

REVISTA DE ZKL

Diciembre 2025, No. 67



ZKL GROUP

LOS RODAMIENTOS COMO ELEMENTO CLAVE DE LA INDUSTRIA DEL FUTURO

pág. 4



Prólogo del Director General
pág. 2



Personas, procesos y digitalización
pág. 3



Expansión de la División ZKL Reality
pág. 2

También pueden leer:
Rodamientos ZKL para transmisiones de tracción
pág. 6

Análisis de causa raíz de daños en rodamientos
pág. 7

El rodamiento partido ZKL ahorra tiempo y costes
pág. 8

Prólogo del Director General



Estimados colegas y socios comerciales:

El año 2025 se está desarrollando de manera positiva en términos de ingresos. La División de Rodamientos prevé ganancias de 1.160 millones de CZK provenientes de productos terminados y aproximadamente 10 millones de CZK de servicios y otros productos.

En la División Inmobiliaria, las perspectivas para 2025 permanecen prácticamente sin cambios en comparación con 2024. La principal razón son las inversiones vinculadas a la ampliación en curso del complejo de alojamiento en Brno. Asimismo, la empresa ZKL Reality ha iniciado el desarrollo de viviendas unifamiliares destinadas a la venta. Actualmente, cuatro casas están en construcción en Podolí, cerca de Brno. En Klášterec, se ha completado un edificio de un centro médico y ha comenzado la reconstrucción de las redes de servicios dentro del recinto de producción.

A largo plazo, el sector inmobiliario sigue mostrando crecimiento tanto en beneficios como en ingresos. En cambio, la División de Rodamientos enfrenta una disminución en la demanda de productos estándar del catálogo, los cuales están siendo reemplazados gra-

dualmente por la producción de rodamientos especiales con mayor valor añadido. Por esta razón, estamos invirtiendo deliberadamente en tecnologías que aumentan la productividad laboral y respaldan la producción de rodamientos tecnológicamente avanzados. Al mismo tiempo, parte de nuestras inversiones se dirige a la División Inmobiliaria, donde el mercado está creciendo y el retorno de la inversión es mayor.

Dentro de la División de Rodamientos, nos centramos principalmente en la automatización y una mayor productividad. En 2026, planeamos implementar una línea de producción para rodamientos axiales de bolas pequeños en Klášterec y, en Brno, realizaremos una inversión en una línea automática de inspección visual para elementos rodantes, respaldada por inteligencia artificial.

Teniendo en cuenta los altos costes de fabricación en Europa, estamos tomando medidas estratégicas para trasladar parte de nuestra producción fuera de la Unión Europea en cooperación con nuestros socios de largo plazo.

En la planta de ZKL Brno, se está llevando a cabo una reorganización de la producción con el objetivo de mantener la competitividad y aumentar las ventas. La causa principal de la disminución de la demanda es la reducción en las industrias minera y siderúrgica en Europa. También se ha producido una caída secundaria en el transporte ferroviario de carga, que estamos compensando mediante la ampliación de nuestro portafolio de rodamientos ferroviarios.

La productividad de la empresa es significativamente mayor que en el pasado. El volumen de producción que en 2018 requería 800 empleados ahora es gestionado por 400

personas. La digitalización de los procesos internos ayuda a reducir los costes fijos y las tecnologías de producción modernas incrementan la eficiencia del trabajo.

Desde el punto de vista comercial, en Europa nos centraremos en rodamientos ferroviarios para tranvías y transporte de pasajeros, mientras que en los mercados de exportación nos enfocaremos en la certificación de nuestros rodamientos para ferrocarriles de carga y pasajeros. A largo plazo, también nos enfocaremos en el crecimiento en el sector aeroespacial y en rodamientos para condiciones extremas. Continuaremos garantizando una gama completa de rodamientos estándar con el objetivo de reducir los lotes mínimos de producción. Lo lograremos mediante una mejor cooperación con los proveedores y el uso de diseños estandarizados de rodamientos. Nuestro objetivo clave sigue siendo aumentar la productividad y la eficiencia, y confiamos en que la dirección actual es capaz de alcanzar estos objetivos.

A medida que el año 2025 llega a su fin, quiero expresar mi sincero agradecimiento a todos los colegas por su arduo trabajo y sus logros. Deseándoles a ellos y a nuestros socios comerciales una maravillosa temporada navideña y un próspero Año Nuevo.

Ing. Jiří Prášil
Director General de ZKL, a.s.



ZKL Reality impulsa la modernización y la expansión

ZKL Reality, s.r.o., la empresa del Grupo ZKL responsable de la gestión de instalaciones de producción, edificios residenciales y otras propiedades, continúa desarrollando estratégicamente su cartera inmobiliaria y modernizando tanto los espacios residenciales como los no residenciales.

