DIAGNÓSTICO TÉCNICO VEHICULO COMPACTADOR DE RESIDUOS DE PLACAS OJX PROPIEDAD DEL MUNICIPIO DE AQUITANIA

INTRODUCCIÓN

El servicio público domiciliario de aseo constituye una actividad esencial para garantizar condiciones adecuadas de salubridad, protección ambiental y calidad de vida de la población. Dentro de la operación de dicho servicio, la recolección y transporte de residuos sólidos representa una de las etapas de mayor importancia, toda vez que permite evitar la acumulación de residuos en las vías públicas, controlar focos de contaminación y asegurar el adecuado manejo de los desechos generados por los usuarios.

Para el desarrollo de estas actividades, el Municipio de Aquitania dispone de un vehículo recolector compactador de residuos sólidos identificado con placas **OJX-407**, el cual ha sido diseñado para soportar labores continuas de recolección, compactación y transporte de residuos domiciliarios. Este tipo de vehículo opera bajo condiciones severas de servicio, caracterizadas por frecuentes ciclos de arranque y parada, funcionamiento prolongado a bajas velocidades, operación con altas cargas, accionamiento permanente del sistema hidráulico del compactador y desplazamiento sobre vías con pendientes pronunciadas y superficies irregulares.

Las condiciones anteriormente descritas generan esfuerzos mecánicos y térmicos considerablemente superiores a los experimentados por vehículos destinados al transporte convencional, ocasionando un desgaste acelerado de los componentes internos del motor y de los sistemas auxiliares asociados a su funcionamiento.

Con el transcurso del tiempo y las horas de operación acumuladas, el motor del vehículo ha presentado una disminución progresiva en su desempeño, evidenciada mediante pérdida de potencia, incremento del consumo de lubricante, disminución de la eficiencia del sistema de combustión, alteraciones en la presión de aceite, aumento de la temperatura de operación y fallas recurrentes que afectan la confiabilidad mecánica del equipo.

Estas condiciones hacen necesario realizar una evaluación técnica integral del motor con el propósito de determinar el alcance de los daños existentes, establecer las necesidades reales de intervención y definir las actividades requeridas para recuperar las condiciones normales de funcionamiento del vehículo.

El presente diagnóstico técnico constituye el soporte que permite justificar la necesidad de contratar el suministro de bienes y servicios destinados a la reparación integral del motor, garantizando que las actividades a desarrollar respondan a criterios técnicos de mantenimiento mayor y recuperación de la capacidad operativa del vehículo, asegurando la continuidad en la prestación del servicio público domiciliario de aseo.

OBJETIVO DEL DIAGNÓSTICO

Realizar la evaluación técnica integral del motor del vehículo recolector compactador de residuos sólidos de placas OJX-407, con el fin de identificar el estado de sus componentes mecánicos, eléctricos, electrónicos y sistemas auxiliares, determinando las actividades de suministro e instalación de repuestos, así como los procedimientos técnicos especializados necesarios para restablecer las condiciones originales de funcionamiento, confiabilidad y seguridad operacional del equipo.

Objetivos específicos

- Determinar el estado general del motor mediante su desmontaje e inspección técnica.
- Evaluar el grado de desgaste de los componentes estructurales del motor.
- Identificar los sistemas que presentan deterioro mecánico debido al tiempo de servicio y condiciones de operación.
- Verificar el estado funcional de los sistemas de lubricación, refrigeración, distribución, alimentación, inyección, admisión, escape y control electrónico.
- Determinar la necesidad de reemplazo de los componentes cuya vida útil ha sido superada o presentan daños incompatibles con una operación segura.
- Justificar técnicamente la necesidad de efectuar una reparación integral
- Garantizar que la intervención permita recuperar la confiabilidad mecánica y operacional del vehículo recolector.

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL VEHÍCULO

El vehículo objeto del presente diagnóstico corresponde a un recolector compactador de residuos sólidos utilizado para la prestación del servicio público domiciliario de aseo del Municipio de Aquitania.

Su función consiste en efectuar diariamente la recolección de residuos sólidos ordinarios y orgánicos generados por los usuarios del servicio, transportándolos hasta el sitio autorizado para su disposición final.

Desde el punto de vista mecánico, este tipo de vehículo se diferencia de un camión convencional debido a que, además de movilizar su propio peso y la carga transportada, debe suministrar potencia permanente al sistema hidráulico encargado de accionar el mecanismo de compactación.

En consecuencia, el motor trabaja simultáneamente en dos condiciones de elevada exigencia:

- proporcionar la potencia necesaria para el desplazamiento del vehículo;
- suministrar energía mecánica al sistema hidráulico encargado de comprimir los residuos sólidos durante la operación de recolección.

Esta condición incrementa considerablemente las cargas aplicadas sobre el conjunto motor, especialmente sobre los sistemas de combustión, lubricación, refrigeración, distribución y transmisión de potencia.

Adicionalmente, el municipio presenta características topográficas que obligan al vehículo a operar en pendientes continuas, incrementando los esfuerzos torsionales sobre el cigüeñal, las bielas, los pistones y los componentes internos del motor.

La operación diaria implica múltiples ciclos de aceleración, desaceleración y ralentí, así como frecuentes cambios de régimen de carga, circunstancias que aceleran el desgaste por fatiga de los componentes móviles y reducen progresivamente la eficiencia mecánica del conjunto motriz.

CONDICIONES DE OPERACIÓN DEL MOTOR

El motor instalado en un vehículo recolector compactador trabaja bajo un régimen de servicio considerado severo dentro de la ingeniería automotriz.

A diferencia de un vehículo de carga convencional, donde el motor opera durante largos periodos a velocidad constante, un recolector de residuos sólidos realiza cientos de detenciones y arranques durante una sola jornada de trabajo.

Cada ciclo de arranque implica un incremento transitorio del esfuerzo sobre el sistema de lubricación, el cigüeñal, las bielas, el volante motor y el sistema de distribución.

