

MUNDO FERROSIDERÚRGICO

MERCADO, CIENCIA Y TECNOLOGÍA

AÑO: XIV / NÚMERO : 51 / FEBRERO 2025

I+D+i

DISEÑO DE UN SISTEMA DE MONITOREO DE CRITICIDAD
PARA RODILLOS DE CINTAS TRANSPORTADORAS.

- ING. ARGÉNIS RODRÍGUEZ

EVALUACIÓN DE LA MADUREZ TECNOLÓGICA DE LAS
LOCOMOTORAS, EN CVG FERROMINERA ORINOCO, C.A.

- ING. GÉNESIS RAMÍREZ



<https://www.ferrominera.com/publicaciones>

revistamundoferrosiderurgico@gmail.com



CVG FERROMINERA
ORINOCO

Presidente
Ing. Aldo Cantafio

Director
Ing. Debrajanice Guerra

Editores
Ing. Celisbey Pereira
Prof. Naibi Sánchez

Asesores Técnicos
Ing. Enrique Arteaga
Ing. Jordan González

Gestión Informativa y Difusión
Geol. Karla Aponte
Ing. Debrajanice Guerra
Ing. Dubraska Aguilera
Ing. Francisca Marín
Ing. Rosnieri Ramírez
Lcdo. Luis Quiroz
Lcda. Minoska Caripe
TSU Damelys Acevedo

Diagramación
Ing. Francisca Marín

Diseño Gráfico
Pasante Mariangel Subero

Diseño de Portada
Pasante Mariangel Subero

CONTENIDO	Pág.
Editorial.	3
Entrevista con propósito al Ing. Julio R. Marrero L. Gerente de Minería de CVG Ferrominera Orinoco, C.A.	4
Noticias del Mercado Siderúrgico Internacional.	8
Perspectivas de Mercado Siderúrgico.	11
I+D+i <i>Ing. Argénis Rodríguez</i> DISEÑO DE UN SISTEMA DE MONITOREO DE CRITICIDAD PARA RODILLOS DE CINTAS TRANSPORTADORAS.	16
I+D+i <i>Ing. Génesis Ramírez</i> EVALUACIÓN DE LA MADUREZ TECNOLÓGICA DE LAS LOCOMOTORAS, EN CVG FERROMINERA ORINOCO, C.A.	27
Breves Noticias de Ciencia y Tecnología.	39
Eventos sobre Ciencia y Tecnología.	42
Efemérides.	45

CONTACTO:
+58 286 930.31.85

revistamundoferrosiderurgico@gmail.com

MUNDO FERROSIDERÚRGICO

MERCADO, CIENCIA Y TECNOLOGÍA

EDITORIAL

AÑO XIV EDICIÓN N° 51 FEBRERO 2025

Estimados lectores, a través del Centro de Investigación y Gestión del Conocimiento, CVG FERROMINERA ORINOCO, C.A., tiene la satisfacción de entregarles la edición N° 51 de la Revista Mundo Ferrosiderúrgico; donde divulgamos investigaciones de desarrollo tecnológico e innovación, noticias y entrevistas del sector hierro y acero, con el fin de brindar información actualizada en el ámbito nacional e internacional.

Para esta edición, celebramos los 50 años de la nacionalización del hierro, **entrevistando al Ingeniero Julio Marrero**, actualmente Gerente de Minería con una gran trayectoria en el área de planificación, producción y operaciones de minería en Ciudad Piar, dando referencia a los avances y evolución de la extracción del hierro en la estatal minera, CVG Ferrominera Orinoco, C.A., expresando que “el aprendizaje y uso de tecnologías es fundamental para el futuro, ya que la automatización y digitalización continúan transformando la industria”.

En la sección “**Noticias del Mercado Siderúrgico Internacional**”, se tienen tres reseñas sobre depósitos de mineral de hierro que representan nuevos suministros de alta calidad que fortalecen las reservas de los países como Australia, China y África.

En la “**Sección Perspectiva de Mercado**”, el Lcdo. Luis Quiroz Consultor de Proyectos de la Gerencia General de Ingeniería y Proyectos de CVG Ferrominera Orinoco, C.A., presenta el comportamiento del precio del hierro y acero del primer bimestre del año 2025, así como el encadenamiento de sucesos en los países afectados por la aplicación de aranceles sobre el acero implementado por Estados Unidos. Igualmente la tendencia en los diferentes países en el mes de febrero donde el precio del mineral de hierro con un contenido de Fe del 62 % se situó en 106,96 USD/TM, el nivel más alto desde octubre del año pasado 2024. Otro tema interesante expuesto son las perspectivas del mercado de mineral de hierro, con el proyecto de explotación de este mineral de alto tenor más grande del mundo de Simandou en Guinea.

Para la sección de “**Investigación, Desarrollo e**

Innovación (I+D+i)”, se muestran dos Investigaciones donde se presenta el “**Diseño de un Sistema de Monitoreo de Criticidad para Rodillos de Cintas Transportadoras**”, por el Ingeniero Mecánico Argenis Rodríguez especialista en mantenimiento, con este modelo se asignará un nivel de criticidad a cada rodillo mediante un sistema programable, con valores de acuerdo a la condición actual de estos elementos cuyos resultados proporcionan información valiosa para optimizar las tareas de mantenimiento, reducir costos y mejorar la disponibilidad de las cintas transportadoras; usando esta herramienta (monitor de criticidad) causaría un impacto potencial en la producción, la seguridad y los costos que se generan por las fallas de los rodillos.

El segundo trabajo de Investigación lo presenta la Ingeniero Industrial Génesis Ramírez, sobre “**Evaluación de la Madurez Tecnológica de las Locomotoras, en CVG Ferrominera Orinoco, C.A.**”, investigación que permite conocer el nivel tecnológico que posee la flota de locomotoras adquiridas por la empresa para el traslado del mineral de hierro, así como el dominio tecnológico que posee el personal encargado de operar estos equipos, a través de la aplicación del instrumento de medición (Índice de Madurez Tecnológica) que permitió evaluar el desarrollo de la tecnología y planificar su evolución futura.

Finalmente, el equipo de la Gerencia Centro de Investigación y Gestión del Conocimiento, agradece a los investigadores, asesores y colaboradores en el apoyo brindado para la elaboración de la edición N.º 51, la primera revista del año 2025, donde estamos comprometidos a seguir divulgando la información precisa y actual sobre el mundo del hierro y acero. Por último no podemos dejar de invitarlos a participar en el evento, que por segunda vez se celebrará en la Ciudad de Puerto Ordaz, estado Bolívar en el mes de marzo la **Expo Metal 2025**, donde se exhibirá el potencial de la industria venezolana.

ENTREVISTA CON PROPÓSITO

“En esta sección presentamos un enfoque personalizado de los actores, que con su esfuerzo, experiencia protagonizan y consolidan el desarrollo de la industria del sector ferrosiderúrgico en materia de investigación y desarrollo”

Ing. Julio R. Marrero L. Gerente de Minería de CVG Ferrominera Orinoco, C.A.



Ing. Julio R. Marrero L. Gerente de Minería de CVG FERROMINERA ORINOCO, C.A.

La Revista Mundo Ferrosiderúrgico en su sección Entrevista con Propósito de la edición N° 51, tiene el agrado de compartir parte de su experiencia profesional con el Ingeniero Julio Marrero, quien es egresado de la Universidad Gran Mariscal de Ayacucho con el título de Ingeniero Ambiental y de los Recursos Naturales; actualmente ejerce el cargo de Gerente de Minería en CVG Ferrominera Orinoco, C.A., en Ciudad Piar Estado Bolívar, Venezuela.

Ing. Julio Marrero, bienvenido a nuestra sección Entrevista con Propósito, agradecemos mucho su receptividad y con motivo de la celebración de la nacionalización del hierro en Venezuela queremos compartir su opinión de algunas de las siguientes inquietudes con nuestros lectores de acuerdo a su experiencia profesional en CVG FERROMINERA ORINOCO, C.A.

¿Qué papel jugó la industria del hierro en el desarrollo económico del país en sus primeros años?

La industria del hierro desempeñó un papel importante, ya que en mis 50 años de vida he podido visualizar el impulso que ésta industria significó para el desarrollo económico de la región, se crearon dos ciudades de manera simultánea; mi querida Ciudad Piar, donde se ubican los yacimientos de mineral de hierro en Venezuela, como es Cerro Bolívar, Cerro Altamira y el Cuadrilátero Ferrífero San Isidro; recuerdo de niño como los americanos construyeron conjuntos habitacionales formándose como rompecabezas con la creación de escuelas, parques de recreación y lo más importante la construcción de una clínica y un centro de abasto (comisariato), a medida que aumentaba la producción de mineral de hierro los beneficios para los trabajadores eran retribuidos en bienestar social y económico.

