ninguna acción tomada por el módulo de control electrónico (ECM).

#### **CODIGO DE FALLA FC529**

- Descripción: Circuito B para la salida con interruptor.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: Baja potencia o funcionamiento irregular en ralentí.

#### **CODIGO DE FALLA FC536**

- Descripción: Circuito para el solenoide de bloqueo superior 2.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: El solenoide de bloqueo de Top 2 no funcionará apropiadamente. La transmisión no hará los cambios apropiadamente.

**CODIGO DE FALLA FC537**

- Descripción: Circuito para el solenoide de bloqueo superior 2.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: El solenoide de cambio de Top 2 no funcionará apropiadamente. La transmisión no hará los cambios apropiadamente.

**CODIGO DE FALLA FC538**

- Descripción: Circuito para el solenoide de bloqueo superior 2.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: El actuador neutral de Top 2 no funcionará apropiadamente. La transmisión no hará los cambios apropiadamente.

**CODIGO DE FALLA FC541**

- Descripción: Circuito para el interruptor de seguridad /relé ICON.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: El sistema de control de ralentí ICON™ será desactivado. Solamente se permitirá paro obligatorio. El motor puede arrancarse normalmente.

**CODIGO DE FALLA FC544**

- Descripción: Circuito de transmisión superior 2.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: La transmisión Top 2 no será controlada correctamente. La transmisión permanece en modo manual.

**CODIGO DE FALLA FC546**

- Descripción: Circuito sensor de presión de combustible.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: El motor funcionará con baja potencia.

**CODIGO DE FALLA FC547**

- Descripción: Circuito sensor de presión de combustible.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: El motor funcionará con baja potencia.

#### **CODIGO DE FALLA FC551**

- Descripción: Circuito para interrupción validación de marcha en vacío.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: Circuito para interrupción validación de marcha en vacío.

#### **CODIGO DE FALLA FC553**

- Descripción: Circuito para el sistema de combustible hidráulico.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: El motor regresará a la velocidad de ralentí, luego solamente operará en ralentí o parará.

#### **CODIGO DE FALLA FC559**

- Descripción: Circuito para el sistema de combustible hidráulico.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: Baja potencia o funcionamiento irregular en ralentí.

#### **CODIGO DE FALLA FC581**

- Descripción: Circuito sensor restricción de entrada de combustible.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: Monitor de restricción de entrada de combustible desactivado.

#### **CODIGO DE FALLA FC582**

- Descripción: Circuito sensor restricción de entrada de combustible.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: Monitor de restricción de entrada de combustible desactivado.

### **CODIGO DE FALLA FC583**

- Descripción: Circuito sensor restricción de entrada de combustible.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: Se establece la advertencia del monitor de restricción de entrada de combustible.

### **CODIGO DE FALLA FC588**

- Descripción: Circuito para la alarma de arranque del motor.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: El sistema de control de ralentí ICON™ será desactivado. Solamente se permitirá paro obligatorio. La alarma de arranque del motor puede sonar continuamente.

### **CODIGO DE FALLA FC589**

- Descripción: Circuito para la alarma de arranque del motor.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: El sistema de control de ralentí ICON™ será desactivado. Solamente se permitirá paro obligatorio. La alarma de arranque del motor puede sonar continuamente, o no del todo.

### **CODIGO DE FALLA FC595**

- Descripción: Falla protección de sobre velocidad del turbo.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: El motor funcionará con baja potencia.

### **CODIGO DE FALLA FC596**

- Descripción: Circuito comprobador de voltaje (alto voltaje).
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: La lámpara amarilla estará iluminada hasta que se corrija la condición de alto voltaje de la batería.

### **CODIGO DE FALLA FC597**

- Descripción: Circuito comprobador de voltaje (bajo voltaje).
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: La lámpara amarilla estará iluminada hasta que se corrija la condición de bajo voltaje de la batería. El módulo de control electrónico (ECM) puede incrementar la velocidad de ralentí y desactivar el interruptor de decremento de ralentí si está activada aceleración de ralentí. El motor funcionará continuamente si ICON™ está activo (solamente automotriz).

### **CODIGO DE FALLA FC598**

- Descripción: Circuito para el voltaje de tensión de alimentación.
- Bombillo: Rojo.
- Efecto: La lámpara roja estará iluminada hasta que se corrija la condición de muy bajo voltaje de la batería. El módulo de control electrónico (ECM) puede incrementar la velocidad de ralentí y desactivar el interruptor de decremento de ralentí si está activada aceleración de ralentí. El motor funcionará continuamente si ICON™ está activo (solamente automotriz).

### **CODIGO DE FALLA FC731**

- Descripción: Sensor de velocidad del motor y del eje de levas.
- Bombillo: Ninguno
- Efecto: El motor funcionará con baja potencia. Humo excesivo, arranque difícil, y posible funcionamiento irregular en ralentí.

### **CODIGO DE FALLA FC753**

- Descripción: circuito sensor de la velocidad del motor.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: Baja potencia, funcionamiento irregular en ralentí, o posible humo blanco.

#### **CODIGO DE FALLA FC755**

- Descripción: Inyector de combustible.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: El motor tendrá fallas de encendido.

#### **CODIGO DE FALLA FC758**

- Descripción: Inyector de combustible.
- Bombillo: Amarillo.
- Efecto: El motor tendrá fallas de encendido.