En 2025, la empresa inició la segunda fase de la ampliación de la residencia en Jedovnická 8. La nueva ampliación de cuatro pisos ofrecerá 50 unidades de vivienda modernas, que van desde estudios (1+kk) hasta



apartamentos de tres habitaciones (3+kk), proporcionando un alojamiento cómodo no solo para los empleados del Grupo ZKL. El proyecto también incluye un nuevo aparcamiento cubierto con 30 plazas, parcialmente reservado para el personal de ZKL. El techo del aparcamiento está equipado con un sistema fotovoltaico que cubrirá las necesidades energéticas del edificio en Líšeňská 45 en Brno y permitirá la carga de los vehículos eléctricos de ZKL.

Brno también contará con un nuevo proyecto en la calle Líšeňská, que está previsto que ofrezca 91 unidades de vivienda. La construcción se espera que tenga lugar durante los próximos tres a cinco años.

Los esfuerzos de modernización continúan en Klášterec nad Ohří, donde se ha

renovado la antigua garita principal del complejo. El edificio se está transformando en un pequeño centro de salud especializado en dermatología y cuidados preventivos, cuya apertura está prevista para finales de 2025 o principios de 2026.

ZKL Reality también está expandiéndose en proyectos de desarrollo residencial. La primera fase incluye la construcción de cuatro casas familiares en la localidad de Podolí, cerca de Brno, seguida de la adaptación de tres edificios existentes para viviendas familiares. Ya están en marcha los planes para un mayor desarrollo residencial en la zona.

Ing. Jan Harwot
Director Ejecutivo de ZKL Reality, s.r.o.

Personas, procesos y digitalización: cómo ZKL unifica el área de Recursos Humanos en todo el grupo

La Dra. Lenka Povolná trabaja en ZKL desde febrero de 2023 como directora del Departamento de Recursos Humanos. Esta experimentada gerente de RR. HH. y abogada se centra en ZKL principalmente en la unificación de los procesos de RR. HH. dentro de todo el grupo, la modernización de los sistemas y la digitalización de las agendas de personal. Junto con su equipo, logró implementar con éxito el nuevo sistema salarial y de personal Helios, así como establecer normas transparentes y unificadas en el ámbito de la remuneración. En una entrevista para Zetkalák habla no solo de su trabajo, sino también de por qué el enfoque personal e individual en los recursos humanos es insustituible.



«RR. HH. debe ser un socio: para la dirección, los empleados y la producción.»

■ **Trabaja en ZKL desde febrero de 2023 como directora del Departamento de RR. HH. ¿Cómo describiría su papel dentro del Grupo ZKL?**

Mi función es en gran medida conceptual. Dirijo el área de personal no solo en ZKL, a. s., sino también en todas las demás empresas del grupo. Mi tarea es establecer normas y procesos uniformes para que el trabajo en RR. HH. sea eficiente, claro y alineado con la estrategia de ZKL. Al mismo tiempo, se trata también de un trabajo muy práctico: resuelvo regularmente situaciones de personal en lugares específicos, con supervisores concretos y sus equipos. Consulto cuestiones laborales, me comunico tanto con los directivos como con los empleados.

Me gusta crear soluciones laborales a medida para distintos casos y situaciones. Buscar soluciones que no solo estén en consonancia con el Código Laboral, sino también con las necesidades de la empresa y de los empleados. En esta área puedo aprovechar mi experiencia tanto en la práctica jurídica anterior como en mi amplia trayectoria en el derecho laboral. Mi trabajo también incluye la comunicación con diversos socios, como representantes de sindicatos, inspecciones laborales, abogados o asesores legales de empleados. Considero esta parte muy importante de mi función.

¿En qué se ha centrado más en el último año?

El tema principal es la unificación y modernización de los procesos de RR. HH. en todo el grupo. Hemos actualizado las normativas internas, establecido un sistema claro y transparente de remuneración, digitalizado parte de la agenda de RR. HH.,

especialmente solicitudes y formularios. Y seguimos colaborando intensamente con el departamento de TI en la digitalización. El objetivo es que los procesos de RR. HH. sean más claros y, al mismo tiempo, aporten datos de calidad para que la dirección y los gerentes de línea puedan tomar decisiones informadas.

En colaboración con TI, este año también hemos puesto en marcha el Intranet en su sección de RR. HH. Esta herramienta sirve actualmente a los empleados como un lugar práctico y claro donde pueden encontrar, en pocos clics, toda la información relevante sobre personal: por ejemplo, cuando quieren solicitar baja por maternidad, apuntarse a un curso de idiomas o simplemente consultar las normativas vigentes de RR. HH. Incluye también una sección destinada a los responsables, que les ayuda a orientarse y gestionar la administración relacionada con sus equipos.

Me importa que la información sea clara, comprensible y accesible en cualquier momento; idealmente a dos clics.

Uno de los grandes proyectos fue también el cambio del sistema de personal. ¿Cómo fue el proceso?

