

# **PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS**

**Suministro e instalación de un sistema automático de control  
de estado de rodamientos de bogie de tren en línea 9-10 Norte**

Expediente número: 14973069

Ferrocarril Metropolità de Barcelona, SA

Setembre 2023

<b>CONDICIONES GENERALES .....</b>	<b>3</b>
<b>1.1 OBJETO DEL PLIEGO DE CONDICIONES .....</b>	<b>3</b>
<b>1.2 UBICACIÓN DE LA INSTALACIÓN.....</b>	<b>3</b>
<b>1.3 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL SISTEMA.....</b>	<b>3</b>
<b>1.4 SOFTWARE DE GESTIÓN Y ANÁLISIS .....</b>	<b>6</b>
<b>1.5 REQUISITOS PROFESIONALES .....</b>	<b>8</b>
<b>NORMATIVA .....</b>	<b>9</b>
<b>PRUEBAS Y RECEPCIÓN .....</b>	<b>10</b>
<b>DOCUMENTACIÓN .....</b>	<b>12</b>
<b>FORMACIÓN.....</b>	<b>13</b>
<b>GARANTÍA.....</b>	<b>13</b>
<b>1.6 FIABILIDAD .....</b>	<b>14</b>
<b>1.7 DISPONIBILIDAD .....</b>	<b>15</b>
<b>ANEXO 1. POSICIÓN DE LOS RODAMIENTOS A CONTROLAR .....</b>	<b>16</b>
<b>ANEXO 2: ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA INTEGRACIÓN DE SISTEMAS EN LA INFRAESTRUCTURA DE TMB .....</b>	<b>17</b>

## **CONDICIONES GENERALES**

### **1.1 OBJETO DEL PLIEGO DE CONDICIONES**

El presente Pliego de Condiciones tiene por objeto definir las características técnicas para el suministro e instalación de un sistema automático de control de estado de los rodamientos del bogie (caja de grasa, reductor y motores) del material móvil de la línea 9-10 Norte de la red del Ferrocarril Metropolità de Barcelona (en adelante expresada como FMB).

En la Línea 9 Norte circulan actualmente 11 trenes de la serie 9000 fabricados por la empresa Alstom.

El sistema automático de control del estado de los rodamientos de bogie del material móvil debe de entenderse como un proyecto llave en mano.

### **1.2 UBICACIÓN DE LA INSTALACIÓN**

La instalación se realizará en túnel en una interestación de la línea 9 Norte a definir durante la fase de proyecto. A nivel de oferta se considerará como posible ubicación por ser una zona donde hay un tramo con una velocidad constante:

- Interestación **La Sagrera – Onze de setembre**. Dirección **Can Zam**.

Se convocará una visita abierta a todos los posibles licitadores para que puedan ver in situ donde debe instalarse el sistema. Las condiciones de la visita se publicarán junto con la convocatoria de la visita.

### **1.3 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL SISTEMA**

Las características que deberá de cumplir el sistema serán las siguientes:

- Detectar mediante mediciones automáticas si se está produciendo algún defecto que origine una falla en alguno de los rodamientos de los siguientes componentes de los bogies:
  - Caja de grasa

- Reductor
- Motor
  
- El sistema de control debe predecir un inicio de fallo con suficiente antelación para poder realizar un mantenimiento basado en condición. Por lo tanto, debería ser mediante técnicas vibro-acústicas. Quedan descartados los sistemas de control por temperatura puesto que la detección de defectos con esta tecnología no permite un mantenimiento basado en condición.
- El sistema debe poder clasificar los defectos que se produzcan según su gravedad.
- Capacidad de control del estado de los rodamientos con velocidades de paso máxima de 80 Km/h, cumpliendo todos y cada uno de los requisitos de este pliego.
- Cada medida deberá indicar el tren, coche, bogie, eje, componente y rodamiento. La obtención de dichos parámetros será de forma automática y en tiempo real.
- El sistema permitirá monitorear cualquier rodamiento de los componentes motor, caja de grasa y reductor.
- La obra civil a realizar para la instalación del equipo suministrado no afectará al funcionamiento y estado de las instalaciones y servicio de FMB. Las obras deberán realizarse fuera de las horas de servicio comercial. Se debe considerar una disponibilidad para trabajar dos noches en días laborables entre las 01h y las 4h como máximo. Para la instalación del equipo se definirán los días de trabajo en la fase de proyecto, el horario será el mismo que el indicado para la obra civil.
- El sistema debe tener el menor mantenimiento posible, por tanto, se requiere un sistema que no sea embarcado en los trenes, sino que se encuentre en un lugar fijo en la vía.
- El conjunto completo del equipo, así como los elementos que formen parte del suministro deberán disponer una protección como mínimo IP65, al estar en túneles donde es probable que haya filtraciones de agua.
- El equipo deberá enviar la información por red móvil (3G/4G) al no existir en dicha línea otra forma transmisión de datos cableada.
- Durante la fase de proyecto el Adjudicatario deberá especificar:
  - Periodos de Calibración. El periodo de calibración no será inferior al anual.
  - Operaciones a realizar para la calibración. Se deberá entregar durante el proyecto el procedimiento necesario que permita a FMB poder hacer dicha calibración por sus propios medios.
  - Utillaje /elementos necesarios para la calibración. Dichos elementos deberán entregarse como parte del suministro, libre de cargo para FMB.