#### **CODIGO DE FALLA FC784**

- Descripción: Circuito del control crucero adaptable.
- Bombillo: Ninguno.
- Efecto: Control de crucero adaptable no operará. Control de crucero estándar puede no operar.

#### **CODIGO DE FALLA FC951**

- Descripción: Desequilibrio de potencia entre cilindros.
- Bombillo: Ninguno.
- Efecto: El motor puede tener funcionamiento irregular en ralentí o fallas de encendido.

#### **MATRIZ DE MANTENIMIENTO**

Después de analizar todas las variables de QSRT y mostrar de forma práctica los datos suministrados por la plataforma, es fundamental entregar un plan de mantenimiento basado en la información que suministra el programa. En el ANEXO D se encuentra una matriz de mantenimiento basada en un modelo RCM, en la cual se describen las funciones de los sistemas, las fallas funcionales,

modos de falla, tipos de decisión, descripción de la tarea y la frecuencia en que se debe realizar las actividades. Todo este esquema de matriz de mantenimiento está asociado a los códigos de falla generados por QSRT, con la cual se pretenden entregar un soporte más amplio de cuáles son las acciones a ejecutar en dado caso que se presente un código de falla. Esta matriz evoluciona los actuales estándares de procesos de mantenimiento de equipo móvil, ya que las compañías de transporte sólo realizan mantenimientos correctivos y preventivos, estipulados por la experiencia del personal de mantenimiento.

Esta poderosa herramienta en conjunto con el análisis estadístico realizado para poder observar las tendencias de códigos de falla y pre alarmas sirve de soporte técnico para la toma de decisiones de mantenimiento. También es posible crear modelos de mantenimiento basado en la estadística brindada por el programa y de esta forma reducir el costo por kilómetro de los vehículos.

## 6. CONCLUSIONES

Los modelos actuales de mantenimiento implementados en el sector transporte se encuentran obsoletos para las demandas del mercado actual, debido a que estos no están cumpliendo los requerimientos de disponibilidad y confiabilidad exigidos por los clientes del sector transporte.

Actualmente las compañías de telemetría están en capacidad de suministrar mucha información sobre la operación y variables de los equipos; pero lo realmente importante es poder aplicar matrices y programas que permitan darle un uso útil a dicha información.

La estrategia de servicio de mantenimiento no consiste en aumentar la capacidad instalada de los talleres, sino en la capacidad de aprovechar la evolución de la tecnología para atender el equipo en los trayectos que recorra; de esta forma se aumenta la disponibilidad de la flota evitando la pérdida de tiempo innecesario, el cual es ocasionado por códigos que pueden ser solucionados en carretera o remotamente.

En el sector transporte no es común llevar históricos de mantenimiento, por lo cual QSRT se convierte en una herramienta para almacenar dicha información y poder gestionar de mejor forma los sucesos que se presenten.

Poder validar en tiempo real tanto los parámetros de operación como el funcionamiento del motor permite realizar análisis de causa raíz más certeros en el momento que se presente una falla.

Al gestionar la información del motor en tiempo real permite tomar acciones proactivas que van en aras de aumenta la vida útil de los equipos monitoreados.

Anteriormente no se conocían las repercusiones de una mala operación de los motores, lo cual con llevaba a un alto consumo de combustible; en la actualidad conociendo todos los factores que infieren en el consumo, se pueden generar planes proactivos para que los conductores operen el motor eficientemente.

Es fundamental que la información suministrada por QSRT sea gestionada correctamente, haciendo referencia a validar las tendencias, validar el impacto de los códigos y gestionar oportunamente en los equipos, ya que si se limita únicamente a la información suministrada por el centro de control la confiabilidad y disponibilidad de la flota nunca aumentaran.

## BIBLIOGRAFIA

C3 COMUNICAMOS SU ESTRATEGIA. Historia organización Equitel. 15 de febrero de 2014. Consultada el: 15 de junio de 2014. Disponible en internet: <[www.equitel.com.co](http://www.equitel.com.co)>

CUMMINS DE LOS ANDES. Programa QSRT QuickServe Real Time. 10 de noviembre de 2013. Consultada el: 14 de junio de 2014. Disponible en internet: <[www.cumandes.com.co](http://www.cumandes.com.co)>

EL MUNDO DE LAS MÁQUINAS. Qué es un módulo de control electrónico. 19 julio 2013. Consultada el: 29 de junio de 2014. Disponible en internet: <<http://solucionar-problemas-maquinaria.blogspot.com/2013/07/que-es-un-modulo-de-control-electronico.html>>

QUICKSERVE ON LINE. Manual de servio Cummins para motores ISX. 27 marzo 2014. Consultada el: 29 junio de 2014. Disponible en internet: <<https://quickserve.cummins.com/qs3/portal/service/manual/es/es3150971/>>.

QUICKSERVE ON LINE. Módulo profesional de partes. 27 marzo 2014. Consultada el: 29 junio 2014. Disponible en internet: <<https://partspro.cummins.com/partspro/index.php>>

WIKIPEDIA. Cummins Inc. 25 de junio de 2014, a las 14:40. Consultada el: 29 de junio de 2014. Disponible en internet: <[http://es.wikipedia.org/wiki/Cummins\\_Inc](http://es.wikipedia.org/wiki/Cummins_Inc)>