De igual manera, durante las operaciones de compactación el motor permanece funcionando a un régimen elevado mientras acciona la bomba hidráulica, situación que incrementa significativamente la temperatura del aceite lubricante, del refrigerante y de todos los componentes internos.

Las continuas variaciones de temperatura producen fenómenos de expansión y contracción en el bloque del motor, culata, camisas y pistones, favoreciendo la aparición de deformaciones, pérdida de tolerancias mecánicas y desgaste acelerado de los elementos sometidos a fricción.

A ello se suma la presencia de partículas propias del proceso normal de combustión, residuos de carbón, depósitos de aceite y contaminantes que, con el paso del tiempo, disminuyen la eficiencia del sistema de lubricación y aceleran el deterioro de cojinetes, camisas, anillos, árbol de levas y demás componentes móviles.

Las condiciones descritas permiten concluir que el motor del vehículo recolector trabaja permanentemente bajo factores de carga superiores a los de un vehículo convencional, razón por la cual requiere intervenciones especializadas cuando alcanza niveles importantes de desgaste.

METODOLOGÍA DEL DIAGNÓSTICO

Con el propósito de determinar el estado real del motor y establecer el alcance de la reparación requerida, la evaluación técnica debe desarrollarse mediante un procedimiento sistemático que permita inspeccionar individualmente cada uno de los sistemas que conforman el conjunto motriz.

La metodología contempla las siguientes etapas:

Inspección preliminar

Se realiza una evaluación inicial del estado general del vehículo, verificando el comportamiento del motor antes de su desmontaje, identificando síntomas asociados a pérdida de potencia, ruidos anormales, vibraciones, fugas de fluidos, incremento de temperatura, emisiones visibles y funcionamiento de los sistemas auxiliares.

Esta fase permite establecer un diagnóstico inicial y orientar la inspección posterior.

Desmontaje controlado

Posteriormente se efectúa el desmontaje técnico del motor mediante procedimientos que garanticen la conservación e identificación de todos los componentes retirados.

Durante esta etapa se realiza la desconexión del sistema eléctrico, sensores electrónicos, arnés principal, sistema de combustible, admisión, escape, refrigeración y demás accesorios periféricos, procediendo posteriormente a la extracción completa del motor del vehículo.

Cada componente retirado es identificado, clasificado y organizado para facilitar su inspección individual.

Limpieza técnica

Todos los componentes desmontados deben ser sometidos a procesos de limpieza mecánica y química que permitan eliminar residuos de aceite carbonizado, depósitos de carbón, partículas metálicas y demás contaminantes que puedan dificultar la evaluación de su estado real.

La limpieza constituye una etapa indispensable para detectar fisuras, deformaciones, desgaste superficial o cualquier otra condición que comprometa la integridad estructural de las piezas.

Inspección y evaluación técnica

Una vez limpios los componentes, se procede a verificar el estado funcional de cada sistema del motor, evaluando el desgaste de las superficies de contacto, el estado de los elementos móviles, los componentes de sellado, los mecanismos de distribución, el sistema de lubricación, refrigeración, alimentación, sobrealimentación, sistemas eléctricos y electrónicos, así como los accesorios complementarios.

La información obtenida durante esta etapa constituye el fundamento técnico para definir la necesidad de reemplazo de componentes y establecer el alcance de la reparación integral.

DIAGNÓSTICO TÉCNICO DEL MOTOR

Una vez efectuado el desmontaje del conjunto motriz y realizadas las actividades preliminares de inspección, clasificación y limpieza de los componentes, se procedió a evaluar el estado funcional de cada uno de los sistemas que integran el motor.

El análisis permitió establecer que el desgaste observado no corresponde a un daño puntual o aislado, sino a un deterioro progresivo ocasionado por las condiciones normales de operación, el tiempo de servicio y los esfuerzos mecánicos y térmicos a los cuales ha estado sometido el vehículo durante su vida útil.

Las afectaciones identificadas comprometen simultáneamente elementos estructurales, componentes móviles, sistemas de lubricación, distribución, refrigeración, alimentación, control electrónico y accesorios periféricos, razón por la cual la reparación debe ejecutarse bajo un criterio de intervención integral y no mediante sustituciones parciales.

Desmonte técnico del motor

El desmontaje del motor constituye la primera etapa del proceso de recuperación mecánica y debe ejecutarse siguiendo procedimientos técnicos que permitan preservar la integridad de los componentes, evitar daños adicionales y garantizar la correcta identificación de cada elemento para su posterior inspección.

Inicialmente se realiza la desconexión del sistema eléctrico del motor, incluyendo sensores, conectores, actuadores, módulos de control y el arnés principal, evitando la generación de cortocircuitos o daños en los componentes electrónicos durante las labores de desmontaje.

Posteriormente se efectúa el drenaje total del aceite lubricante y del refrigerante del motor, procedimiento indispensable para evitar contaminación de los componentes internos y facilitar la inspección de posibles partículas metálicas, residuos de carbón, presencia de agua, emulsiones o cualquier otro indicio de deterioro interno.

Una vez retirados los fluidos, se procede al desmontaje del sistema de admisión, múltiple de escape, líneas de combustible, radiador, sistema de enfriamiento, alternador, motor de arranque, bomba hidráulica acoplada, accesorios periféricos y demás elementos externos, permitiendo finalmente la extracción completa del motor del chasis.

La extracción del conjunto motriz debe realizarse utilizando equipos de elevación apropiados que garanticen la estabilidad del motor y eviten esfuerzos que puedan producir deformaciones adicionales en el bloque o en la culata.

Finalmente, todas las piezas retiradas son clasificadas, identificadas y organizadas de acuerdo con el sistema al cual pertenecen, permitiendo desarrollar una inspección técnica individualizada que facilite la determinación del alcance de la reparación.

6.2 Diagnóstico técnico del bloque del motor

El bloque del motor constituye la estructura principal sobre la cual se soportan todos los sistemas mecánicos del conjunto motriz. En él se alojan los cilindros, los apoyos del cigüeñal, los conductos internos de lubricación y refrigeración, así como las superficies de acoplamiento para la culata y los diferentes componentes auxiliares.