- El Adjudicatario incluirá el suministro e instalación de un sistema de identificación automática de cada vehículo, tipo RFID, compatible con los tags empleados actualmente en el material rodante de FMB. El lector de etiquetas RFID lo debe definir y proporcionar el licitante. El lector debe poder leer los tags que cumplan con el standard EPC Gen2v2/ISO 18000-63. Actualmente la flota de trenes de L9N tiene instalados tags RFID modelo Kathrein WSL-TP-U725-K-C.
- La cota máxima de altura de los elementos que componen el sistema y se sitúan entre carriles y en lateral exterior de los carriles no podrán sobrepasar la cabeza del carril. Se considera el galibo de referencia de la UIC 505-1, los equipos únicamente podrán sobrepasar la cabeza del carril si se sitúan fuera de los límites laterales definidos en las partes altas del galibo de referencia. El equipo estará identificado, pintado y protegido de tal manera que evite tropiezos y/o caídas. Antes de la entrada en servicio se verificará la instalación por parte del Servicio de Prevención de Riesgos Laborales de FMB, pudiendo este solicitar cambios en caso de que encontrara algún riesgo que no estuviera a su entender controlado.
- Todos los elementos del sistema deberán ir convenientemente fijados y protegidos ante posibles golpes y roces. El cableado deberá ir grapado a pared por las perchas de BT existentes en el túnel y en el paso de hastial a suelo y entubado en todo el recorrido que haga por el suelo, protegido posibles de roces y golpes. La propuesta de instalación deberá ser validada por FMB.
- La alimentación de este equipo se realizará desde el cuarto de BT (Baja Tensión) más próximo, instalando una nueva protección con bloque magneto térmico y diferencial (Ics>25kA) en el armario correspondiente, con cámara de contacto auxiliar conectada al PCLIF y realizando un tendido de manguera multi-conductor RZ1-K (AS) 0'6/1kV por las canalizaciones y cerchas/canales de BT del hastial de túnel existentes. No se podrán usar otras tomas de corriente que haya situadas por el túnel.
- Lo más cerca posible al equipo, se instalará dentro de un cuadro IP55, una protección con bloque magneto térmica y diferencial, para el seccionamiento de la alimentación durante el mantenimiento.
- El dimensionado, el diseño, las características de material y el sistema de instalación de la alimentación de BT cumplirán lo indicado en el REBT (Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión) y el Pliego de Condiciones Particulares de BT de FMB.
- La instalación eléctrica de alimentación se legalizará con clasificación de instalación de local de pública concurrencia, con la redacción de un Proyecto eléctrico y la tramitación correspondiente en OGE.

- El proveedor deberá generar la documentación necesaria para solicitar la aprobación del Comité de Cambios de FMB. Documentación técnica que acredite que el nuevo sistema instalado no afecta a la fiabilidad, disponibilidad ni seguridad de la línea 9-10 Norte. El Comité de Cambios podrá solicitar documentación adicional en caso de que considere que la presentada no es suficiente.
- Respecto a los requerimientos técnicos de la arquitectura del sistema se deberá cumplir, en aquello que le aplique, con el Anexo 2: Especificaciones generales para la integración de sistemas en la infraestructura de TMB.