La otra Ciudad que sufrió un crecimiento importante fue Puerto Ordaz, la cual por medio de la explotación del mineral de hierro garantizó el impulso de la industrialización que trajo consigo la creación de fuentes de empleo, urbanismo, construcción de diferentes infraestructuras, creando un proceso de modernización y crecimiento. En todo los ámbitos; social, cultural, económico y sobretodo conllevó al desarrollo regional y del país.

¿Qué cambios ha experimentado CVG Ferrominera en términos de producción y planificación de mina?

Esta pregunta es crucial para mí, debido que en el año 1997, ingresé a Ferrominera como técnico de planificación de mina, durante mi trayectoria en la empresa se produjeron una variedad de cambios especialmente en términos de producción y planificación, para ese periodo las metas de producción de mineral de hierro se incrementaban año a año.

La empresa, se vio en la necesidad de modernizar los procesos para incrementar la extracción y procesamiento de mineral de hierro, lo que permitió mejorar la productividad y a su vez reducir costos, con el objetivo de satisfacer la demanda de mineral en el mercado nacional e internacional.

Por otro lado; la planificación de mina se actualizó incorporando nuevas tecnologías debido a la inclusión de software minero que garantizó el desarrollo de modelos geológicos y mineros precisos, permitiendo optimizar las actividades de extracción mejorando significativamente la producción del mineral de hierro.

¿Qué medidas está implementando CVG Ferrominera para mitigar el impacto ambiental de la minería del hierro?

Ferrominera como una de las principales empresas mineras del país, ha enfrentado desafíos ambientales significativos debido a la naturaleza de las operaciones que se realizan en la minería del hierro.

Nuestra estatal minera ha implementado diversas medidas ambientales para mitigar el impacto de la explotación y extracción del mineral de hierro. Respetando el compromiso con la sostenibilidad y la recuperación ecológica, ¡es una prioridad para nuestra empresa continuar trabajando en las mejoras de sus prácticas y en la protección del entorno natural en las minas donde operamos!.

Puedo mencionar algunas de las principales iniciativas y medidas que se han tomado o que se están considerando para reducir el impacto ambiental.

Existe un Departamento de Gestión Ambiental, que abarca la planificación, control y seguimiento de las acciones, equipos de controles operacionales y medidas que realizan las diferentes unidades que hacen vida en el área de minería, con el objetivo de minimizar los impactos que generan las actividades de explotación, extracción y transporte del mineral de hierro en el entorno. Dentro de las acciones se tienen medidas que compensan la deforestación realizada, como son los

programas de reforestación y recuperación de las áreas, con especies nativas para recuperar los sitios afectados por la extracción del mineral y así restaurar su ecosistema, especialmente los morichales.

Igualmente se realiza el manejo adecuado de desechos con programas para recolectar, almacenar y disponer los desechos sólidos, líquidos y peligrosos para minimizar la contaminación del suelo y las aguas.

Otra medida importante que implementa la empresa son los programas de difusión de la cultura ambiental donde se fomenta la capacitación, sensibilización en los trabajadores y comunidades aledañas, por el respeto hacia el medio ambiente.

¿Qué impacto tuvo la nacionalización del hierro en Venezuela en cuanto a las comunidades locales y el desarrollo regional?

La nacionalización de hierro, tuvo efectos positivos primero porque se obtuvo el control total de la extracción, procesamiento y comercialización del mineral de hierro; esto impactó directamente en la economía del país. Los recursos económicos fueron socialmente provechosos, debido a su distribución y asignación en el Plan de la Nación, para proyectos sociales y desarrollo en la región minera, mejorando la calidad de vida en las comunidades, en términos de infraestructura y generación de empleo.

¿Cuáles son las perspectivas de CVG Ferrominera en el futuro?

De acuerdo a mi experiencia en el sector de hierro y acero, las perspectivas de Ferrominera están marcadas por una serie de desafíos y oportunidades. La clave para su futuro radica en mejorar la infraestructura y la tecnología, gestionar eficazmente los recursos naturales, adaptarse a las demandas del mercado global y asumir un rol más sostenible y socialmente responsable. Sin embargo, las fluctuaciones financieras y políticas del mercado global seguirán siendo factores decisivos para su evolución en los años venideros.

¿Qué lecciones durante su trayectoria en CVG Ferrominera puede aportar para las generaciones futuras?

Como trabajador de Ferrominera, una de las empresas más importantes en la explotación y extracción de mineral de hierro en el país, he acumulado una serie de lecciones valiosas a lo largo de mis 28 años de servicio que podrían ser fundamentales para las generaciones futuras.

Uno de los aprendizajes más cruciales para mí hoy día, es la necesidad de priorizar la seguridad en el trabajo. Las operaciones mineras son peligrosas, por lo que se deben seguir protocolos de seguridad rigurosos para prevenir accidentes y garantizar la integridad física de los trabajadores.

La minería es una actividad que requiere la cooperación entre distintas ciencias y especialidades. He aprendido a trabajar con otras unidades, con el objetivo de mejorar la productividad y crear un ambiente laboral más eficiente; “trabajo en equipo victoria segura”.

Ante los desafíos, el sector minero ha enfrentado muchos altibajos, debido a factores económicos, políticos y tecnológicos. Esto me ha enseñado a ser resiliente, adaptándome a nuevas circunstancias y superando los retos que se han presentado.

La formación continua y especialización en la minería moderna, exigen que como profesional esté en constante actualización de mis habilidades y conocimientos técnicos. Esto me ha permitido priorizar la importancia de la educación permanente.

En cuanto a la sostenibilidad y responsabilidad ambiental en el tiempo, ha aumentado la conciencia sobre el impacto ambiental de las actividades mineras. He aprendido la importancia de aplicar prácticas responsables y sostenibles para minimizar los efectos negativos en el ambiente, fundamental para el futuro de la empresa.

Con los avances tecnológicos, hemos tenido que adaptarnos a nuevas herramientas, procesos que

optimizan la producción y mejoran la eficiencia de las operaciones. El aprendizaje y uso de tecnologías es fundamental para el futuro, ya que la automatización y digitalización continúan transformando la industria.

Con el transcurso de los años he valorado la relación con las comunidades cercanas a las operaciones mineras. La responsabilidad social de la empresa y el apoyo a las comunidades locales, son aspectos que contribuyen a un entorno de trabajo más armónico y ético.

Estas lecciones no solo son valiosas para mí, sino que también sirven como un legado para las generaciones futuras, destacando la importancia de la seguridad, sostenibilidad, innovación y la colaboración mutua.



NOTICIAS DEL MERCADO SIDERÚRGICO



"En esta sección presentamos las noticias más relevantes del mercado siderúrgico internacional."

Nuevo depósito de mineral de hierro identificado en Australia



Imagen N° 1. Vista aérea de una mina de mineral de hierro.
Fuente: Getty Images

Un nuevo depósito de mineral de hierro ha sido descubierto en la provincia de Hamersley, en Australia Occidental, con una reserva de unos 55.000 millones de toneladas de mineral de hierro, según nuevos hallazgos de geólogos australianos.

Se suponía que el depósito en la región de Hamersley tenía alrededor de 2.200 millones de años, pero los investigadores han confirmado ahora que estos minerales aparecieron hace unos 1.400 millones de años, lo que indica una historia mucho más dinámica de la formación de mineral de hierro.

Con este descubrimiento se ha identificado algún vínculo entre la formación de mineral de hierro y el movimiento de los supercontinentes, lo que podría ayudar a predecir mejor como se formaron estos depósitos masivos de mineral de hierro, dijeron los geólogos.

El enorme depósito de mineral de Hamersley, valorado en un estimado de 5.900 millones de dólares, ha consolidado la posición de Australia como líder mundial en la industria del mineral de hierro.

Australia poseía 58.000 millones de toneladas de mineral de hierro en el año 2023, lo que representa el

30 % del total mundial, según datos del Servicio Geológico de Estados Unidos. Mientras tanto, el país exportó 892 millones de toneladas de mineral de hierro en el mismo año, posicionándose como el mayor del mundo, produciendo el doble de la cantidad de Brasil, según las estadísticas del Departamento de Industria, Ciencia y Recursos de Australia.

Fuente: Bloomberg

Shandong identifica depósito de mineral de hierro de alto tenor por 100 millones de toneladas



Imagen N° 2. Mina de mineral de hierro. Fuente: Getty Images

"El mineral de hierro perforado aquí puede ser atraído directamente por un imán, lo que es un claro testimonio de su alto tenor", dijo Shen Lijun, funcionario del Instituto de Geología del Carbón e Ingeniería de Exploración de Shandong, en el sitio de perforación del proyecto de exploración de la mina de hierro Yangquan en Yucheng, provincia de Shandong, en el Este de China.

En octubre del año 2024, el Departamento de Recursos Naturales de Shandong anunció avances significativos en la exploración de mineral de hierro en la región de Qihe-Yucheng, identificando reservas de 104 millones de toneladas de mineral de hierro de alto tenor en la región.

El depósito tiene un tenor promedio de contenido de hierro de 55.27 %, con un espesor del cuerpo que oscila entre 7.7 y 119.7 metros, según lo publicado.