Durante la operación normal del vehículo, el bloque está sometido de manera permanente a esfuerzos de compresión, flexión, torsión y expansión térmica. Cada explosión generada durante el proceso de combustión transmite cargas dinámicas directamente hacia el bloque, mientras que las variaciones de temperatura provocan continuos ciclos de dilatación y contracción del material.

En vehículos recolectores compactadores estos esfuerzos resultan considerablemente superiores debido a la operación permanente bajo carga, al accionamiento continuo del sistema hidráulico de compactación y a las frecuentes aceleraciones y desaceleraciones propias del proceso de recolección de residuos.

Como consecuencia de estas condiciones de trabajo, el bloque puede presentar desgaste en los alojamientos de bancada, deformaciones en las superficies de apoyo, pérdida de concentricidad entre cilindros, desgaste de los alojamientos de camisas y alteraciones dimensionales que afectan directamente la alineación del conjunto rotativo.

Cuando estas tolerancias exceden los valores permitidos por el fabricante, el motor comienza a presentar pérdida de compresión, incremento del consumo de lubricante, disminución de potencia, aumento de vibraciones y desgaste acelerado de los componentes internos.

Teniendo en cuenta que el bloque constituye el elemento estructural sobre el cual se soporta la totalidad del motor, cualquier deformación o deterioro compromete la confiabilidad de la reparación, razón por la cual resulta técnicamente necesario efectuar su reemplazo para garantizar que todos los componentes nuevos trabajen dentro de las tolerancias de diseño.

En consecuencia, se justifica el suministro e instalación del bloque motor, conforme a las especificaciones técnicas establecidas para el equipo.

6.3 Diagnóstico técnico de las camisas de cilindro

Las camisas constituyen la superficie sobre la cual se desplazan los pistones durante el ciclo de funcionamiento del motor. Su función consiste en soportar las elevadas presiones generadas durante la combustión y proporcionar una superficie de baja fricción para el desplazamiento de los anillos.

Durante miles de horas de funcionamiento, las camisas están sometidas a fenómenos de abrasión producidos por partículas microscópicas presentes en el lubricante, desgaste adhesivo ocasionado por el contacto continuo con los anillos, esfuerzos térmicos derivados de la combustión y fenómenos de cavitación generados por las vibraciones del sistema de refrigeración.

La combinación de estos factores produce pérdida del acabado superficial, incremento del diámetro interno, ovalización, formación de escalones en la parte superior del cilindro y disminución de la capacidad de sellado entre los anillos y la pared del cilindro.

Estas condiciones generan disminución de la presión efectiva de combustión, paso de gases hacia el cárter (blow-by), incremento del consumo de aceite, emisiones de humo y reducción del rendimiento general del motor.

Por tratarse de un elemento fundamental para garantizar la recuperación de la compresión del motor, resulta técnicamente indispensable el suministro e instalación de un nuevo conjunto de camisas compatibles con las especificaciones del fabricante.

6.4 Diagnóstico técnico de la culata

La culata constituye el componente encargado de sellar la cámara de combustión y alojar el sistema de válvulas, conductos de admisión y escape, inyectores y diferentes elementos de control del proceso de combustión.

Durante la operación normal del motor, la culata trabaja sometida a temperaturas que pueden superar los 600 °C en la zona de las cámaras de combustión, mientras que el sistema de refrigeración mantiene diferencias térmicas significativas entre distintas regiones de la pieza.

Estas condiciones generan esfuerzos térmicos permanentes que, con el paso del tiempo, pueden producir deformaciones, fisuras microscópicas, pérdida del paralelismo entre superficies de apoyo y deterioro de los alojamientos de válvulas.

Adicionalmente, el continuo impacto de las válvulas sobre sus asientos provoca desgaste progresivo que altera el sellado de la cámara de combustión y reduce la eficiencia del motor.

Una culata deteriorada ocasiona pérdida de compresión, incremento del consumo de combustible, disminución de potencia, dificultad de arranque y elevación de la temperatura de operación.

De igual manera, el deterioro de las guías y sellos de válvula facilita el ingreso de aceite a la cámara de combustión, incrementando el consumo de lubricante y la emisión de humo por el sistema de escape.

Considerando que la culata constituye uno de los elementos de mayor responsabilidad estructural dentro del motor, resulta técnicamente procedente efectuar el suministro e instalación de una culata completamente ensamblada, incluyendo válvulas, guías, resortes, sellos y todos los componentes necesarios para garantizar el correcto funcionamiento del sistema.

Posteriormente deberá realizarse la calibración de válvulas y la verificación de las holguras establecidas por el fabricante.

Diagnóstico técnico del conjunto cigüeñal

El cigüeñal transforma el movimiento alternativo de los pistones en movimiento rotacional, transmitiendo la potencia desarrollada durante la combustión hacia el sistema de transmisión del vehículo.

Durante su operación soporta cargas cíclicas extremadamente elevadas originadas por las explosiones sucesivas de cada cilindro, así como esfuerzos torsionales, flexionales y vibratorios generados por las variaciones permanentes de carga del motor.

En un vehículo recolector compactador estas solicitaciones aumentan debido a la operación simultánea del sistema hidráulico y al transporte continuo de cargas elevadas.

Como consecuencia de estas condiciones pueden presentarse desgastes en los muñones principales y de biela, pérdida del acabado superficial, alteración de la dureza por fatiga, fisuras por esfuerzos alternantes y disminución de la concentricidad del eje.

Estas condiciones afectan directamente la presión del sistema de lubricación, incrementan el desgaste de los cojinetes y generan vibraciones que comprometen la estabilidad del motor.

Por esta razón, la intervención contempla el suministro e instalación del conjunto cigüeñal, permitiendo restablecer las condiciones originales de alineación y funcionamiento del sistema rotativo.