En un plazo máximo de un (1) mes después de la firma del contrato el adjudicatario deberá presentar a FMB el proyecto de diseño, fabricación e instalación del sistema. La fabricación del sistema no podrá iniciarse hasta que el proyecto sea aprobado por FMB. FMB se compromete a aprobar o rechazar el proyecto en un plazo máximo de 7 días naturales. En caso de rechazo el Adjudicatario deberá presentar de nuevo el proyecto modificado atendiendo a los comentarios de FMB. El proyecto debe ser aprobado definitivamente en un plazo máximo de (2) meses desde la firma del contrato. En caso de no ser aprobado en ese plazo FMB podrá rescindir el contrato. En caso de que a juicio de FMB sea necesario la realización de modificaciones sobre el proyecto inicial (o posteriores versiones) no alterará en ningún caso el importe de adjudicación.

### 1.4 SOFTWARE DE GESTIÓN Y ANÁLISIS

- El sistema dispondrá de una aplicación y de un acceso vía web que permita desde cualquier dispositivo (PC, Smartphone, Tablet) ver de forma visual y fácil los resultados de las mediciones.
- Deberá generar informes, avisos (pre-alarmas) y alarmas automáticas cuando los valores de medición superen -o estén a punto de superar- los valores límite establecidos, dichos valores deben ser validados por FMB. Dichos informes de medición y alarmas serán enviados automáticamente mediante mail, mensaje, notificación PUSH,... El licitador deberá describir las funciones y posibilidades de su aplicación.
- El sistema permitirá realizar la importación y exportación de datos en formato .CVS o similar.
- El sistema deberá permitir realizar consultas de las mediciones realizadas, informes,... El licitador deberá describir las posibilidades de su aplicación en la consulta de datos históricos de las mediciones.

- El software incluirá un número de licencias ilimitado y actualizaciones periódicas sin ningún coste adicional.
- El software permitirá realizar una visualización general del estado del conjunto de toda la flota.
- El software permitirá definir umbrales máximos y mínimos, así como, niveles de alarma y/o pre-alarma para las mediciones tomadas. Durante la fase de garantía el adjudicatario deberá ir mejorando dichos umbrales en base a su experiencia y las informaciones de estado real de rodamientos que le aporte FMB
- El sistema deberá de ser capaz de generar un archivo de las mediciones realizadas con un formato a definir por FMB, para ser exportado fácilmente al sistema informático existente en FMB.
- Todos los datos que genere el equipo serán propiedad de FMB. El adjudicatario podrá utilizar su propio servidor de datos, pero el sistema deberá estar preparado para traspasar dichos datos a los servidores propios de FMB.

## **1.5 REQUISITOS PROFESIONALES**

El adjudicatario deberá contar con un Piloto Homologado de Seguridad, para todas aquellas situaciones que sea necesario el uso sus funciones. Se consideran como situaciones a contemplar todas aquellas que se puedan producir durante todas las fases del proyecto, instalación, calibración del equipo, ensayos y pruebas... Queda incluido también como fase del proyecto a considerar por parte del adjudicatario la disposición de un Piloto Homologado de Seguridad el período de garantía (3 años).



## **NORMATIVA**

El sistema deberá cumplir los requerimientos documentales necesarios y la normativa siguiente:

- La instalación y el equipo deberán cumplir con toda la legislación vigente en el momento del suministro del equipo.
  
- Los equipos deberán disponer de toda la documentación que justifique el cumplimiento de las siguientes reglamentaciones:
  - Certificado de adecuación de maquina cumplimiento del RD1215 y RD 1644/2008 (Directiva 2006/42 / CE).
  - Todo el equipo estará construido y Marcado en la placa de características de la máquina según normativa CE.
  - Si existieran pictogramas, estos estarán escritos en idioma catalán o castellano.
  - Declaración CE de Conformidad: El documento estará redactado en idioma castellano o catalán y figurará como mínimo:
    - Nombre y dirección completa del fabricante.
    - Descripción de la máquina (marca, modelo, número de serie y año de construcción)
    - Legislación comunitaria aplicable. En el caso de máquinas RD 1644/2008 (Directiva 2006/42 / CE).
    - Relación de las normas técnicas armonizadas utilizadas, si son de aplicación. Identificación y cargo de la persona que firma y fecha de la firma.
  - En el caso de ser de aplicación, a máquinas incluidas en el Anexo IV del RD 1644/08 deberá figurar en el documento el nombre, dirección y número de identificación del Organismo Notificador y el número del certificado de examen CE tipo.

## **PRUEBAS Y RECEPCIÓN**

Una vez el equipo se encuentre montado se realizará un ensayo para verificar el cumplimiento de todas las funcionalidades solicitadas en este Pliego de Prescripciones Técnicas, comprobando que el sistema cumple con las prestaciones contractuales.