Sin embargo, cuando se exploró el depósito rico en hierro en el año 2023, sus reservas probadas de mineral de hierro eran solo de alrededor de 14 millones de toneladas, según informó Mysteel Global. En los últimos dos años, el equipo de exploración local ha innovado sus métodos, ampliando las profundidades de detección a más de 2.000 metros bajo tierra, lo que mejoró significativamente la eficiencia de la exploración y condujo a importantes avances, explicó Shen.

El depósito de Qihe-Yucheng es ahora la primera base de recursos de mineral de hierro de alto tenor que supera los 100 millones de toneladas desde que China lanzó la nueva ronda de exploración minera estratégica en el año 2021, señala Mysteel Global.

Se espera que la calidad de alto tenor y el volumen sustancial del depósito refuercen el suministro interno de mineral de hierro de China en el futuro, reduciendo la dependencia de las importaciones y fortaleciendo las reservas minerales estratégicas del país, según expertos de la industria.

Fuente: Mysteel

Simandou alcanzará la máxima producción de mineral de hierro en dos años

Se espera que el proyecto Simandou, el depósito sin explotar de mineral de hierro de alto tenor más grande del mundo ubicado en Guinea de África Occidental. Este proyecto producirá 60 millones de toneladas de mineral de hierro en este año 2025, el primer año de funcionamiento, con 30 millones de toneladas de cada una de las minas del norte y del sur, y para el año 2026, se prevé que la producción se duplique a 120 millones de toneladas, predijo Bouna Sylla ministro de Minas y Geología de Guinea.

Fuente: Mysteel

Brasileña Vale toma el control total del proyecto de mineral de hierro Baovale



Imagen N° 3. Logotipo de Vale. Fuente: Reuters

La minera brasileña Vale, confirmó el jueves 06 de febrero de este año 2025, que ha comprado la participación del 50% en su alianza Baovale, anteriormente propiedad de su socio chino Baoshan Iron & Steel, conocida como Baosteel, una medida que le da a Vale el control total del proyecto de mineral de hierro.

La empresa conjunta Baovale fue establecida por el gigante minero brasileño y Baosteel en el año 2001, para operar la mina Agua Limpa en el estado brasileño de Minas Gerais. La empresa incluía una opción de compra que permitía la posibilidad de que Vale adquiriera la participación propiedad de Baosteel.

El año 2024, Vale informó a Baosteel que buscaba ejercer la opción de compra, dijo la minera brasileña en un comunicado. Agregó que el acuerdo de compra con Baosteel ha sido firmado, pero no reveló cuánto pagó por la participación.

La transacción aún debe ser aprobada por el regulador de la competencia de Brasil, CADE. Más temprano el jueves 06, el periódico Valor Económico informó que en el tercer trimestre del año pasado, Vale reveló un valor de 135 millones de reales (23,4 millones de dólares) por la participación del 50 %.

Fuente: Reuters

PERSPECTIVAS DEL MERCADO SIDERÚRGICO

Esta sección está enmarcada en brindar soluciones y estrategias, a través de contenido, documentales e información de actualidad, que permita el análisis avanzado de noticias y tendencias en el mercado del mineral de hierro.

COMPORTAMIENTO DEL PRECIO INTERNACIONAL EN EL MINERAL DE HIERRO DURANTE EL PRIMER BIMESTRE DEL AÑO 2025

Lcdo. Luis Quiroz
Líder de Proyectos
Gerencia de Proyectos



Gráfico 1. Período: 14/febrero/2024 - 14/febrero/2025 - Cotización del Mineral de Hierro 62% Fe Spot CFR Puerto Tianjin China (USD/TM). Fuente: Bloomberg; Financial Times; S&P Global Commodity Insights (Platts).

Los precios del mineral de hierro con un contenido de Fe del 62 % se situaron en 106,96 USD/TM en el mes de febrero, el nivel más alto desde octubre del año pasado 2024, impulsados por las amenazas a la oferta y las expectativas de tracción de la demanda, ya que los mercados evaluaron el impacto que los aranceles al acero, impuestos por Estados Unidos pueden tener en el comercio mundial.

El presidente de Estados Unidos, Donald Trump, cumplió sus amenazas e implementó aranceles del 25 % sobre el acero de todos los destinos, lo que redujo la demanda de materias primas de las acerías de Brasil, Canadá, México, Japón y Corea del Sur. Aun así, los precios se vieron respaldados por los ciclones en curso en Australia, que se espera golpeen los principales centros de exportación de BHP y Fortescue y mantengan a los barcos con mineral de hierro en el muelle. Esto se suma a las menores exportaciones de Río Tinto el mes pasado debido al clima adverso en los puertos y problemas con las líneas ferroviarias.

Mientras tanto, las promesas de un estímulo fiscal agresivo por parte de China, el principal consumidor, cobraron impulso después de que Beijing señaló que ampliará su déficit presupuestario y aumentará el endeudamiento, limitando la caída de la demanda de construcción de China. Los analistas esperan que las reuniones de política económica de China (dos sesiones) a principios de marzo traigan estímulos para impulsar la demanda de acero.

Por otra parte, las tres mineras más grandes del mundo, BHP, Río Tinto y Vale, informarán sus resultados financieros esta semana. Las perspectivas son de ganancias más débiles desde el año 2019, afectadas por los precios más bajos del mineral de hierro y la incertidumbre en la economía mundial.

En cuanto a los futuros del mineral de hierro, éstos subieron en los últimos días, ya que las pérdidas anteriores provocadas por las amenazas arancelarias del presidente de Estados Unidos, Donald Trump, fueron contrarrestadas por señales de recuperación de la demanda en China, el principal consumidor y la caída de los envíos de los principales proveedores.

El contrato de mineral de hierro del mes de mayo más negociado en la Bolsa de Productos Básicos de Dalian (DCE) de China terminó las operaciones diurnas con un alza del 0,79 % a 826,5 yuanes/TM (113,16 USD/TM), el nivel más alto desde el 10 de diciembre del año 2024.

El mineral de hierro de referencia para el mes de marzo en la Bolsa de Singapur subía un 0,76 % a 107,15 USD/TM, tocando el máximo del 16 de octubre del año 2024, de 107,5 USD/TM a principios de la sesión.

La demanda del ingrediente clave para la fabricación de acero mostró signos de recuperación, lo que respaldó los precios. La producción diaria promedio de acero, generalmente utilizada para medir la demanda de mineral de hierro, aumentó un 1,3 % desde la evaluación antes de las vacaciones del Año Nuevo Lunar en China a 2,28 millones de toneladas el 5 de febrero entre los fabricantes de acero encuestados, según mostraron los datos de la consultora Mysteel.

Los mercados estuvieron cerrados por las vacaciones del Año Nuevo Lunar chino del 28 de enero al 5 de febrero.

Los envíos de los principales proveedores, Australia y Brasil, cayeron un 32 % a 18,98 millones de toneladas en la semana que finalizó el 9 de febrero en comparación con la semana anterior, mostraron los datos de Mysteel, lo que impulsó la confianza.

En otro orden de ideas, es importante tener en cuenta en las perspectivas del mercado de mineral de hierro, el proyecto de explotación de mineral de hierro de Simandou en Guinea, considerado como el depósito de mineral de hierro de alto tenor, sin explotar, más grande del mundo, comenzará a producir en diciembre del año 2025. Se espera que este desarrollo histórico remodele las cadenas globales de suministro de mineral de hierro, los precios y la competencia en el mercado.

Para los inversores, los fabricantes de acero y los estrategias de la cadena de suministro, el seguimiento del progreso de Simandou es importante para comprender las tendencias futuras del mercado.

El proyecto ha recibido todas las aprobaciones regulatorias necesarias y avanza según lo previsto. La primera fase tendrá una producción de 30 millones de toneladas métricas por mina, con una capacidad total que alcanzará los 120 millones TM/año en el segundo año.

La producción a gran escala de Simandou inyectará 120 millones de toneladas métricas anuales en el mercado global.

Dado que Australia y Brasil dominan actualmente las exportaciones de mineral de hierro, es probable que esta oferta adicional introduzca una mayor competencia y diversificación.

Según un análisis de S&P Global (2024), la oferta adicional de Simandou podría crear una presión a la baja sobre los precios del mineral de hierro debido a la entrada en el mercado de un mayor volumen de mineral de alto tenor. Históricamente, el aumento de la oferta ha llevado a reducciones de precios a menos que se cumpla con un crecimiento proporcional de la demanda.

Se espera que el índice de mineral de hierro de Platts refleje estos cambios a medida que aumente la producción.

Los mayores exportadores actuales, Australia y Brasil, han suministrado tradicionalmente más del 75 % de las importaciones de mineral de hierro de China. Dado que la producción de Simandou competirá directamente con gigantes mineros australianos y brasileños como Río Tinto, BHP y Vale, éstas empresas pueden enfrentarse a reducciones de cuota de mercado y ajustes estratégicos de precios.