Sí, lo considero nuestro mayor logro: hemos implementado con éxito el nuevo sistema salarial y de personal Helios. Pasamos de SAP, que se había utilizado durante muchos años, y lo logramos en un plazo corto y sin interrumpir el proceso de nóminas. Fue un trabajo exigente, pero muy exitoso, resultado de un gran trabajo en equipo. Mis compañeras de RR. HH. realizaron un desempeño excelente y me alegra que hayamos logrado crear un sistema moderno y estable para los próximos años.

Durante la implementación también nos centramos en la "limpieza de datos", es decir, en la revisión y ajuste exhaustivo de todos los datos de personal y de salarios, para que el nuevo sistema se pusiera en marcha con información lo más precisa y de calidad posible. Además, configuramos Helios internamente en todos sus parámetros para adaptarlo a nuestras necesidades y a las especificidades del funcionamiento del Grupo ZKL, especialmente en el área de producción.

El equipo de TI jugó también un papel crucial en todo el proyecto, garantizando la conexión del nuevo sistema con otras aplicaciones clave, como el sistema de control de asistencia Estelar o SAP, que sigue utilizándose para la producción, la contabilidad y el área económica.

¿Qué tamaño tiene el equipo que está detrás de todo esto?

Mi equipo más cercano está formado por dos compañeras: Eva Pechartová como contable de nóminas y Romana Čadílková en el rol de especialista de personal y contable de nóminas. A distancia, también apoyo metodológicamente a las especialistas de RR. HH. de las plantas de producción en Brno y Klášterec nad Ohří. Juntas formamos un equipo relativamente pequeño, pero muy coordinado, que se esfuerza por ofrecer apoyo profesional y al mismo tiempo individualizado.

¿Qué es lo que más le gusta de este trabajo?

Sin duda, trabajar con personas. Cada día trae nuevas situaciones que requieren un enfoque sensible y conocimientos especializados. Me gusta preparar argumentos que cumplan con el Código Laboral y al mismo tiempo tengan sentido desde el punto de vista humano y organizativo. En general, carece de sentido crear algo que en la práctica sea inutilizable.

A veces también debemos afrontar situaciones menos agradables, como la terminación de relaciones laborales. En esos casos la resiliencia es indispensable, pero la empatía también. El trabajo de RR. HH. trata sobre todo de personas: de comprender sus necesidades, de comunicarse y de encontrar el equilibrio entre las normas y las relaciones interpersonales. Y eso es algo que, en mi opinión, ninguna tecnología podrá sustituir jamás.

¿Con qué frecuencia utiliza su formación en derecho?

Todos los días. Las cuestiones laborales forman una parte inseparable de RR. HH. Brindo asesoramiento a los responsables y a los departamentos de personal, desde contratos de trabajo hasta la resolución de conflictos y la negociación colectiva. La formación jurídica me ayuda a entender las cosas en su contexto y a abordar cada situación no solo formalmente, sino también con atención a su impacto en los empleados y en la empresa.

¿Cómo consigue conciliar un trabajo tan exigente con su vida personal y familiar?

Creo que una buena organización del tiempo es clave. Me gusta el orden y el sistema, lo cual me ayuda mucho tanto en el trabajo como en casa. Sin embargo, mi trabajo no termina con cerrar la puerta de la oficina. Mi función a menudo requiere resolver asuntos fuera del horario habitual, pero lo considero parte natural del trabajo

Personas, procesos y digitalización: cómo ZKL unifica el área de Recursos Humanos en todo el grupo

directivo. Gracias a una buena planificación, logro encontrar un equilibrio entre el rendimiento laboral y el tiempo con mi familia.

Desde su punto de vista, ¿por qué es tan importante el rol de RR. HH. en ZKL?

Porque detrás de cada resultado hay personas. RR. HH. no trata solo de salarios o administración. Se trata de relaciones, motivación, comunicación y desarrollo. Cuando los procesos están bien establecidos y son justos, los responsables tienen claridad, los empleados confianza y la empresa estabilidad. Y eso es esencial para un grupo industrial como ZKL.

¿Cuáles son sus planes y visión para el área de RR. HH. de ZKL?

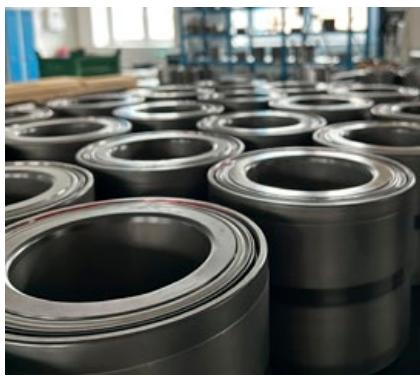
El objetivo es seguir modernizando y unificando los procesos, desarrollar plenamente la digitalización y fortalecer la conexión entre las empresas del grupo. Quiero que RR. HH. en ZKL sea percibido como un socio fiable y profesional.

Al mismo tiempo, es muy importante apoyar directamente la producción y su eficiencia desde la perspectiva de personal: garantizar que los responsables en la producción cuenten con equipos estables, cualificados y motivados que permitan un funcionamiento fluido y eficiente de las operaciones. La combinación de una perspectiva estratégica y práctica será clave en el futuro.