El adjudicatario deberá proponer el contenido de las pruebas que serán validadas por FMB. Dichas pruebas deberán validar la monitorización del correcto estado de los rodamientos de caja de grasa, motores y reductores. Como mínimo se deberán incluir en dicha prueba los puntos siguientes:

- Comprobar el funcionamiento y envío de los avisos y alarmas. El adjudicatario propondrá y consensuará con FMB el protocolo de pruebas que se realizará para validar objetivamente que el equipo realiza las mediciones de forma fiable.
- Comprobación de todas las funcionalidades del software.

Durante los ensayos estarán presentes los representantes de FMB y del adjudicatario, y se establecerá la fecha de las mismas de común acuerdo.

Una vez realizado el ensayo y se haya comprobado que el equipo funciona correctamente y detecta rodamientos con defectos, se procederá a:

- Validar la documentación técnica y legal del sistema.
- Realizar la validación por el Servicio de Prevención de Riesgos Laborales. En caso de que se detectara algún riesgo en la instalación del equipo el Adjudicatario deberá resolver las deficiencias sin coste alguno para FMB.
- Realizar validación del departamento de Seguridad Ferroviaria y Comité de Cambios. Se deberá entregar toda la documentación que se requiera sin coste alguno para FMB.
- Realizar la formación a los usuarios

Una vez realizados todos estos pasos de forma satisfactoria se firmará el acta de recepción provisional por parte de FMB y se iniciará el periodo de garantía.

La recepción definitiva se realizará finalizado el periodo de garantía y sus ampliaciones, si las hubiere, una vez cumplidos los valores de fiabilidad y disponibilidad requeridos. También se deberá presentar a FMB informe demostrando que los umbrales establecidos para determinar el estado de los rodamientos son correctos para determinar su estado de degradación.

Durante la fase de garantía el Adjudicatario deberá considerar la experiencia de la información de campo para regular su sistema y establecer nuevos umbrales y alarmas en el sistema.

## DOCUMENTACIÓN

Se deberá entregar a FMB previo a la recepción provisional del equipo la siguiente documentación en formato informático:

- Manual de uso.
- Manual descriptivo del equipo.
- Plan de mantenimiento del equipo identificando frecuencias de mantenimiento y consistencia de estas.
- Manual de mantenimiento describiendo la manera de realizar cada una de las consistencias definidas en el plan de mantenimiento.
- Manual de mantenimiento correctivo. Síntomas de averías y posibles causas.
- Ficha técnica del equipo de control de rodamientos indicando prestaciones y características técnicas.
- Planos del sistema (mecánicos, eléctricos, etc...)
- Memoria técnica del proyecto.
- Aprobación del protocolo de ensayos tipo y serie validado por FMB.
- Plano de conjunto del equipo de control de estado de los rodamientos.
- Planos mecánicos generales y de despiece del equipo de control de estado de los rodamientos.
- Listado de todos los materiales con referencias cruzadas a los manuales y planos anteriores.
- Catálogo de piezas con referencias cruzadas.
- Certificado de calibración expedido en fecha de la recepción definitiva del equipo y su periodo de validez.

Toda la documentación deberá entregarse en formato digital .pdf indexado, en soporte electrónico y en soporte papel. Los planos y esquemas se presentarán en formato .dwg.

En caso de modificaciones de diseño posteriores a la entrega de la documentación, el adjudicatario estará obligado a actualizar la misma.

## **FORMACIÓN**

El adjudicatario realizará un mínimo de 3 formaciones (en turno de mañana, tarde y noche) en los talleres de mantenimiento de las líneas donde se instalen los equipos. Las formaciones tendrán una duración mínima de 2 horas. Dicha formación incluirá como mínimo los siguientes aspectos:

- Funcionamiento del sistema.
- Mantenimiento preventivo y correctivo del sistema.
- Uso del software de gestión y análisis.
- ..

La formación deberá de ser teórico-práctica. El programa de formación deberá de ser acordado y validado por FMB.

## **GARANTÍA**

El Adjudicatario se responsabilizará de todo el material y mano de obra –incluyendo todos los accesorios utilizados en la construcción del sistema de control – de la adecuada instalación y conexión de todos los equipos y aparatos, así como del funcionamiento de todo el sistema como conjunto y en cada uno de los elementos durante 3 AÑOS a contar desde la fecha de recepción provisional del equipo.