Dado que China consume más del 60 % del mineral de hierro del mundo para su industria siderúrgica, sus inversiones estratégicas en Simandou (a través de una asociación de consorcio chino) indican un impulso para reducir la dependencia del mineral australiano en medio de las tensiones geopolíticas en curso.

Los costos más bajos y la mayor calidad de Simandou podrían conducir a un reajuste de las fuentes de importación de China.

Un factor clave en la viabilidad del proyecto es el ferrocarril transguineano de 622 kilómetros, que conecta Simandou con un nuevo puerto de aguas profundas en Matakong. Esta inversión en infraestructura, estimada en 15 mil millones de dólares americanos, es importante para transportar el mineral de manera eficiente y reducir los costos logísticos generales.

Se espera que las rutas marítimas cambien, con África Occidental emergiendo como un importante centro de mineral de hierro. Algunos analistas predicen un aumento de la demanda de buques en la ruta comercial del Atlántico, lo que podría reducir los costes de transporte para los compradores mundiales de mineral de hierro.

El éxito de Simandou podría allanar el camino para la exploración en países vecinos, como Liberia y Sierra Leona, que tienen reservas de mineral de hierro sin explotar. Esto podría crear un nuevo corredor minero para las cadenas de suministro globales.

El proyecto de mineral de hierro de Simandou representa momento transformador para el mercado mundial de mineral de hierro. Introduce una mayor competencia, diversificación de la oferta y cambios en los precios, lo que afecta especialmente a la industria siderúrgica de Australia, Brasil y China.

Con sus inversiones estratégicas en infraestructura y su fuerte respaldo gubernamental, Simandou está preparada para cambiar las reglas del juego en la próxima década.

PRODUCCIÓN MUNDIAL DE ACERO DURANTE EL AÑO 2024 ALCANZÓ LAS 1.882,6 MILLONES DE TONELADAS DE ACUERDO A LA ASOCIACIÓN MUNDIAL DEL ACERO, LO QUE REPRESENTA UNA DISMINUCIÓN DEL 0,8 % EN COMPARACIÓN CON LAS 1.897,9 MILLONES DEL AÑO 2023.



Gráfico 2. Producción mundial de acero de 71 países que reportan a la Asociación Mundial del Acero (Worldsteel). Fuente: Asociación Mundial del Acero (Worldsteel), 24 de enero del año 2025.

Las más recientes estadísticas sobre la producción mundial de acero, publicadas a finales del mes de enero de este año 2025, por la Asociación Mundial del Acero (Worldsteel), indican que, durante diciembre del año 2024, los 71 países que reportan a la Asociación produjeron 144,5 millones de toneladas, lo que supone un incremento de 5.6 % en comparación con el mes de diciembre del año 2023.

En cuanto a los principales países productores de acero durante el año 2024, China es el líder con una producción de 1.005,1 Millones de TM, seguida de India y Japón con 149,6 Millones de TM y 84,0

Millones de TM respectivamente. Seguidos de EEUU en el cuarto lugar con 79,5 Millones de TM y Rusia en el quinto lugar con 70,7 Millones de TM.

De los países latinoamericanos, el primero en aparecer es Brasil, quien está ubicado en la novena posición con una producción de 33,7 Millones de TM, México con 13,7 Millones de TM está en la posición quince y Argentina cierra el Top-40 con 3,9 Millones de TM en la posición 37.

Fuente: Asociación Mundial del Acero - 24.01.2025

I+D+i

En esta sección presentamos las investigaciones, desarrollos e innovaciones plasmados en papel tanto de los trabajadores de CVG Ferrominera Orinoco, C.A., como de las empresas hermanas de la Corporación Venezolana de Guayana (CVG) e institutos académicos, en pro de las mejoras de los procesos operativos y administrativos de la industria del hierro y el acero.



Artículo de investigación:

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE MONITOREO DE CRITICIDAD PARA
RODILLOS DE CINTAS TRANSPORTADORAS**

*Ing. Argénis José Rodríguez Amáiz*¹

¹Especialista en Gerencia de Mantenimiento – Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre” Vice-Rectorado Puerto Ordaz (UNEXPO), Ingeniero Mecánico (UNEXPO), Auditor de Sistemas de Gestión de la Calidad (Bureau Veritas), Profesional del Área de Planificación de Mantenimiento e Inspección Técnica. Puerto Ordaz, Venezuela.

advanced.reliability29@gmail.com

Fecha recibida: 30/05/2024

Fecha aprobado: 13/12/2024

Correspondencia:

Gerencia Centro de Investigación y Gestión del Conocimiento
CVG Ferrominera Orinoco, C.A.— Ciudad Guayana, Estado Bolívar, Venezuela

Teléfonos de contacto: +58 (286) 9303185

Resumen - El artículo de investigación, presenta el diseño de un sistema de monitoreo de criticidad para visualizar en tiempo real la condición de los rodillos de una cinta transportadora. Este sistema utiliza un indicador tipo semáforo para comunicar de manera visual la criticidad del equipo; en este artículo están definidos los pasos para la aplicación de este modelo donde se le asignará un nivel de criticidad a cada rodillo mediante un sistema programable con valores de acuerdo a la condición actual de estos elementos, cuyos resultados proporcionan información valiosa para optimizar las tareas de mantenimiento, reducir costos y mejorar la disponibilidad de las cintas transportadoras. Ante la detección de un deterioro significativo, el sistema genera alertas tempranas, permitiendo la programación de acciones preventivas antes de que la falla se materialice. De esta manera, se minimizan las paradas imprevistas, se garantiza la seguridad de las operaciones. Los reportes generados por el sistema de monitoreo de criticidad lo convierten en una herramienta valiosa para la gestión de cintas transportadoras, su implementación se traduce en mayor seguridad, optimización del mantenimiento, extensión de la vida útil del equipo y mejor eficiencia operativa, asegurando la confiabilidad y productividad de las operaciones industriales.

Palabras Clave - Monitoreo de Criticidad, Rodillos, Cintas Transportadoras, Mantenimiento Preventivo, Indicador tipo Semáforo, Reporte Gerencial.

Abstract - The research article presents the design of a criticality monitoring system to visualize the condition of the rollers of a conveyor belt in real time. This system uses a traffic light type indicator to visually communicate the status of the equipment; This article defines the steps for the application of this model where a criticality level will be assigned to each roller through a programmable system with values according to the current condition of these elements whose results provide valuable information to optimize maintenance tasks. , reduce costs and improve the availability of conveyor belts. Upon detection of significant deterioration, the system generates early alerts, allowing preventive actions to be programmed before the failure materializes. In this way, unplanned stops are minimized and the safety of operations is guaranteed. The reports generated by the criticality monitoring system make it a valuable tool for the management of conveyor belts, its implementation translates into greater safety, optimization of maintenance, extension of the useful life of the equipment and better operational efficiency, ensuring reliability. and productivity of industrial operations.

Keywords - Criticality Monitoring, Rollers, Conveyor Belts, Preventive Maintenance, Traffic Light Indicator, Management Report.

I. INTRODUCCIÓN

La evaluación de la criticidad en un equipo es un proceso continuo que debe revisarse periódicamente, ya que la disponibilidad puede cambiar con el tiempo. Las cintas transportadoras son componentes esenciales en diversos sectores industriales, desde la minería y la construcción hasta la manufactura y la distribución.

Los rodillos, piezas claves en su funcionamiento, pueden sufrir desgastes y fallas que impactan negativamente la operación. Por lo tanto, la criticidad de las cintas transportadoras debe ser considerada como una prioridad en la gestión industrial. Implementar estrategias para garantizar su confiabilidad y buen funcionamiento, es crucial para prevenir las consecuencias negativas.

Para mitigar estos riesgos se requieren de sistemas programables que brinden información precisa y en tiempo real; un sistema que permita

monitorear el nivel de criticidad de los rodillos, es una respuesta ante tal necesidad.

Los beneficios del sistema son múltiples:

- **Reducción de paradas imprevistas:** Actúa antes de que ocurran fallas, minimizando interrupciones en la producción.
- **Optimización del mantenimiento:** Facilita la programación de tareas preventivas, reduciendo costos y tiempos de reparación.
- **Extensión de la vida útil de los rodillos:** Permite detectar y corregir problemas menores antes de que se agraven.
- **Mejora de la eficiencia:** Aumenta la disponibilidad de las cintas transportadoras y optimiza el flujo de materiales.

Su implementación lo convierte en un aliado estratégico para la industria.

II. MARCO TEÓRICO

La criticidad, es un indicador que informa del riesgo que presenta un dispositivo para su empresa, facilitando la priorización del mantenimiento. Es una medida para dar prioridad a los activos para la planificación del gestor de mantenimiento. Este nivel se representa a su vez con un valor numérico que permitirá ponderar la criticidad de cada activo o componente de un equipo.

Tabla 1. Niveles de Criticidad.