Además, gracias a la cooperación con representantes del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, he logrado obtener para ZKL acceso al proyecto piloto del nuevo Instrumento para evaluar y medir el valor del trabajo. Esta herramienta nos permitirá comparar el valor del trabajo entre diferentes profesiones y aportará datos valiosos para el ámbito de la remuneración equitativa y transparente. Gracias a nuestra participación en este proyecto piloto, ZKL tendrá una ventaja en la preparación para la próxima directiva europea que abordará este tema a nivel europeo.

El corazón oculto de las máquinas: los rodamientos como elemento clave de la industria del futuro

En el mercado actual encontramos una amplia gama de marcas de rodamientos, ya sean nuevas o históricamente consolidadas. Sin embargo, solo algunas de ellas cuentan con un equipo de desarrollo cualificado y un verdadero know-how técnico sólido. El GRUPO ZKL indudablemente forma parte de este selecto grupo y se sitúa con orgullo entre los cinco principales fabricantes europeos del sector. Gracias a ello somos un socio fiable para nuestros clientes en el desarrollo y la solución de tareas técnicas complejas, así como en ensayos y análisis detallados de rodamientos en operación.



Hoy se habla cada vez más de la autosuficiencia de Europa y de la seguridad tecnológica y de recursos en sectores industriales clave. La industria de los rodamientos forma una parte esencial de este debate y nuestro objetivo estratégico es desarrollar este know-how de forma sostenible directamente en la República Checa. Teniendo en cuenta la localización de la producción y las diferentes condiciones en los distintos continentes, nuestro grupo ha adoptado una estrategia a largo plazo de diversificación global de capacidades productivas, con énfasis en la competitividad y en el crecimiento futuro de la rentabilidad. Al mismo tiempo, somos capaces de ofrecer a nuestros clientes en 2026 soluciones innovadoras para una amplia gama de aplicaciones.

En el ámbito del material rodante ferroviario, se ha incorporado recientemente a la producción en serie la unidad cónica CTBU 110x180, destinada a trenes de metro y al transporte

suburbano ligero. Gracias a una solución única y patentada del diseño de la jaula, los rodamientos ZKL de los tipos WJ/WJP para ejes de vehículos ferroviarios están diseñados para minimizar el riesgo de deslizamiento al entrar los elementos rodantes en la zona de carga, un problema frecuente en las soluciones de la competencia. ZKL ofrece así a sus clientes un nivel aún mayor de seguridad operativa.

Como parte del plan a largo plazo de aumento de la calidad mediante la innovación de los procesos de producción, nuestros rodamientos radiales de rodillos a rótula alcanzan ahora una guía más precisa de los elementos rodantes, una mayor estabilidad de funcionamiento y unas pérdidas por fricción reducidas al mínimo. Gracias a la integración de operaciones de fabricación, también somos capaces de cubrir de forma eficiente incluso series de producción más pequeñas, algo poco habitual en el pasado. Creemos que todos estos avances ofrecen a nuestros socios una ventaja competitiva significativa en un mercado dinámico.

ZKL – Výzkum a vývoj, a.s. actúa desde hace muchos años como organización de diseño y laboratorio de ensayos para la industria aeronáutica (AEROSPACE) y para aplicaciones especiales de alta precisión. Desarrollamos sistemáticamente nuestra experiencia en este campo, y nuestros rodamientos han sido verificados durante años en motores aeronáuticos y unidades energéticas. Sobre este know-how se basa estratégicamente nuestro nuevo proyecto de desarrollo para 2026: “Rodamientos híbridos para una nueva generación de sistemas

no tripulados de alto rendimiento” (CZ.01.01.01/01/24_063/0006947), apoyado también por fondos de la Unión Europea. El resultado del proyecto será una geometría optimizada de los rodamientos con menor consumo de lubricante y combustible, respaldada por capacidades de ensayo de vanguardia para probar rodamientos de alta precisión a velocidades de hasta 100 000 min⁻¹.

Ing. Libor Nohál, Ph.D.
Director Técnico del Grupo ZKL



Ferias – un espacio para presentar innovaciones, colaborar y crecer

Las ferias forman parte de las herramientas de marketing y comerciales más importantes. Permiten el encuentro personal con los clientes, la presentación de novedades y el fortalecimiento de relaciones con los socios. Por ello, ZKL aprovecha regularmente estas oportunidades para desarrollar la marca en los mercados internacionales.