Durante la etapa de garantía, el adjudicatario está obligado a realizar el mantenimiento correctivo y preventivo del sistema según la documentación aportada. Además, durante el período de garantía el adjudicatario deberá realizar las calibraciones que sean necesarias. Los utillajes/elementos necesarios para la calibración deberán entregarse, libres de cargo a FMB.

Será condición indispensable para iniciar el periodo de garantía la validación de las pruebas del equipo y que la documentación contractual se haya entregado en su versión definitiva y esté validado todo por FMB.

Durante el periodo de garantía se realizarán reuniones de seguimiento periódicas con FMB en las cuales se analizarán los datos de fiabilidad y disponibilidad, así como los datos obtenidos y se comprobara que las funcionalidades del sistema son las solicitadas en este pliego. Si las funcionalidades del sistema no son las especificadas en este pliego se paraliza el periodo de garantía, hasta que se aplique la solución técnica y sea validada por FMB.

Durante la fase de garantía el Adjudicatario estará obligado a:

- Sustituir las piezas que presenten defectos de fabricación que impidan el normal funcionamiento del equipo.
- Sustituir las piezas que tengan un desgaste anormalmente rápido a causa de una calidad inapropiada.
- Prestar el Servicio de Asistencia Técnica durante el periodo de garantía.

Las piezas sustituidas dan lugar al inicio del periodo de garantía para estas piezas.

El adjudicatario deberá prestar asistencia técnica en un plazo máximo de 72h desde la comunicación de la avería.

## **1.6 FIABILIDAD**

Los valores de fiabilidad (calculado trimestral) a alcanzar son los siguientes:

- **Fiabilidad por equipo:** horas de funcionamiento (días trimestre x 24 horas) / Averías grave (equipo fuera de servicio) > (MTBSF: 1.000 h).

Una vez iniciado el periodo de garantía, se realizará trimestralmente el seguimiento y cálculo de los índices de fiabilidad y se aplicaran las penalizaciones e incrementos del periodo de garantía que correspondan.

Trimestralmente se realizarán reuniones entre los responsables de FMB y el Adjudicatario. Se podrán convocar reuniones especiales a petición de cualquiera de las dos partes, para tratar aquellos temas que se considere no pueden esperar a la reunión trimestral. En dicha reunión se analizarán los valores de fiabilidad del trimestre anterior.

Desde el inicio de la recepción provisional, si en un trimestre no se cumplen los valores de fiabilidad se procederá como sigue para cada incumplimiento:

- Se prolongará el periodo de garantía en un periodo de tres (3) meses del equipo.
- Aplicación de una penalización económica, según se establezca en el Pliego de

Condiciones Particulares.

Se realizarán ampliaciones del periodo de garantía hasta alcanzar los valores contractuales.

## **1.7 DISPONIBILIDAD**

Se medirá la Disponibilidad del equipo completo de la siguiente manera:

$$Disponibilidad[\%] = 1 - \left( \frac{\text{Horas de parada por avería}}{\text{Total horas disponibles (días * 24 horas)}} \right) * 100$$

Se fija un valor de disponibilidad global del 95% durante los dos años de garantía. El periodo de demostración de la disponibilidad es el mismo que el de la garantía.

Una vez iniciado el periodo de garantía, se realizará trimestralmente el seguimiento y cálculo del índice de disponibilidad y se aplicaran las penalizaciones e incrementos del periodo de garantía que correspondan.

Trimestralmente se realizarán reuniones entre los responsables de FMB y el Adjudicatario. Se podrán convocar reuniones especiales a petición de cualquiera de las dos partes, para tratar aquellos temas que se considere no pueden esperar a la reunión trimestral. En dicha reunión se analizarán los valores de disponibilidad del trimestre anterior.

Desde el inicio de la recepción provisional, si en un trimestre no se cumplen los valores de disponibilidad se procederá como sigue para cada incumplimiento:

- Se prolongará el periodo de garantía en un periodo de tres (3) meses del equipo.
- Aplicación de una penalización económica, según se establezca en el Pliego de Condiciones Particulares.

Se realizarán ampliaciones del periodo de garantía hasta alcanzar los valores contractuales.