COD.	NIVEL DE CRITICIDAD	COLOR
AC	ALTA CRITICIDAD	ROJO
MC	MEDIANA CRITICIDAD	AMARILLO
BC	BAJA CRITICIDAD	VERDE

Fuente: Soporteycia. <https://soporteycia.com>

Indicadores Tipo Semáforo

Los indicadores tipo semáforo, son una herramienta visual simple y efectiva para comunicar la criticidad de los activos o componentes en un sistema de mantenimiento industrial. Se basan en el uso de colores para representar diferentes niveles de criticidad, similar a un semáforo:



Imagen N° 1. Semáforo Indicador. Fuente: Guía de Ingeniería.
<https://www.guiadaen-genharia.com/programacao-semaforo/>.

- **Rojo:** Indica que el activo o componente se encuentra en un estado crítico y requiere atención inmediata.
- **Amarillo:** Indica que el activo o componente se encuentra en un estado de alerta y requiere atención preventiva.
- **Verde:** Indica que el activo o componente se encuentra en un estado normal y no requiere atención inmediata.

Los indicadores tipo semáforo son definidos por **M. Mozammel Haque (2016)** como: "Una herramienta valiosa para la gestión de activos en una variedad de industrias. Pueden ayudar a mejorar la comunicación, la toma de decisiones y la eficiencia general del proceso de mantenimiento".

Monitor de Criticidad Programado

Es una herramienta que permite visualizar y gestionar la criticidad de los equipos en un sistema de mantenimiento industrial. Se basa en la clasificación de los equipos o sus componentes en función de su impacto potencial en la producción, la seguridad y los costos de la empresa en caso de falla.

Beneficios del uso de un monitor de criticidad

- **Mejora la toma de decisiones:** Permite a los responsables de mantenimiento tomar decisiones informadas sobre la asignación de recursos y la priorización de tareas de mantenimiento.
- **Reduce el riesgo de fallas:** Permite identificar y gestionar los activos críticos de manera proactiva, lo que reduce el riesgo de fallas imprevistas y costosas.
- **Mejora la eficiencia del mantenimiento:** Permite optimizar las actividades de mantenimiento al enfocarse en los activos que tienen un mayor impacto potencial en caso de falla.

Un monitor de criticidad eficaz para los equipos o sus componentes, según el Dr. John Van Der Meer (2008), "Es una herramienta poderosa que puede ayudar a las empresas a prevenir fallos costosos y proteger a sus trabajadores y al medio ambiente."

Gráficos Indicadores

Se utilizan para mostrar tendencias, patrones y cambios en los datos de una manera fácil de entender. Son útiles para comunicar información sobre el rendimiento de una métrica en relación con un objetivo o rango objetivo. (Ver imagen N° 2).



Imagen N° 2. Modelo de gráfico Indicador. Fuente: GI "Gráfica Inteligente". <https://graficainteligente.com>

Los gráficos indicadores ofrecen varios beneficios, que incluyen:

- **Mejora de la comunicación:** Los gráficos indicadores pueden comunicar información compleja de una manera fácil de entender.
- **Mayor visibilidad:** Los gráficos indicadores pueden ayudar a aumentar la visibilidad de las métricas clave.
- **Promoción de la acción:** Los gráficos indicadores pueden ayudar a promover la acción al mostrar cuándo es necesario tomar medidas correctivas.

- **Mejora de la toma de decisiones:** Los gráficos indicadores pueden ayudar a mejorar la toma de decisiones al proporcionar información visual sobre el rendimiento.

Cintas o Bandas Transportadoras

Es un sistema de transporte que consiste en una banda continua que se mueve sobre poleas y está sostenida por rodillos (Acanalada) o una bandeja plana. La banda transportadora se utiliza para transportar materiales a granel o productos manufacturados sobre una distancia fija o variable. (Ver imagen N° 3).

En el transporte de materiales a granel, según el Manual para Transportadores de Cinta CEMA (N° 305-2019), indica que: "Los transportadores de cinta proporcionan un flujo continuo de material evitando demoras, peligros de seguridad en rieles, tráfico de motor y otros congestionamientos".

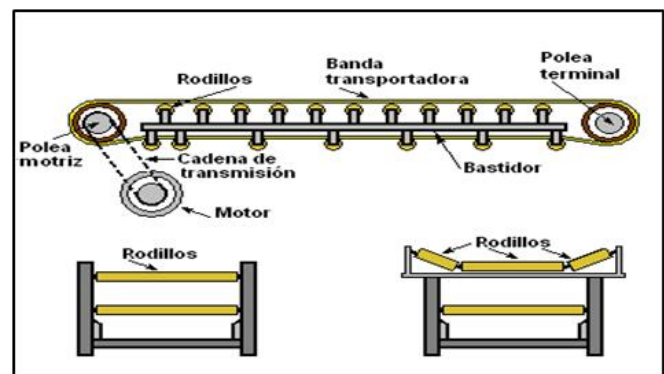


Imagen N° 3. Esquema de una Cinta Transportadora. Fuente: Researchgate. https://www.researchgate.net/figure/Esquema-de-las-partes-de-la-cinta-transportadora_fig64_321533608.

Una cinta transportadora acanalada, es un tipo de transportador de banda que utiliza una banda con surcos o canales en su superficie para transportar materiales. Los surcos ayudan a contener el material en la banda, lo que permite transportar materiales inclinados o incluso verticalmente. (Ver imagen N° 4).



Imagen N° 4. Modelo de Cinta transportadora acanalada. Fuente: FREEPIK. https://www.freepik.es/fotos-premium/cinta-transportadora-procesamiento-mineral-carbon_43052208.htm.

Bastidor de Carga para Cinta Acanalada.

Es la estructura principal que soporta la banda transportadora, los rodillos, los componentes mecánicos y el material transportado. Tienen tres configuraciones generales con ángulos de 20°, 35° y 45°. Usualmente consta de tres rodillos. Los dos rodillos extremos están inclinados hacia arriba, quedando el central horizontal. (Ver imagen N° 5).

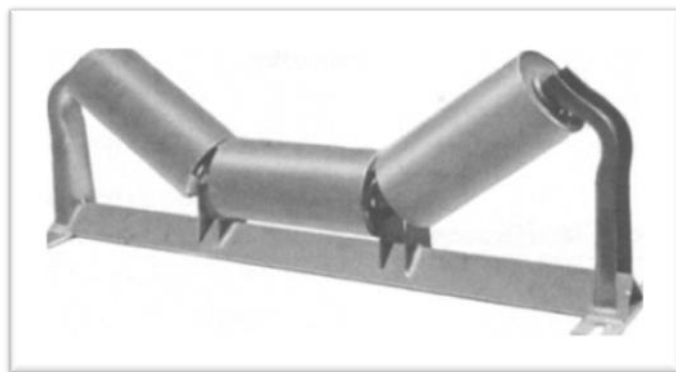


Imagen N° 5: Bastidor Acanalado de Carga. Fuente: Manual para Transportadores de Cinta (CEMA) (N° 305-2019).

Los bastidores con rodillos levantados a 35° y 45° proporcionan mayor capacidad de carga para un ancho dado y demanda mayor flexibilidad para la cinta.

Bastidor de Retorno

Estos bastidores son usados para soportar la cinta en el camino de retorno. Usualmente están suspendidos debajo de la misma estructura que soporta los bastidores de carga. (Ver imagen N° 6).



Imagen N° 6: Bastidor de retorno Fuente: Manual para Transportadores de Cinta (CEMA) (N° 305-2019).

Espaciamiento entre los Bastidores

El espaciamiento normal sugerido en los bastidores para el trabajo de los transportadores en general, está dado en la tabla 5-2 del Manual para Transportadores de Cinta CEMA (N° 305-2019). Los bastidores deberían espaciarse para mantener la correa fija y en contacto con el bordeado de goma de los delantales a lo largo de su longitud entera. (Ver imagen N° 7).

TABLE 5-2. Suggested Normal Spacing of Belt Idlers (S_i)*

Belt Width (Inches)	Troughing idlers Weight of material handled, lbs per cu ft						Return Idlers
	30	50	75	100	150	200	
18	5.5 ft	5.0 ft	5.0 ft	5.0 ft	4.5 ft	4.5 ft	10.0 ft
24	5.0 ft	4.5 ft	4.5 ft	4.0 ft	4.0 ft	4.0 ft	10.0 ft
30	5.0 ft	4.5 ft	4.5 ft	4.0 ft	4.0 ft	4.0 ft	10.0 ft
36	5.0 ft	4.5 ft	4.0 ft	4.0 ft	3.5 ft	3.5 ft	10.0 ft
42	4.5 ft	4.5 ft	4.0 ft	3.5 ft	3.0 ft	3.0 ft	10.0 ft
48	4.5 ft	4.0 ft	4.0 ft	3.5 ft	3.0 ft	3.0 ft	10.0 ft
54	4.5 ft	4.0 ft	3.5 ft	3.5 ft	3.0 ft	3.0 ft	10.0 ft
60	4.0 ft	4.0 ft	3.5 ft	3.0 ft	3.0 ft	3.0 ft	10.0 ft
72	4.0 ft	3.5 ft	3.5 ft	3.0 ft	2.5 ft	2.5 ft	8.0 ft
84	3.5 ft	3.5 ft	3.0 ft	2.5 ft	2.5 ft	2.0 ft	8.0 ft
96	3.5 ft	3.5 ft	3.0 ft	2.5 ft	2.0 ft	2.0 ft	8.0 ft

* Spacing may be limited by load rating of idler. See idler load ratings in Tables 5-8—5-12.