Diagnóstico técnico de los cojinetes de bancada

Los cojinetes de bancada constituyen los elementos encargados de soportar el cigüeñal y permitir su rotación mediante una película hidrodinámica de aceite.

Su funcionamiento depende de tolerancias extremadamente precisas entre el cigüeñal, el cojinete y el bloque del motor.

Cuando el motor ha operado durante largos periodos o ha sufrido disminuciones de presión de aceite, la película lubricante pierde espesor y comienza el contacto metálico entre superficies.

Como consecuencia aparecen rayaduras, desprendimiento del material antifricción, deformaciones, pérdida de espesor y aumento de la holgura entre componentes.

Estas condiciones reducen significativamente la presión de aceite y aceleran el desgaste de todo el conjunto rotativo.

Por ello resulta técnicamente necesario reemplazar la totalidad de los cojinetes de bancada junto con sus elementos asociados y verificar posteriormente el correcto ajuste del conjunto mediante procedimientos de montaje y aplicación de torques conforme a las especificaciones del fabricante.

Diagnóstico técnico del conjunto de bielas

Las bielas constituyen el elemento mecánico encargado de transmitir la fuerza generada por la combustión desde los pistones hasta el cigüeñal, convirtiendo el movimiento lineal alternativo en movimiento rotacional. Debido a esta función, son componentes sometidos a elevados esfuerzos de compresión, tracción, flexión y fatiga durante cada ciclo de funcionamiento del motor.

En un motor diésel destinado a un vehículo recolector compactador, las cargas que actúan sobre las bielas son considerablemente superiores a las de un vehículo de uso convencional. La operación continua bajo altas cargas, los frecuentes cambios de régimen del motor, el accionamiento permanente del sistema hidráulico de compactación y las condiciones topográficas del municipio generan esfuerzos repetitivos que aceleran el deterioro de estos componentes.

Durante la inspección técnica deben verificarse aspectos como la rectitud de las bielas, el estado de los alojamientos para los cojinetes, la concentricidad entre el extremo mayor y el extremo menor, la presencia de deformaciones por fatiga, fisuras superficiales y el desgaste ocasionado por deficiencias en la lubricación.

Cuando una biela presenta deformaciones, incluso dentro de rangos aparentemente pequeños, se altera la geometría del movimiento del pistón dentro del cilindro. Esto ocasiona un desgaste irregular de las camisas, incrementa la fricción entre componentes, aumenta las cargas laterales sobre los pistones y disminuye la eficiencia mecánica del motor.

Asimismo, el desgaste de los alojamientos para los cojinetes impide mantener la película hidrodinámica de aceite necesaria para un funcionamiento adecuado, favoreciendo el contacto metálico entre las superficies y acelerando el deterioro del cigüeñal.

Considerando que el conjunto de bielas trabaja en permanente interacción con el cigüeñal, los pistones y las camisas, la sustitución de este sistema resulta técnicamente necesaria para garantizar la confiabilidad de la reparación integral y asegurar que todos los componentes del conjunto rotativo trabajen dentro de las tolerancias establecidas por el fabricante.

Una vez instaladas las nuevas bielas, deberá realizarse el ajuste de los tornillos mediante llave dinamométrica, aplicando los valores de torque especificados por el fabricante y verificando la correcta alineación del conjunto.

6.8 Diagnóstico técnico de pistones, anillos y pasadores

Los pistones constituyen uno de los principales elementos del proceso de combustión. Su función consiste en recibir la presión generada por la explosión del combustible y transmitir dicha energía hacia las bielas.

Durante su funcionamiento están sometidos simultáneamente a elevadas temperaturas, altas presiones de combustión, fricción continua contra las paredes de las camisas y esfuerzos alternantes que se repiten miles de veces por minuto.

Como consecuencia del uso prolongado, los pistones pueden presentar desgaste en las ranuras de los anillos, deformaciones por temperatura, pérdida de material en la falda, desgaste del alojamiento del pasador y microfisuras derivadas de los esfuerzos térmicos y mecánicos.

Estas condiciones alteran el equilibrio dinámico del conjunto móvil y reducen significativamente la eficiencia del proceso de combustión.

Los anillos de compresión y de control de aceite cumplen la función de sellar la cámara de combustión, impedir el paso de gases hacia el cárter y controlar la cantidad de aceite presente sobre las paredes de los cilindros.

Con el tiempo, los anillos pierden elasticidad debido a la fatiga térmica, presentan desgaste por fricción y disminuyen su capacidad de sellado. Como consecuencia se produce pérdida de compresión, incremento del fenómeno conocido como *blow-by*, aumento del consumo de aceite lubricante, disminución de la potencia efectiva y mayor emisión de contaminantes.

Los pasadores de pistón y sus respectivos seguros también están sometidos a esfuerzos de fatiga y desgaste por contacto continuo con la biela y el pistón. La pérdida de tolerancias en estos componentes genera golpeteos internos, vibraciones y deterioro acelerado del conjunto móvil.

Desde el punto de vista técnico, la sustitución integral de pistones, anillos, pasadores y seguros constituye una condición indispensable para recuperar la presión de compresión del motor y restablecer la eficiencia del proceso de combustión.

Una reparación parcial en este sistema impediría aprovechar las condiciones dimensionales de los demás componentes nuevos, reduciendo significativamente la vida útil de la intervención.

Diagnóstico técnico del sistema de distribución

El sistema de distribución tiene como finalidad sincronizar el movimiento del cigüeñal con el árbol de levas, permitiendo la apertura y cierre de las válvulas de admisión y escape en el momento exacto establecido por el diseño del motor.

Este sistema está conformado principalmente por el árbol de levas, taqués, engranajes de distribución y demás elementos encargados de transmitir el movimiento desde el cigüeñal hacia el mecanismo de accionamiento de las válvulas.

Durante la operación continua del vehículo, estos componentes experimentan desgaste progresivo debido a la fricción, la fatiga superficial, la presión ejercida entre las superficies de contacto y las condiciones propias de lubricación.