ZKL en Canadian Mining Expo 2025

A principios de junio participamos en la Canadian Mining Expo 2025 en Timmins, Canadá, enfocada en la industria minera. La participación se realizó en colaboración con nuestro socio de larga data, Ringball Corporation, gracias al cual podemos desarrollar conjuntamente la marca ZKL al otro lado del océano. ZKL estuvo representada por el Director General y el representante comercial para Norteamérica. Entre más de 340 expositores no faltaron líderes mundiales como Komatsu, Epiroc AB o Weir. Nuestra prioridad fue fortalecer la posición en el mercado norteamericano y presentar la marca ZKL como un proveedor confiable de rodamientos para aplicaciones mineras, desde transportadores de banda hasta maquinaria minera. Revise el folleto y descubra cómo los rodamientos ZKL resisten las condiciones exigentes de la industria minera – código QR del folleto:



Exito debut en la feria TRAKO 2025

En otoño nos presentamos por primera vez en la feria TRAKO 2025 en Gdansk, Polonia, el evento más grande de Europa Central dedicado al transporte ferroviario. Exhibimos nuestra gama completa de rodamientos para aplicaciones ferroviarias: rodamientos de rodillos de eje WJ/WJP, unidades de rodillos y cónicos ferroviarios, así como rodamientos de rodillos de eje para locomotoras. Además, en el stand de Klüber Lubrication se pudo ver un corte de nuestro rodamiento de eje WJ 120x240TNG. Como miembro de larga data de la Asociación de la Industria Ferroviaria Checa (ACRI), también participamos en la inauguración oficial de la exposición checa, que fue inaugurada por la directora general de la asociación, Marie Vopálenská. La participación en la feria generó nuevos contactos, fortaleció la marca y abrió proyectos interesantes. “Los resultados de las reunio-

nes confirman la importancia del programa de fabricación de rodamientos para la industria ferroviaria como uno de los pilares estratégicos de ZKL”, comenta el director técnico del grupo, Libor Nohál. Añade: “En los próximos años seguiremos desarrollando este programa y participando en eventos del sector, como la feria InnoTrans en Berlín o Rail Business Days en Ostrava.”

ZKL en Palmex Indonesia 2025

Nuestra presencia internacional también se expande en Asia. En octubre nos presentamos en Palmex Indonesia 2025, la feria más grande del mundo dedicada al procesamiento de aceite de palma. En el stand de nuestro socio PT. Djaja Harapan Makmur, el gerente comercial Jan Křemen presentó a los clientes nuestras soluciones para un funcionamiento más eficiente y confiable de los equipos utilizados en esta industria.

Agradecemos a todos los que nos visitaron en estas ferias y participaron en las discusiones



sobre nuestros productos e innovaciones. También agradecemos a nuestros socios por la excelente promoción de la marca ZKL y el desarrollo del negocio en mercados internacionales. ¡En 2026 esperamos encontrarnos nuevamente en las ferias InnoTrans en Berlín o Rail Business Days en Ostrava! Siga nuestro sitio web o redes sociales para no perderse las fechas de los próximos eventos.

Ing. Hana Luxová
marketing ZKL Bearings CZ, a.s.



Rodamientos para sistemas de tracción ferroviaria

Los motores de tracción y las cajas de engranajes de tracción son el corazón de los sistemas de accionamiento ferroviario. Ambos están diseñados para ofrecer la máxima fiabilidad y una vida útil prolongada. Un componente clave que influye decisivamente en su durabilidad es el rodamiento.

En ZKL nos dedicamos desde hace tiempo al desarrollo y fabricación de rodamientos para motores de tracción y transmisiones. Nuestras soluciones están diseñadas para cumplir con los más altos requisitos de fiabilidad, durabilidad y resistencia, incluso en las condiciones de operación más exigentes.

Rodamientos con recubrimiento cerámico

Para aplicaciones donde la corriente eléctrica pasa a través del rodamiento, ZKL suministra rodamientos especiales con recubrimiento cerámico. Gracias a esta capa, las piezas quedan eléctricamente aisladas y se evita la erosión de las pistas causada por la corriente. Estos rodamientos se utilizan, por ejemplo, en motores eléctricos, transmisiones de tracción y ejes de tranvías. El recubrimiento se aplica mediante tecnología de proyección por plasma: el óxido de aluminio en polvo se funde en un arco de plasma y se proyecta sobre la superficie de las piezas del rodamiento. Posteriormente, la superficie se impregna para aumentar su resistencia a factores externos. El recubrimiento presenta una resistencia eléctrico-aislante de $200 \text{ M}\Omega$ a un voltaje continuo de 1 000 V. Normalmente, el recubrimiento se aplica a la superficie exterior del aro exterior, y, opcionalmente, al interior o a ambos aros. Se puede aplicar a distintos tipos de rodamientos, siendo los más comunes: de bolas, de rodillos y cónicos. En la designación se añade el sufijo TM con un número según la aplicación concreta (por ejemplo: TM01 – recubrimiento en el aro exterior, TM02 – en el interior, TM03 – en ambos). En el diseño del rodamiento se calcula el espesor de la capa para que las dimensiones y tolerancias finales coincidan con las de un rodamiento sin recubrimiento. Los rodamientos con recubrimiento y los estándar son totalmente intercambiables. La resistencia eléctrico-aislante se verifica al 100 % en el control final de cada producto.