Imagen N° 7: Espaciado entre bastidores. Fuente: Manual para Transportadores de Cinta (CEMA) (N° 305-2019).

III. RESULTADOS

El objetivo del monitor de criticidad es proporcionar a través de un semáforo indicador la visualización del estado de los rodillos que conforma una cinta transportadora. En este caso, el estudio se aplicó para una banda acanalada con 30 estaciones de rodillos, específicamente veinte y dos (22) bastidores de carga de tres (3) rodillos y ocho (8) bastidores de retorno.

El funcionamiento de este sistema se programó de la manera siguiente:

1. Se generó una tabla en Excel con los valores 1,2,3 asignando los colores del semáforo donde; Rojo = 1, Amarillo = 2 y Verde = 3. El color verde indica que el rodillo está óptimo, el amarillo regular y el rojo dañado. (Ver tabla 2 y 3.)
2. La tabla generada se programó para evaluar los niveles de criticidad en función del dato que insertará el inspector técnico o inspector planificador, quien está encargado de recolectar la data y generar los primeros indicadores. (Ver tabla 2 y 3.)

Tabla 2. Tabla de Evaluación de Criticidad en rodillos. Estaciones N° 1 al 15.

ESTACIONES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RODILLOS DE CARGA LATERAL DERECHO	1	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1
OPTIMO	-	3	-	3	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-
REGULAR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	-	2	-	-
DAÑADO	1	-	1	-	1	1	-	1	1	-	-	1	-	1	1
RODILLOS DE CARGA CENTRAL															
OPTIMO	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	-	-
REGULAR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	2	2
DAÑADO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RODILLOS DE CARGA LATERAL IZQUIERDO															
OPTIMO	3	-	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	-	3
REGULAR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-
DAÑADO	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RODILLOS DE RETORNO															
OPTIMO	-	-	-	3	-	-	3	-	-	-	3	-	-	-	3
REGULAR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-
DAÑADO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: Elaboración del autor

Tabla 3: Tabla de Evaluación de Criticidad en rodillos. Estaciones N° 16 al 30.

ESTACIONES	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
RODILLOS DE CARGA LATERAL DERECHO	1	3	1	2	3	1	2	3	1	2	1	3	2	2	3
OPTIMO	-	3	-	-	3	-	-	3	-	-	-	3	-	-	3
REGULAR	-	-	-	2	-	-	2	-	-	2	-	-	2	2	-
DAÑADO	1	-	1	-	-	1	-	-	1	-	1	-	-	-	-
RODILLOS DE CARGA CENTRAL															
OPTIMO	-	-	-	-	3	3	3	3	3	3	3	3	3	-	3
REGULAR	2	2	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	2
DAÑADO	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RODILLOS DE CARGA LATERAL IZQUIERDO															
OPTIMO	-	3	3	-	3	-	3	-	3	-	3	3	3	3	3
REGULAR	2	-	-	2	-	2	-	2	-	-	-	-	-	-	-
DAÑADO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
RODILLOS DE RETORNO															
OPTIMO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-
REGULAR	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DAÑADO	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-

Fuente: Elaboración propia

3. Se configuró las celdas de instrucción de datos a través de formatos con condiciones de Excel, para que el dato al ser ingresado a la celda adopte el color de relleno asignado según el número. (Ver imagen N° 8).

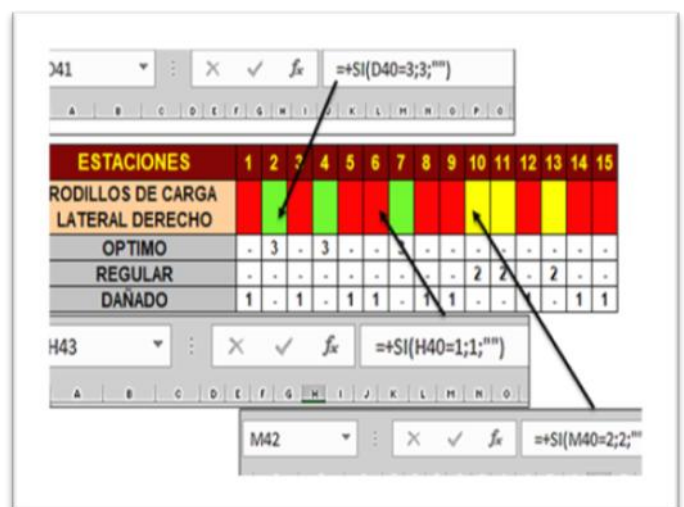


Imagen N° 8. Configuración de las celdas con condiciones de Excel para carga de Datos. Fuente: Elaboración del autor

4. Se diseñó un panel de alerta con gráfica de barras para visualizar los resultados de manera óptima conociendo la ubicación y el estado del rodillo de la cinta transportadora, una vez fueran ingresados los datos en las tablas mencionadas. (Ver Gráficos N° 1,2,3 y 4.)

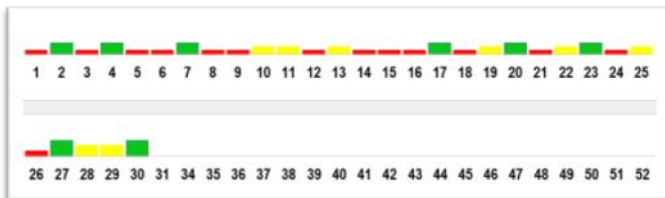


Gráfico N° 1. Panel de Alerta – Rodillos de Carga Lateral Derecho. Fuente: Elaboración del autor



Gráfico N° 2. Panel de Alerta – Rodillos de Carga central. Fuente: Elaboración del autor.



Gráfico N° 3. Panel de Alerta – Rodillos de Carga Lateral Izquierdo. Fuente: Elaboración del autor.

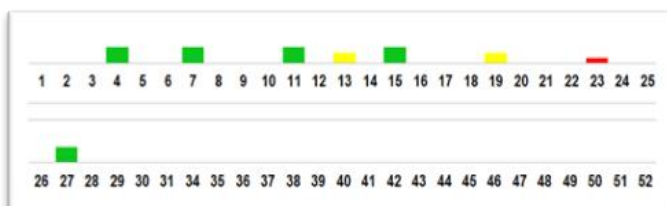


Gráfico N° 4. Panel de Alerta – Rodillos de Retorno. Fuente: Elaboración del autor.

5. De acuerdo con el panel de alerta se diseñó una tabla de resultados para visualizar las cantidades de rodillos óptimos, regulares y dañados, para que la información consolidada pueda ser visualizada en un informe gerencial. (Ver tabla 4.)

Tabla 4: Tabla de Resultados para visualizar la condición y cantidades de los rodillos de la Cinta Transportadora.

	PANEL DE RESULTADOS CONDICIÓN DE RODILLOS			TOTAL RODILLOS
	OPTIMOS	REGULARES	DAÑADOS	
RODILLOS DE CARGA LATERAL DERECHO	8	8	14	30
RODILLOS DE CARGA CENTRAL	20	9	1	30
RODILLOS DE CARGA LATERAL IZQUIERDO	23	5	2	30
RODILLOS DE RETORNO	5	2	1	9

Fuente: Elaboración del autor.

6. Se utilizaron gráficas dinámicas con formatos condicionales para ser analizadas en el reporte gerencial. (Ver gráficos N° 5, 6, 7, 8 y 9.)



Gráfico N° 5. Condición de los Rodillos de Carga Lateral Derecho. Fuente: Elaboración del autor.

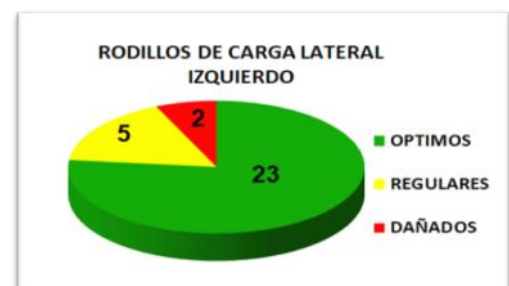


Gráfico N° 6. Condición de los Rodillos de Carga Lateral Izquierdo. Fuente: Elaboración del autor.



Gráfico N° 7. Condición de los Rodillos de Carga Central.
Fuente: Elaboración del autor.



Gráfico N° 8. Condición de los Rodillos de Retorno.
Fuente: Elaboración del autor.