## ANEXO 1. POSICIÓN DE LOS RODAMIENTOS A CONTROLAR

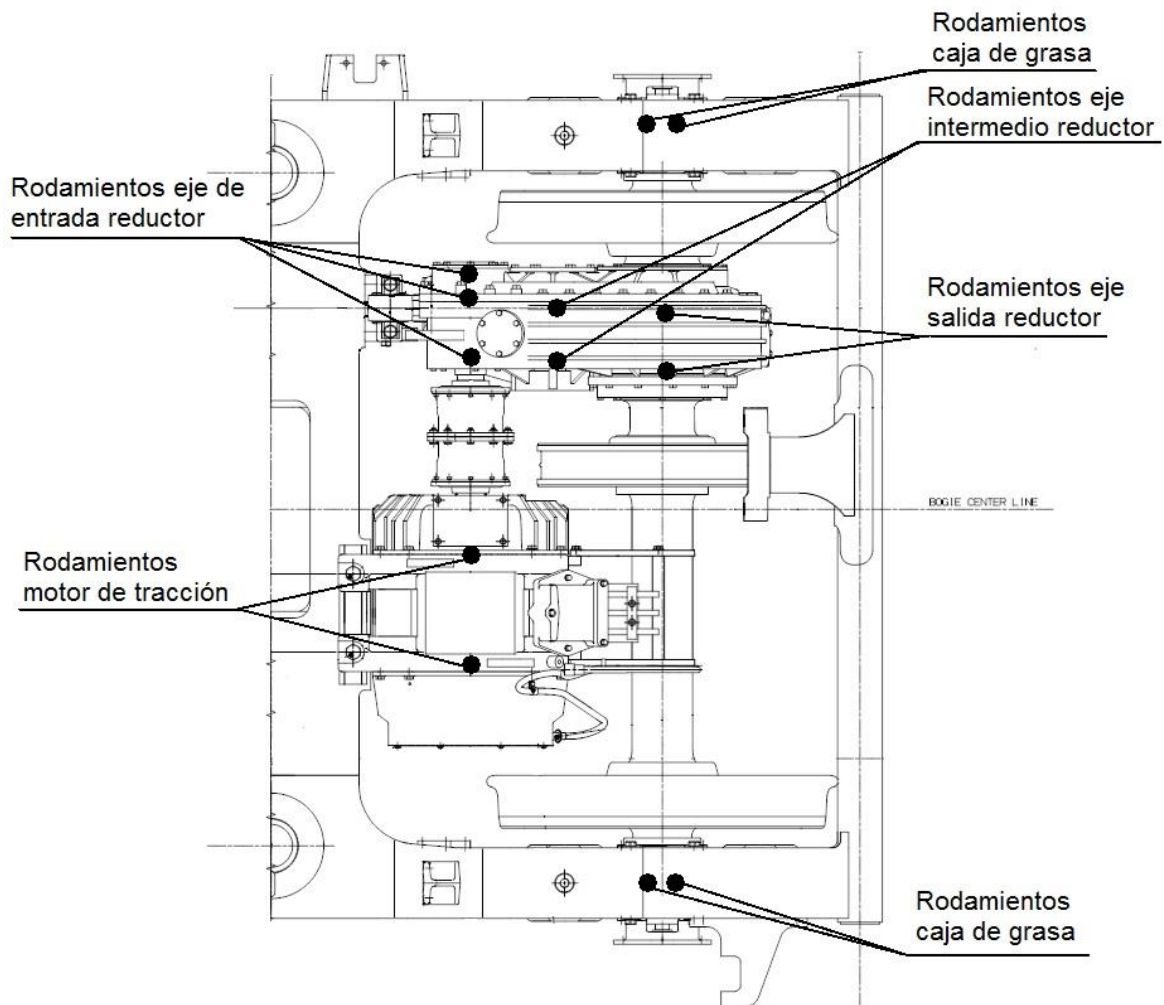


FIGURA I. Vista superior de medio bogie motor

En un bogie motor completo hay un total de 26 rodillos:

- 8 rodillos en las cajas de grasa, 2 en cada caja.
- 4 rodillos en los motores de tracción, 2 en cada motor.
- 14 rodillos en los reductores, 7 en cada reductor.

En los bogies de los coches remolque hay un total de 8 rodillos por bogie, únicamente los rodillos de las cajas de grasa, 2 en cada caja.

En total en un tren hay 8 bogies motor y 2 bogies remolque, lo que hace un total de 224 rodillos por tren.



## **ANEXO 2: ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA INTEGRACIÓN DE SISTEMAS EN LA INFRAESTRUCTURA DE TMB**

(ver documento adjunto)