El árbol de levas puede presentar desgaste en los lóbulos, pérdida de altura efectiva, deformaciones o deterioro de las superficies endurecidas. Cuando ello ocurre, disminuye el levantamiento de las válvulas, reduciendo el ingreso de aire y la evacuación de los gases de combustión.

Los taqués, por su parte, pueden presentar desgaste en las superficies de contacto, pérdida de paralelismo y alteraciones dimensionales que afectan la transmisión uniforme del movimiento.

Los engranajes de distribución también están expuestos a desgaste de sus dientes, fatiga por contacto y pérdida de precisión en el sincronismo.

La alteración de cualquiera de estos componentes modifica los tiempos de apertura y cierre de válvulas, afectando directamente la eficiencia volumétrica del motor, incrementando el consumo de combustible y reduciendo la potencia disponible.

Por estas razones, la reparación contempla el suministro e instalación de un nuevo árbol de levas, taqués y engranajes compatibles con las especificaciones del motor, realizando posteriormente la sincronización completa y la verificación del correcto funcionamiento del sistema de distribución.

Diagnóstico técnico del sistema de lubricación

El sistema de lubricación constituye uno de los mecanismos de protección más importantes del motor, ya que su función es suministrar una película continua de aceite entre todas las superficies móviles, reduciendo la fricción, disipando calor y evitando el desgaste prematuro de los componentes.

La bomba de aceite es el elemento encargado de mantener la presión necesaria para garantizar el flujo permanente del lubricante hacia cojinetes, cigüeñal, árbol de levas, pistones y demás componentes internos.

Durante el funcionamiento prolongado del motor, la bomba puede presentar desgaste en sus engranajes o rotores, incremento de las holguras internas y disminución de su capacidad de generar presión.

Estas condiciones ocasionan una reducción del espesor de la película lubricante, favoreciendo el contacto directo entre superficies metálicas y acelerando el deterioro del conjunto rotativo.

El filtro de aceite cumple la función de retener partículas metálicas, residuos de combustión y otros contaminantes presentes en el lubricante. Con el tiempo, su capacidad de filtración disminuye, incrementando el riesgo de circulación de partículas abrasivas por el interior del motor.

Durante la reparación integral resulta indispensable sustituir tanto la bomba de aceite como el filtro, efectuando posteriormente la verificación de la presión del sistema mediante instrumentos de medición calibrados y comprobando la ausencia de fugas en todos los conductos y puntos de conexión.

Estas actividades permiten asegurar una lubricación adecuada del motor desde el momento de su puesta en funcionamiento, protegiendo la totalidad de los componentes nuevos instalados.

Diagnóstico técnico del sistema de refrigeración

El sistema de refrigeración tiene como finalidad mantener la temperatura de operación del motor dentro de los rangos establecidos por el fabricante, evitando el sobrecalentamiento de los componentes internos y garantizando la estabilidad dimensional de las piezas sometidas a altas temperaturas.

La bomba de agua es el elemento encargado de mantener la circulación continua del refrigerante a través del bloque, la culata, el radiador y los demás componentes del sistema.

Durante la vida útil del motor, la bomba puede presentar desgaste en el impulsor, deterioro de los rodamientos, pérdida de hermeticidad en los sellos mecánicos y disminución de su capacidad hidráulica.

Cuando el caudal de refrigerante disminuye, se incrementa la temperatura de operación del motor, favoreciendo deformaciones en la culata, deterioro de empaques, pérdida de lubricación y reducción de la vida útil de los componentes internos.

Adicionalmente, el enfriador de aceite desempeña un papel fundamental en el control térmico del lubricante, permitiendo disipar parte del calor generado durante la combustión. El deterioro de sus empaques puede originar fugas de aceite o refrigerante, e incluso contaminación cruzada entre ambos fluidos.

Por ello, la intervención contempla la instalación de una nueva bomba de agua, la revisión técnica del enfriador de aceite y el reemplazo de sus empaques, verificando posteriormente el correcto funcionamiento del sistema de refrigeración y la estabilidad de la temperatura del motor durante las pruebas operacionales.

Diagnóstico técnico del sistema de alimentación e inyección de combustible

El sistema de alimentación e inyección constituye uno de los conjuntos de mayor importancia en un motor diésel, debido a que su función consiste en suministrar el combustible en la cantidad, presión y momento exactos requeridos para lograr una combustión eficiente. El adecuado funcionamiento de este sistema influye directamente en la potencia desarrollada por el motor, el consumo específico de combustible, la estabilidad de marcha, las emisiones contaminantes y la vida útil de los componentes internos.

En un vehículo recolector compactador, el motor opera durante extensas jornadas bajo condiciones de carga variable, frecuentes aceleraciones, ralentí prolongado y accionamiento simultáneo del sistema hidráulico de compactación. Estas condiciones generan una elevada exigencia sobre el sistema de inyección, aumentando el desgaste de los inyectores, las líneas de combustible y los elementos de alta presión.

Durante el funcionamiento continuo, los inyectores están expuestos a depósitos carbonosos, contaminación del combustible, desgaste de las agujas de pulverización y alteraciones en los patrones de inyección. Estas condiciones producen una deficiente atomización del combustible, combustiones incompletas y una disminución del rendimiento térmico del motor.

Los síntomas asociados a este tipo de deterioro incluyen pérdida de potencia, incremento del consumo de combustible, emisiones excesivas de humo, dificultades en el arranque, funcionamiento irregular al ralentí y aumento de la temperatura de combustión.

Por esta razón, la intervención contempla un diagnóstico especializado del sistema de inyección utilizando equipos de medición y verificación apropiados, con el fin de determinar el estado funcional de los inyectores y de los componentes asociados.

De acuerdo con el alcance definido para la reparación integral, resulta técnicamente procedente el suministro e instalación de un nuevo juego de inyectores compatibles con las especificaciones del motor, acompañado de la limpieza de las líneas de combustible y la inspección integral de los conductos de alimentación. Estas actividades garantizan una adecuada dosificación del combustible, restablecen la eficiencia del proceso de combustión y reducen el riesgo de fallas prematuras derivadas de una inyección deficiente.