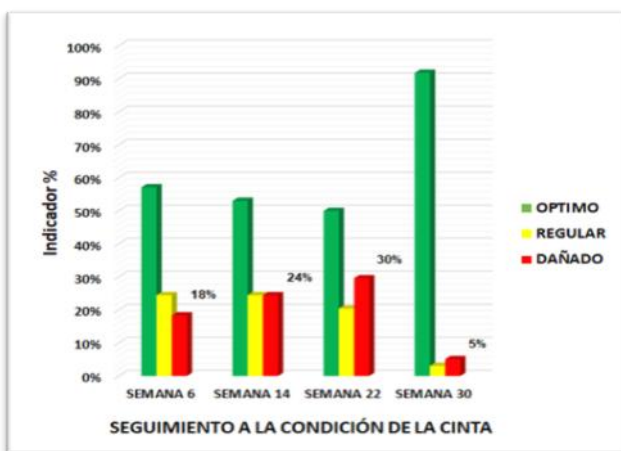


Gráfico N° 9: Seguimiento a la Condición de la Cinta.
Fuente: Elaboración del autor.

Tabla N° 5: Seguimiento a la condición de la cinta.

SEGUIMIENTO A LA CONDICION DE LA CINTA				
ESTADO	SEMANA 6	SEMANA 14	SEMANA 22	SEMANA 30
ÓPTIMO	57%	53%	50%	92%
REGULAR	24%	24%	20%	3%
DAÑADO	18%	24%	30%	5%

Fuente: Elaboración del autor.

Este sistema permite visualizar y comparar semanalmente la criticidad del equipo, a través de un gráfico de tendencia para seguimiento y control; esto con el propósito de implementar mejores estrategias para la gestión del mantenimiento y optimizar el uso de los recursos para que el equipo pueda alcanzar un alto porcentaje en su nivel óptimo. (Ver Gráfico N° 9.)

Para finalizar y visualizar los resultados del monitor de criticidad para una cinta transportadora, se deben realizar los siguientes procedimientos:

1. Inspeccionar el estado de la cinta transportadora en tiempo real.

- **Técnicos:** Detectan la presencia de desviaciones en los rodillos de la cinta.

2. Carga de datos.

- **Origen de los datos:** Los datos tomados reflejan la condición de los rodillos de cada cinta transportadora.

- **Lectura de datos:** Se cargan los datos tomados por los técnicos en la base del sistema.

- **Frecuencia de actualización:** La frecuencia de actualización dependerá del ratio de operación de cada cinta transportadora.

3. Visualización del monitor de criticidad.

- **Actualización de estado:** Se actualiza el estado o condición de los rodillos de cada cinta transportadora.

- **Semáforo indicador:** El indicador muestra los resultados mediante gráficas donde los colores verde, amarillo y rojo señalan la condición de cada rodillo de la cinta transportadora.

A continuación, se visualiza la interfaz del monitor de criticidad para la carga de datos y el reporte gerencial que este emite, donde se puede visualizar la condición de la cinta transportadora en tiempo real y el seguimiento y control de la misma durante cada semana. (Ver imagen N° 10 y 11.)

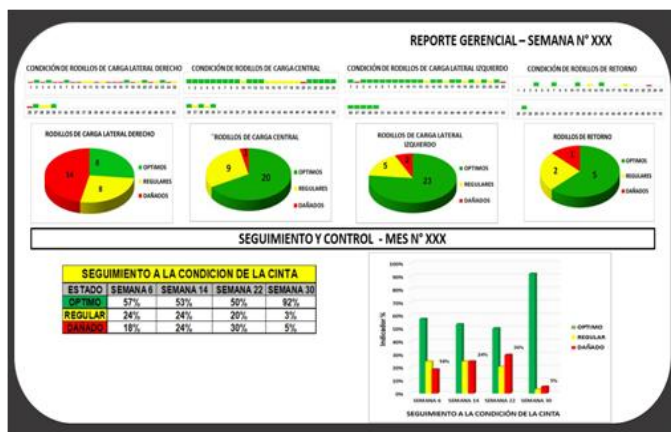


Imagen N°. 10. Interfaz de usuario del Monitor de Criticidad para la carga de los datos. Fuente: Elaboración del autor.



Imagen No. 11: Reporte Gerencial generado por el Monitor de Criticidad. Fuente: Elaboración del autor.

Este reporte gerencial permite obtener la información necesaria para evaluar el impacto de las estrategias de mantenimiento aplicadas, para garantizar la disponibilidad de la cinta transportadora.

IV. RECOMENDACIONES

1. Esta investigación sugiere la posibilidad de modernizar y automatizar el sistema de criticidad, tradicionalmente basado en Excel; se considera la migración a una aplicación web como una opción viable para mejorar la eficiencia, precisión y accesibilidad. Este cambio potencial permitiría a los usuarios acceder a la información en tiempo real desde cualquier lugar y dispositivo, facilitando una colaboración más efectiva.
2. De acuerdo al modelo de cinta transportadora existen diferentes necesidades de monitoreo. Es importante implementar el monitor y que esté diseñado para el tipo específico de cinta transportadora que se está utilizando.

V. CONCLUSIONES

1. El monitor de criticidad puede identificar y alertar sobre posibles fallos o problemas en la cinta transportadora antes de que ocurran, lo que permite tomar medidas preventivas y evitar paradas no planificadas. Esto puede conducir a una mayor eficiencia y productividad general del sistema.
2. Aplicar un monitor de criticidad en cintas transportadoras ayuda a las empresas a identificar y prevenir varios fallos potenciales antes de que ocurran. Esto evita daños en la cinta transportadora y en los productos transportados evitando pérdidas monetarias.
3. El monitor de criticidad puede proporcionar datos valiosos sobre el rendimiento de la cinta transportadora, que pueden usarse para tomar mejores decisiones sobre el mantenimiento, la programación y las mejoras del sistema.

4. El monitor de criticidad puede ayudar a mejorar la seguridad en el lugar de trabajo al identificar y alertar sobre posibles peligros, como un exceso de carga o un mal funcionamiento de los componentes. Esto puede ayudar a prevenir accidentes y lesiones.
5. La información proporcionada por el monitor permite establecer estrategias de mantenimiento proactivo, optimizando el uso de recursos y evitando intervenciones innecesarias. Esto conduce a una mayor eficiencia en la gestión de la cinta transportadora y a una prolongación de su vida útil.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] Manual para Transportadores de Cinta (CEMA) (N° 305-2019). Transportadores de banda de material a granel: requisitos y prácticas recomendadas. (Spanish Edition). EUA.
- [2] Manual para Transportadores de Cinta (CEMA) (N° 502-2019). Rodillos de Carga y Retorno del Transportador de Banda de Material a Granel. (Spanish Edition). EUA.
- [3] M. Mozammel Haque (2016). Art. El Uso de Indicadores Semáforo en la gestión. https://www.researchgate.net/publication/263962649_Performance_Measures_for_Traffic_Signal_Systems_An_Outcome-Oriented_Approach.
- [4] Carlos Parra (2012). Métodos de Análisis de Criticidad y Jerarquización de Activos Industriales (Técnicas de Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad n° 6) (Spanish Edition).
- [5] Dr. John Van Der Meer (2008). Gestión de la Criticidad para Activos Industriales: Un enfoque Práctico. España.

50 AÑOS DE LA NACIONALIZACIÓN DEL HIERRO



Desde el Pináculo de la Bandera de nuestro icónico Cerro Bolívar, en Ciudad Piar, se proclamó solemnemente la Nacionalización de la Industria del Hierro el 1° de enero de 1975, luego de una Sesión Extraordinaria del Gabinete ministerial de aquel entonces, sostenida en un aula de la Unidad Educativa Colegio "General Piar".

Desde ese día, el Estado venezolano, a través de la Corporación Venezolana de Guayana, asume el control directo y ejerce el derecho de propiedad plena de la industria del hierro nacional, extinguiendo todas las concesiones otorgadas, apalancando un proceso de extracción sustentable, e impulsando el desarrollo de la cadena hierro acero del país.

Un año más tarde, inició sus actividades CVG Ferrominera Orinoco C.A., la empresa minera más importante de Venezuela, actualmente guiada por el gobierno del presidente Nicolás Maduro Moros y bajo el liderazgo de Aldo Cantafio, manteniendo su compromiso de seguir generando riquezas para la Patria, protegiendo la soberanía sobre nuestros recursos naturales.

¡Mineral para la Patria!

Fuente: <https://www.ferrominera.com/publicaciones/>



EXPO METAL

<https://expometal2025.cvg.gob.ve>

M A R Z O 2 0 2 5

Artículo de investigación:

**EVALUACIÓN DE LA MADUREZ TECNOLÓGICA DE LAS LOCOMOTORAS,
EN CVG FERROMINERA ORINOCO, C.A.**

Ing. Génesis Ramírez¹

¹ Ingeniera Industrial - Universidad Nacional Experimental de Guayana (UNEG). Puerto Ordaz, Venezuela.