Rodamientos para motores de tracción

El motor de tracción es una máquina eléctrica rotativa utilizada para accionar vehículos ferroviarios, como locomotoras, tranvías o trenes de metro. Convierte la energía eléctrica de la red de alimentación en energía mecánica que hace girar el eje motriz.

Para mas información contacte:

ZKL – Investigación y Desarrollo, S.A.
Soporte técnico



support@zkl.cz

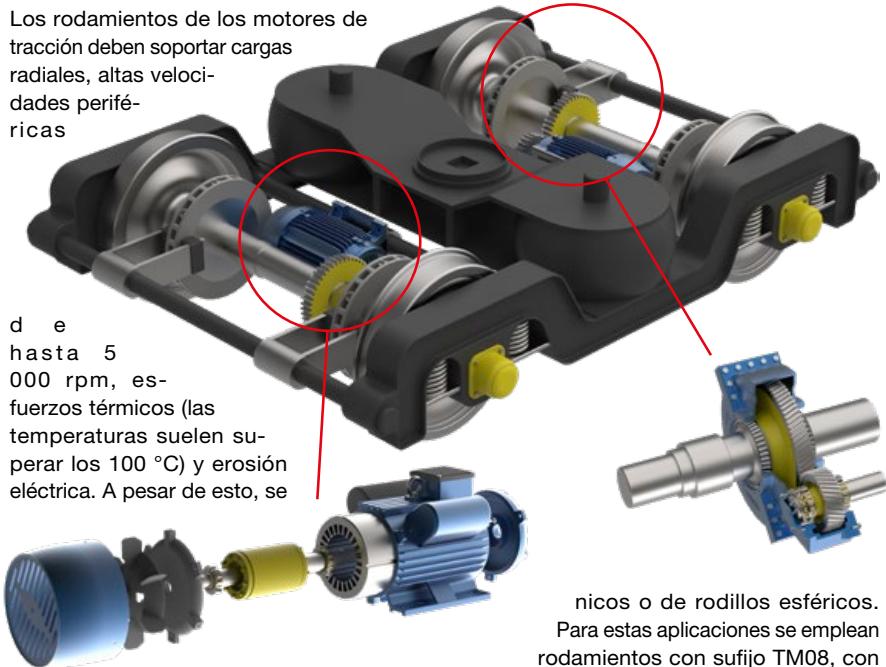


www.zkl.eu



+420 544 135 412

Los rodamientos de los motores de tracción deben soportar cargas radiales, altas velocidades periféricas



d e
hasta 5
000 rpm, es-
fuerzos térmicos (las
temperaturas suelen su-
perar los 100 °C) y erosión
eléctrica. A pesar de esto, se

espera que su vida útil

alcance millones de kilómetros. Por ello, ZKL fabrica rodamientos especiales de bolas y de rodillos con el sufijo TM05, diseñados para estas condiciones de operación. Normalmente tienen un juego radial aumentado (C3, C4) y un mayor grado de precisión (P6, P5) para un funcionamiento más suave y sin vibraciones. Se suministran con jaula maciza de latón guizada por los elementos o por el aro exterior. En caso de necesitar aislamiento eléctrico, se puede suministrar la versión con recubrimiento cerámico (sufijo TM015) descrita anteriormente.

Rodamientos para transmisiones de tracción

La transmisión de tracción es un mecanismo que transmite el par motor desde el motor de tracción al eje del vehículo ferroviario. En la mayoría de los casos se utilizan transmisiones de uno o dos pasos con engranajes helicoidales. Se pone especial énfasis en la baja sonoridad y la alta eficiencia, lo que es importante tanto para la comodidad de los pasajeros como para la eficiencia energética de la operación. El eje de entrada de la transmisión de tracción normalmente se apoya en dos rodamientos de rodillos y un rodamiento de bolas de contacto en cuatro puntos. Para el soporte del eje de salida, y en algunos casos del eje intermedio, se utilizan rodamientos có-

nicos o de rodillos esféricos.

Para estas aplicaciones se emplean rodamientos con sufijo TM08, con mayor juego radial y, según la aplicación, mayor precisión de funcionamiento. También es posible aplicar el recubrimiento cerámico (sufijo TM018) descrito anteriormente cuando se requiere aislamiento eléctrico.

¿Le interesan rodamientos para motores de tracción y cajas de engranajes?

Para obtener información detallada sobre esta gama de productos y sus ventajas, contacte a nuestros comerciales o técnicos.

Ing. Lukáš Fiala
Ingeniero de Aplicaciones ZKL –
Investigación y Desarrollo, S.A.

También puede descargar las fichas técnicas de los productos mediante los códigos QR.



Análisis de las causas de falla de los rodamientos: cómo aumentamos la fiabilidad de sus equipos

En ediciones anteriores de la revista nos hemos centrado en métodos específicos de análisis de fallos de rodamientos, como la fractografía. Sin embargo, la rotura o fisura de un rodamiento suele ser consecuencia de un conjunto más amplio de factores, que requieren un análisis técnico integral.