Diagnóstico técnico del sistema de admisión

El sistema de admisión tiene como finalidad conducir el aire limpio hacia las cámaras de combustión, asegurando el volumen necesario para el proceso de mezcla y combustión del combustible inyectado.

Durante el tiempo de servicio del vehículo, los ductos y el múltiple de admisión acumulan residuos de aceite, partículas de polvo, depósitos de carbón y otros contaminantes que reducen el flujo de aire hacia el motor. Esta restricción disminuye la eficiencia volumétrica del sistema, afectando la relación aire-combustible y reduciendo el desempeño general del motor.

Asimismo, los empaques del múltiple de admisión están sometidos a elevadas temperaturas, vibraciones y esfuerzos mecánicos que ocasionan pérdida de elasticidad y de capacidad de sellado. Las fugas de aire no controladas alteran las condiciones de funcionamiento del sistema de gestión del motor y afectan la correcta lectura de los sensores asociados.

Como parte de la reparación integral se contempla la limpieza técnica del sistema de admisión, la inspección de todos los ductos y la sustitución de los empaques del múltiple de admisión, garantizando un sellado adecuado y un flujo uniforme de aire hacia las cámaras de combustión.

Diagnóstico técnico del sistema de escape y turbocompresor

El sistema de escape permite evacuar los gases generados durante la combustión, mientras que el turbocompresor aprovecha parte de la energía contenida en dichos gases para incrementar la cantidad de aire admitida por el motor, mejorando la eficiencia de combustión y el rendimiento general.

Durante el funcionamiento continuo del vehículo, el turbocompresor trabaja a velocidades extremadamente elevadas y bajo condiciones térmicas severas. Estas características hacen que sus componentes internos sean especialmente sensibles a deficiencias en la lubricación, contaminación del aceite y desgaste progresivo de sus elementos móviles.

El deterioro del conjunto puede manifestarse mediante pérdida de presión de sobrealimentación, incremento del consumo de aceite, disminución de potencia y emisiones anormales por el sistema de escape.

Adicionalmente, los empaques que garantizan la hermeticidad entre el turbocompresor y los múltiples de admisión y escape están sometidos a ciclos térmicos permanentes que deterioran progresivamente sus propiedades mecánicas.

Por lo anterior, la reparación integral contempla el diagnóstico técnico del turbocompresor, la inspección de su funcionamiento y el reemplazo de los empaques correspondientes, garantizando la correcta estanqueidad del sistema y evitando pérdidas de presión o fugas de lubricante.

Diagnóstico técnico del sistema eléctrico y electrónico del motor

Los motores diésel modernos incorporan sistemas electrónicos encargados de supervisar y controlar múltiples variables de funcionamiento mediante sensores distribuidos en diferentes puntos del motor.

Estos dispositivos permiten monitorear parámetros como la posición del árbol de levas, presión absoluta del múltiple de admisión, flujo de aire, temperatura del refrigerante, presión de aceite y demás variables necesarias para el funcionamiento eficiente del sistema de inyección.

El arnés eléctrico constituye el medio físico encargado de transmitir señales eléctricas entre los sensores, actuadores y la unidad de control del motor. Durante la operación continua del vehículo, este arnés está expuesto a vibraciones, humedad, temperaturas elevadas, contaminación por aceites y esfuerzos mecánicos que deterioran el aislamiento de los conductores y los puntos de conexión.

La degradación del arnés puede producir pérdidas de continuidad eléctrica, falsos contactos, cortocircuitos e interferencias en las señales enviadas a la unidad de control, generando fallas intermitentes difíciles de detectar sin equipos especializados.

Por esta razón, la reparación contempla una inspección detallada del arnés eléctrico, la reparación de los conductores y conectores que presenten deterioro y la verificación de la continuidad eléctrica de todos los circuitos relacionados con el funcionamiento del motor.

De manera complementaria, deberá efectuarse un diagnóstico electrónico mediante equipo especializado que permita verificar el funcionamiento de todos los sensores instalados, identificando posibles códigos de falla y comprobando que las señales entregadas correspondan a los parámetros establecidos por el fabricante.

Diagnóstico técnico de los sensores del motor

Los sensores constituyen dispositivos electrónicos encargados de transformar variables físicas en señales eléctricas utilizadas por la unidad de control para administrar el funcionamiento del motor.

Entre ellos se destacan el sensor de posición del árbol de levas (CMP), los sensores de presión absoluta del múltiple (MAP), flujo de aire (MAF), temperatura del refrigerante, presión de aceite y demás sensores asociados al control electrónico.

El deterioro de cualquiera de estos componentes ocasiona información incorrecta hacia la unidad de control, alterando el cálculo de los tiempos de inyección, la dosificación del combustible y la sincronización general del motor.

Como consecuencia pueden presentarse fallas de arranque, pérdida de potencia, aumento del consumo de combustible, funcionamiento irregular y activación de códigos de error.

Por esta razón, la reparación integral contempla el diagnóstico individual de cada sensor y el suministro e instalación de aquellos que presenten fallas o no cumplan con las especificaciones técnicas del fabricante.

Diagnóstico técnico del alternador

El alternador constituye el principal componente del sistema de carga eléctrica del vehículo. Su función consiste en transformar la energía mecánica proveniente del motor en energía eléctrica destinada a alimentar los diferentes sistemas electrónicos y mantener cargadas las baterías.

El funcionamiento continuo del motor, las vibraciones y las condiciones ambientales generan desgaste progresivo en los rodamientos del alternador, deterioro de los devanados, desgaste de escobillas y disminución de la eficiencia de generación eléctrica.

Cuando el sistema de carga presenta deficiencias, disminuye la estabilidad del suministro eléctrico hacia los módulos electrónicos, afectando el funcionamiento del sistema de gestión del motor.

Por tal motivo, el alternador debe ser desmontado, inspeccionado y sometido a pruebas funcionales. De acuerdo con los resultados obtenidos, se efectuará el reemplazo de sus rodamientos o el suministro e instalación de un nuevo alternador cuando las condiciones técnicas así lo requieran.

Diagnóstico técnico del motor de arranque

El motor de arranque es el componente encargado de proporcionar el movimiento inicial del cigüeñal hasta que el motor alcanza la velocidad suficiente para iniciar el proceso de combustión.

Durante su vida útil está sometido a numerosos ciclos de operación que producen desgaste de escobillas, rodamientos, inducido, piñón impulsor y sistema de acople.

Las fallas en este sistema generan dificultades para el encendido del motor, incremento del consumo de corriente eléctrica y esfuerzos adicionales sobre las baterías.

Por ello resulta técnicamente necesario efectuar el desmontaje, diagnóstico especializado y, cuando corresponda, el suministro e instalación de un nuevo motor de arranque que garantice condiciones confiables de operación.

Diagnóstico técnico del sistema de sellado del motor

El correcto funcionamiento del motor depende en gran medida de la capacidad de sus elementos de sellado para evitar fugas de aceite, refrigerante y gases de combustión.

Con el paso del tiempo, los empaques, retenes y juntas pierden elasticidad debido a la acción combinada de la temperatura, la presión y el envejecimiento natural de los materiales.

Las fugas ocasionadas por estos elementos no solo incrementan el consumo de fluidos, sino que también afectan la presión del sistema de lubricación, la eficiencia térmica del motor y la limpieza de los componentes externos.

Por esta razón, la reparación contempla el reemplazo integral de los empaques generales del motor, retenes delantero y trasero del cigüeñal, empaques del múltiple de admisión, múltiple de escape, enfriador de aceite, turbocompresor, bomba de alta presión, bomba hidráulica, compresor y demás elementos de sellado contemplados en la ficha técnica.

Diagnóstico técnico de accesorios complementarios

La reparación integral incluye además la evaluación técnica del volante motor, balinera piloto, poleas, soportes del motor y correa de accesorios.

Estos componentes cumplen funciones esenciales en la transmisión de potencia, absorción de vibraciones, alineación del conjunto motriz y accionamiento de los diferentes sistemas auxiliares.

El desgaste de cualquiera de ellos incrementa las vibraciones del motor, afecta la estabilidad del conjunto y acelera el deterioro de los componentes recientemente instalados.

En consecuencia, la inspección de estos elementos y su reemplazo cuando resulte técnicamente necesario forman parte integral del proceso de recuperación del motor.

Ensamble técnico, sincronización y pruebas de funcionamiento

Una vez finalizada la sustitución de los componentes mecánicos, eléctricos y electrónicos contemplados en la reparación integral, el proceso continúa con el ensamblaje técnico del motor, actividad que debe ejecutarse siguiendo estrictamente las especificaciones establecidas por el fabricante en cuanto a secuencia de armado, aplicación de torques, tolerancias dimensionales y procedimientos de calibración.

Durante esta etapa se realiza el montaje del conjunto rotativo, conformado por el cigüeñal, cojinetes de bancada, bielas, pistones, anillos y camisas, verificando previamente las holguras funcionales mediante instrumentos de medición calibrados. La correcta alineación de estos componentes resulta indispensable para garantizar un funcionamiento uniforme, minimizar las pérdidas por fricción y asegurar una adecuada distribución de las cargas internas del motor, se realiza el montaje del sistema de distribución correspondiente al bloque del motor.

Posteriormente se instala la culata ensamblada, efectuando el apriete de los pernos de fijación conforme a la secuencia y valores de torque definidos por el fabricante. Esta operación tiene como finalidad garantizar la correcta distribución de esfuerzos sobre la superficie de contacto entre el bloque y la culata, evitando deformaciones, pérdidas de compresión y fallas prematuras en el empaque principal, así mismo se debe colocar cada uno de los elementos del conjunto de la sincronización del motor (árbol de levas mediante marcas de referencia), para finalizar se debe realizar la calibración de válvulas del motor de acuerdo a los parámetros del fabricante.

De manera simultánea se conectan los sistemas de lubricación, refrigeración, alimentación de combustible, admisión, escape, sobrealimentación y los circuitos eléctricos y electrónicos, comprobando la correcta instalación de cada uno de los componentes y la ausencia de interferencias mecánicas o eléctricas.

Antes del primer encendido, se realiza el cebado del sistema de lubricación para asegurar que todas las superficies móviles reciban aceite desde el inicio de la operación, evitando desgaste por funcionamiento en seco durante los primeros ciclos del motor.

Una vez efectuado el encendido inicial, se verifican parámetros como la presión de aceite, temperatura del refrigerante, estabilidad del ralentí, respuesta del sistema de aceleración, funcionamiento de los sensores electrónicos, ausencia de códigos de falla, hermeticidad de los sistemas de lubricación y refrigeración, y correcto comportamiento del sistema de carga eléctrica.

Finalmente, el vehículo debe ser sometido a pruebas dinámicas bajo carga, simulando las condiciones reales de operación del servicio de recolección de residuos sólidos. Estas pruebas permiten comprobar el desempeño del motor durante aceleraciones, pendientes, funcionamiento del sistema hidráulico del compactador y demás condiciones propias de la prestación del servicio.

Solo después de verificar el cumplimiento satisfactorio de todos los parámetros operacionales podrá considerarse finalizado el proceso de reparación integral y procederse a la entrega operativa del vehículo.

Riesgos asociados a la no ejecución de la reparación integral

La no ejecución de la reparación integral del motor representa un riesgo significativo para la continuidad de la prestación del servicio público domiciliario de aseo, debido a que las fallas actualmente identificadas comprometen componentes estructurales cuya operación en condiciones de desgaste puede ocasionar daños irreversibles.

Desde el punto de vista mecánico, mantener el vehículo en funcionamiento sin efectuar la intervención integral incrementa la probabilidad de fractura del cigüeñal, gripado de pistones, rotura de bielas, pérdida de presión de lubricación, deformación de la culata, sobrecalentamiento del motor y fallas en los sistemas de alimentación e inyección.