Durante la primera mitad de 2025 realizamos decenas de análisis de las causas de falla de rodamientos de fabricantes de todo el mundo, procedentes de distintas aplicaciones e industrias. El objetivo era identificar los factores primarios que afectan la vida útil de los rodamientos y ayudar a los clientes a prevenir problemas.

Según nuestros datos, la principal causa de falla es la contaminación del rodamiento. En más del 30% de los casos se trata de partículas en el rodamiento procedentes del mecanizado, el montaje o el sistema de lubricación de la máquina. Incluso partículas pequeñas pueden afectar el funcionamiento del rodamiento, su vida útil, ruido o vibraciones. Gracias a un análisis exhaustivo, es posible reconocer estos efectos y recomendar medidas para reducir su impacto.

El determinar la causa primaria no siempre es sencillo: a menudo se presentan fenómenos acompañantes, como daños por fatiga en varias zonas o vibraciones del rodamiento. Sin embargo, nuestra experiencia y nuestro laboratorio altamente equipado nos permiten identificar con precisión la causa principal y ofrecer soluciones concretas.

¿Qué podemos hacer por usted?

A nuestros clientes les ofrecemos:

- Apoyo en la gestión de reclamos de piezas no conformes.

"Las marcas en las superficies del rodamiento tras el funcionamiento son como huellas dactilares en la escena del crimen. A partir de ellas se puede determinar la causa de la falla."



Figura 2: Manifestaciones de contaminantes de fabricación en el rodamiento – pequeñas marcas irregulares y rayaduras

- Recomendaciones para optimizar el diseño de productos y procesos de fabricación.
- Control de calidad y recomendaciones preventivas para aumentar la fiabilidad de los equipos.

Gracias a la combinación de conocimientos especializados, equipamiento moderno y experiencia práctica, podemos garantizar que sus equipos sean fiables y mantengan un rendimiento duradero.

¿Cómo se manifiestan los daños en los rodamientos causados por lubricación contaminada?

Si la contaminación penetra en el espacio interno del rodamiento —o permanece en su interior como residuo del proceso de fabricación— aparecen en las pistas de rodadura marcas o abolladuras típicas provocadas por contaminantes sólidos. Cuando un elemento rodante pasa sobre una partícula contaminante, esta se incrusta en la superficie de la pista de rodadura, que normalmente es más blanda que el propio elemento rodante.

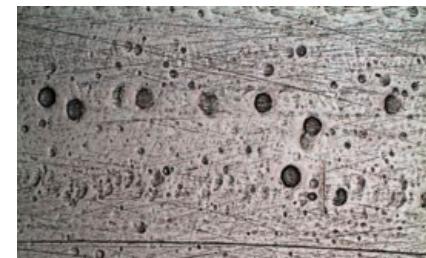


Figura 1: Marcas en la superficie de la pieza causadas por contaminantes del proceso de tamaño uniforme

Así se pueden identificar contaminantes de fabricación, que suelen ser virutas cortas o frágiles de acero provenientes del rectificado formadas en bolitas, o restos de abrasivo. Otros contaminantes provienen de fuentes externas al rodamiento, como procesos de desbarbado, limpieza u otros en los que se utilizan polvos o suspensiones. Estos contaminantes dejan marcas de tamaño regular en las piezas.

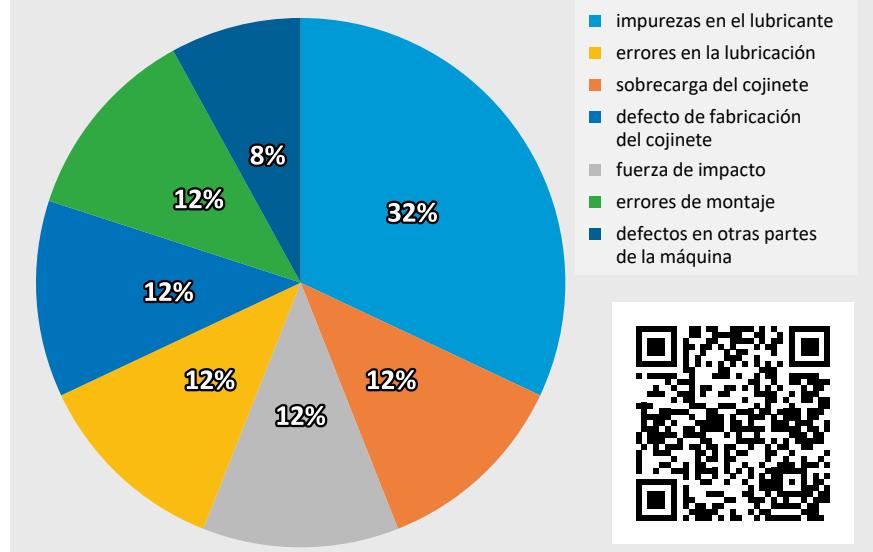
Cómo prevenir daños prematuros por contaminantes

Se puede evitar la presencia de partículas en el rodamiento mediante algunas acciones básicas:

1. Mantener limpio el área de montaje, sin corrientes de aire ni polvo.
2. Mantener limpias las piezas relacionadas, libres de polvo y residuos de fabricación.
3. Sacar el rodamiento de su embalaje original inmediatamente antes de montarlo.
4. Mantener limpios herramientas, engrasadores y guantes.
5. Asegurar la limpieza del lubricante, filtrarlo si es necesario y conservarlo en su envase original cerrado.