Estas situaciones podrían derivar en la destrucción total del motor, haciendo técnicamente inviable una reparación y obligando a su reemplazo completo, con un impacto económico considerablemente superior al costo de la intervención preventiva.

Desde la perspectiva operacional, la indisponibilidad del vehículo limita la capacidad institucional para ejecutar las rutas de recolección de residuos sólidos, incrementando el riesgo de acumulación de residuos en la vía pública, generación de olores ofensivos, proliferación de vectores, afectación de las condiciones sanitarias y deterioro del entorno urbano y rural.

Adicionalmente, la interrupción prolongada del servicio puede generar mayores costos asociados al alquiler de vehículos sustitutos, contratación de servicios externos, incremento en los tiempos de operación y disminución de la eficiencia del servicio público de aseo.

En consecuencia, la ejecución oportuna de la reparación integral constituye una medida de mantenimiento correctivo mayor orientada a prevenir daños de mayor magnitud y garantizar la continuidad de un servicio esencial para la comunidad.

Justificación técnica de la contratación

Como resultado del diagnóstico desarrollado sobre el motor del vehículo recolector compactador de residuos sólidos de placas **OJX-407**, se concluye que el desgaste observado compromete de manera simultánea múltiples sistemas mecánicos, hidráulicos, eléctricos y electrónicos, impidiendo que una reparación parcial garantice la recuperación de las condiciones normales de funcionamiento.

Las actividades requeridas para restablecer la capacidad operativa del motor comprenden tanto el suministro de componentes nuevos como la ejecución de procedimientos especializados de desmontaje, inspección, medición, instalación, calibración, sincronización y pruebas de funcionamiento.

Por esta razón, la necesidad institucional no se limita a la adquisición de repuestos de manera independiente, sino que requiere la contratación integral de bienes y servicios técnicamente relacionados, de tal forma que todos los componentes instalados trabajen bajo condiciones compatibles de funcionamiento y confiabilidad.

La reparación integral permite restablecer las tolerancias originales del motor, recuperar la presión de compresión, normalizar los sistemas de lubricación y refrigeración, garantizar la correcta sincronización del proceso de combustión y asegurar el funcionamiento coordinado de los sistemas electrónicos de control.

En consecuencia, el alcance definido para la contratación responde a criterios de mantenimiento mayor y recuperación funcional del equipo, constituyendo la alternativa técnicamente más adecuada para prolongar la vida útil del vehículo y optimizar la utilización de los recursos públicos.

Beneficios esperados de la intervención

La ejecución de la reparación integral permitirá obtener los siguientes resultados:

- Recuperación de la capacidad operativa del vehículo recolector compactador.
- Restablecimiento de la potencia y del torque desarrollados por el motor.
- Disminución del consumo de aceite lubricante y combustible.
- Recuperación de la presión normal del sistema de lubricación.
- Optimización del sistema de refrigeración y control de la temperatura de operación.
- Mejora en la eficiencia del proceso de combustión y reducción de emisiones.
- Incremento de la confiabilidad mecánica del vehículo durante la prestación del servicio.
- Reducción del riesgo de fallas catastróficas y de mantenimientos correctivos repetitivos.
- Mayor disponibilidad del vehículo para cumplir las rutas de recolección de residuos sólidos.
- Disminución de costos asociados a la inmovilización del equipo y a la contratación de soluciones temporales.
- Prolongación de la vida útil del motor y del vehículo.
- Protección de la inversión pública mediante una intervención técnicamente integral.

Conclusiones

Del análisis técnico realizado se concluye que el motor del vehículo recolector compactador de residuos sólidos de placas **OJX-407** presenta un deterioro generalizado derivado de las condiciones severas de operación propias de la prestación del servicio público domiciliario de aseo, caracterizadas por altas cargas mecánicas, funcionamiento continuo, frecuentes ciclos de arranque y parada, operación del sistema hidráulico de compactación y desplazamiento sobre vías con pendientes y condiciones variables.

Las afectaciones identificadas comprometen el bloque del motor, las camisas de cilindro, la culata, el conjunto cigüeñal, los cojinetes de bancada, las bielas, los pistones, los anillos, el sistema de distribución, el sistema de lubricación, el sistema de refrigeración, el sistema de alimentación e inyección de combustible, el turbocompresor, los componentes eléctricos y electrónicos, el sistema de carga, el sistema de arranque, los elementos de sellado y diversos componentes auxiliares indispensables para el funcionamiento seguro y eficiente del motor.

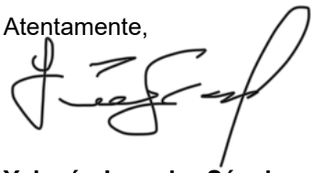
La interacción funcional entre estos sistemas hace que la sustitución aislada de uno o varios componentes no garantice una recuperación integral del desempeño del motor. Por el contrario, una intervención parcial mantendría componentes desgastados trabajando conjuntamente con

elementos nuevos, incrementando el riesgo de fallas prematuras, disminuyendo la vida útil de la reparación y comprometiendo la confiabilidad operacional del vehículo.

Desde el punto de vista técnico, la alternativa más adecuada consiste en ejecutar una reparación integral del motor que incluya el suministro de los bienes requeridos y la prestación de los servicios especializados necesarios para el desmontaje, inspección, instalación, calibración, sincronización y pruebas de funcionamiento, conforme a las fichas técnicas definidas para el proceso contractual.

Esta intervención permitirá restablecer las condiciones de operación previstas por el fabricante, garantizar la disponibilidad del vehículo recolector compactador y asegurar la continuidad en la prestación del servicio público domiciliario de aseo, contribuyendo al cumplimiento de las obligaciones del municipio en materia de gestión integral de residuos sólidos y protección de la salud pública.

Atentamente,



Yeissón Leandro Sánchez
Ing. Mecánico