Estamos disponibles para consultas o supervisión durante el montaje de rodamientos. Contáctenos.

Proporción de casos en los que se ha encontrado la causa del daño



Jakub Němeček

Jefe del Departamento de Pruebas

✉ +420 544 135 371

✉ jakub.nemecek@zkl.cz



El rodamiento partido ZKL: eficiencia y ahorro de costos en el Puerto de Açu, Brasil

La empresa Ferroport, operadora de uno de los terminales portuarios más grandes de Brasil, gestiona la carga de mineral de hierro con operación continua 24/7. Un equipo clave es la excavadora de cangilones con pluma, que traslada el mineral desde los almacenes hasta las cintas transportadoras y posteriormente al muelle..

Debido a la intensa carga y al funcionamiento continuo, estos equipos sufren un elevado desgaste de los rodamientos, cuya sustitución suele ser muy costosa en tiempo y dinero.

Desafío

Un rodamiento estándar en esta aplicación requería un desmontaje completo. En un puerto donde cada hora de parada no planificada significa una pérdida de hasta 13 000 toneladas de capacidad de producción de mineral de hierro, cada minuto cuenta. El objetivo era encontrar una solución que redujera el tiempo de reemplazo del rodamiento y minimizara la interrupción del funcionamiento.

Solución

El equipo de especialistas técnicos de ZKL, en colaboración con la representación local ZKL Rodamientos S.A., recomendó el uso de un rodamiento partido tipo PLC_62-14-06.R con diámetro interior de 500 mm. Este tipo de rodamiento permite la instalación sin desmontar completamente el eje ni



los componentes circundantes, reduciendo significativamente el tiempo de parada y el riesgo de daños durante la manipulación.

La instalación fue realizada por el equipo de mantenimiento de Ferroport bajo la supervisión experta de Edson Almeida, representante técnico de ZKL en Brasil. Todo el proceso de montaje duró aproximadamente

12 horas, lo que corresponde a solo el 25 % del tiempo requerido para un rodamiento convencional.

Resultados

- 75 % de ahorro de tiempo en la instalación
- Paradas mínimas del equipo y rápida vuelta a operación
- Instalación sin problemas gracias al soporte técnico de ZKL
- Mayor fiabilidad operativa del equipo clave



Sobre el equipo

- Tipo: Excavadora de cangilones con pluma
- Capacidad: 13 000 t/h
- Altura de operación: 785 m
- Pluma: 50 m con polipasto de elevación
- Rodamiento original: 230/530K ($\varnothing 530 \times \varnothing 780 \times 185$ mm)
- Nuevo rodamiento dividido ZKL: PLC_62-14-06.R ($\varnothing 500 \times \varnothing 780 \times 185/270$ mm)

El equipo fue originalmente desarrollado y fabricado por BARDELLA S.A. para el terminal Porto Açu, actualmente conocido como Ferroport, una empresa conjunta de Anglo American y Prumo Logística Global.

Fiabilidad confirmada a lo largo del tiempo

El rodamiento fue adquirido con anticipación y almacenado durante varios años en el puerto, donde predominan altas temperaturas, humedad y ambiente salino. Al abrirlo, se

encontraba en perfecto estado, sin signos de corrosión ni daños, lo que confirma la calidad del diseño y del embalaje de ZKL.

Conclusión

Este proyecto demuestra una vez más que un rodamiento correctamente seleccionado puede generar ahorros medibles: reducir el tiempo de parada, disminuir los costos operativos y aumentar la fiabilidad del equipo. Los rodamientos partidos ZKL se consolidan como una solución probada para operaciones exigentes.

Para más información sobre las posibilidades de uso de rodamientos divididos ZKL en aplicaciones industriales, contacte a su gerente de ventas de ZKL.

Edson Almeida
ZKL Rodamientos S.A.



REVISTA DE ZKL

REVISTA TRIMESTRAL DEL GRUPO ZKL

Este número se publica en Diciembre de 2025

Dirigido por el consejo de redacción
Para las necesidades del consorcio ZKL
edita ZKL, a. s., Jedovnická 8
628 00 Brno

Tel.: 544 135 403

Fax: 544 233 484

Redactor responsable

Ing. Hana Luxová

Registrado en el Ministerio de Cultura de la República Checa bajo el No. E 11989

Composición e impresión:

Ideal Graphics s. r. o.
www.ideal-studio.cz