Email: genesis.samarin@gmail.com

Fecha recibida: **30/11/2024**

Fecha aprobado: **31/12/2024**

Correspondencia:

Gerencia Centro de Investigación y Gestión del Conocimiento
CVG Ferrominera Orinoco, C.A.— Ciudad Guayana, Estado Bolívar, Venezuela
Teléfonos de contacto: +58 (286) 9303185

Resumen El objetivo de la investigación fue evaluar la madurez tecnológica de las locomotoras, en CVG Ferrominera Orinoco, C.A. Esta metodología es implementada por el Departamento de Gestión del Conocimiento de la Gerencia Centro de Investigación y Gestión del Conocimiento, con la finalidad de conocer el nivel tecnológico que posee la flota de locomotoras adquiridas por la empresa para el traslado del mineral de hierro, así como el dominio tecnológico que posee el personal encargado de operar estos equipos, a través de la aplicación de un instrumento de medición que permitió evaluar el desarrollo de la tecnología. Se identificó y describió las locomotoras de la empresa, para posteriormente aplicar las variables de madurez y dominio tecnológico para evaluar su situación actual y finalmente, comparar la tecnología de estudio con otras usadas en el mercado internacional. En cuanto a la metodología aplicada, se implementó un enfoque de investigación descriptiva con diseño de campo. La recolección de datos se llevó a cabo a través de observaciones directas, entrevistas no estructuradas, encuestas y revisión documental. Las conclusiones de la investigación arrojaron un alto nivel de madurez en las unidades y un dominio completo de la tecnología por parte del personal experto que tiene experiencia en el uso de software especializado para la planificación y gestión de rutas ferroviarias, facultándolos para capacitar a nuevos miembros.

Palabras claves- Competitividad, dominio tecnológico, innovación, madurez tecnológica.

Abstract- The objective of the research was to evaluate the technological maturity of the locomotives at CVG Ferrominera Orinoco, C.A. This methodology is implemented by the Knowledge Management Department of the Center for Research and Knowledge Management, in order to know the technological level of the fleet of locomotives acquired by the company for the transport of iron ore, as well as the technological mastery of the personnel in charge of operating this equipment, through the application of a measurement instrument that allowed evaluating the development of the technology. The company's locomotives were identified and described, to later apply the variables of maturity and technological mastery to evaluate its current situation and finally, compare the technology of study with others used in the international market. Regarding the applied methodology, a descriptive research approach with field design was implemented. Data collection was carried out through direct observations, unstructured interviews, surveys and documentary review. The findings of the investigation revealed a high level of maturity in the units and a complete mastery of the technology by expert staff who have experience in the use of specialized software for planning and management of railway routes, enabling them to train new members.

Keywords— Competitiveness, innovation, technological mastery, technological maturity.

I. INTRODUCCIÓN

En la era actual de la competitividad empresarial, la capacidad de innovación se ha convertido en un pilar fundamental para el crecimiento y evolución de las empresas. La habilidad de adaptarse a los cambios, mantenerse rentables y estables en el mercado industrial está estrechamente relacionado a la capacidad de innovar de manera constante.

CVG Ferrominera Orinoco, C.A. (Ferrominera), ha estado dedicando sus esfuerzos en la rehabilitación de espacios, mantenimiento de equipos, implementación de nuevas tecnologías y la contratación de empresas de fabricación de piezas a nivel nacional, con el objetivo de reducir costos de importación y optimizar el tiempo de traslado.

En su constante búsqueda por dirigir su rumbo hacia la innovación surge la necesidad de analizar y evaluar el nivel tecnológico de los equipos más emblemáticos, las locomotoras que recorren la vía férrea más extensa del país para transportar su producto principal, el mineral de hierro. En base a esto, la investigación fue estructurada sobre la evaluación de la madurez tecnológica de las locomotoras, en CVG Ferrominera Orinoco, C.A., a fin de

conocer su posición en materia de tecnología e innovación.

II. MARCO TEÓRICO

Madurez Tecnológica

Se puede definir como el nivel de desarrollo, estabilidad y eficiencia alcanzado por una tecnología específica en un determinado momento. Según el autor Singh (2006), define la madurez tecnológica como “la capacidad de una tecnología para cumplir con los requisitos y expectativas del mercado, así como para mantener su relevancia y competitividad a lo largo del tiempo” (p.35).

Dominio Tecnológico

Según el autor Boland Jr (1993), el dominio se refiere a “la capacidad de una organización para comprender, controlar y utilizar eficazmente una tecnología particular” (p. 6). Jasso (1999), afirma la necesidad de estos conocimientos, “En los procesos continuos se necesitan conocimientos sobre procesos básicos, equipamiento de última generación y esfuerzos para la optimización de los procesos” (p. 126).

Índice de Madurez Tecnológica (IMT)

El autor R.G. Cooper (2008), define el índice de Madurez Tecnológica como “una herramienta que permite a las organizaciones comprender el estado actual de una tecnología y planificar su evolución futura” (p. 36).

La trayectoria tecnológica y sus etapas

Jasso (2004) resalta que, “La trayectoria tecnológica está en gran medida determinada por la posición y ritmo que la empresa tiene en relación con la dinámica innovadora del producto o proceso que elabora; por ello, el entendimiento de esta trayectoria implica conocer el grado de innovación tecnológica, en términos de distinguir categorías de madurez o de innovación” (p. 85). Igualmente, describe que la integración de una nueva tecnología, puede tomar su tiempo para ser incluida en una empresa, aún si se ha realizado su inversión; esta mantiene una trayectoria cíclica (factible de medir) para identificar las etapas de crecimiento o evolución de una empresa o industria.

En términos generales podemos identificar cinco etapas distintas en el desarrollo de la tecnología:

- **Emergente:** La tecnología muestra potencial pareciendo ser prometedora.
- **Crecimiento:** La tecnología evoluciona y se vuelve más útil con el tiempo.
- **Madurez:** Alcanza un nivel óptimo de rendimiento para su aplicación en diversos proyectos.
- **Saturación:** Alcanza su máximo potencial y no es posible mejorar más su rendimiento.
- **Obsolescencia:** Después de estar en una etapa de saturación, la tecnología se vuelve obsoleta debido a que su rendimiento comparativo con otras tecnologías competidoras la hace menos favorable y pierde relevancia.

Matriz Tecnologías - Productos

Es una herramienta de análisis estratégico que permite visualizar y relacionar las tecnologías presentes en una empresa con los productos o servicios que pueden desarrollarse a partir de estas. Jacques Morin (1985), otorga gran importancia para el inventario del patrimonio tecnológico de una empresa, reconoce las necesidades de mejora de una tecnología, facilita también la clasificación de las mismas. Permite diagnosticar la situación de estos equipos y tomar decisiones informadas que contribuyan al fortalecimiento en materia de innovación.

Según la clasificación de la consultora Arthur D. Little (1981), se tiene:

- **Tecnologías clave:** Fundamentales para el funcionamiento de un sistema o industria en particular.
- **Tecnologías básicas:** Fundamentales y generalizadas que forman las bases sobre la cual se desarrollan otras tecnologías más avanzadas.
- **Tecnologías incipientes:** Están en sus primeras etapas de desarrollo y aún no han alcanzado su pleno potencial o adopción generalizada.
- **Tecnologías emergentes:** Son innovadoras, están comenzando a destacar y a ser adoptadas en diversos sectores, mostrando un alto potencial de crecimiento y transformación.

Variables para aplicar la metodología del Índice de Madurez Tecnológica (IMT) en las locomotoras de la Gerencia de Ferrocarril, de CVG Ferrominera Orinoco, C.A.

Las variables fueron presentadas a un grupo de expertos, entre ellos superintendentes y supervisores del área de estudio, para su selección y descarte mediante una encuesta para su ponderación. Las variables fueron las siguientes:

- Vida útil
- Estatus del equipo en el mercado
- Tiempo de servicio del equipo desde su adquisición
- Eficiencia del equipo
- Clasificación del equipo
- Dominio por parte del personal
- Compatibilidad con estándares modernos.

Definición Conceptual de las variables

- **Vida útil:** Se refiere al periodo durante el cual un equipo puede ser utilizado de manera efectiva antes de que se vuelva obsoleto o ineficiente.
- **Estatus del equipo en el mercado:** Es la situación actual de un equipo en el que se puede reflejar su aceptación y reconocimiento por parte de los usuarios y competidores.
- **Tiempo de servicio del equipo desde su adquisición:** Es el periodo durante el cual un equipo ha estado en uso desde su compra.
- **Eficiencia del equipo:** Es la capacidad del equipo para realizar su función de forma optimizada, ya sea con el mínimo de recursos o tiempo.
- **Clasificación del equipo:** Puede incluir certificaciones y estándares que indiquen su calidad y confiabilidad.
- **Dominio por parte del personal:** Es la capacidad del personal para manejar, operar y mantener la tecnología usada en un sistema o proceso.
- **Compatibilidad con estándares modernos:** Se refiere a la capacidad del equipo para cumplir con las normas y protocolos tecnológicos actuales que rigen su diseño, funcionamiento y mantenimiento.

III. PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO

La metodología empleada en esta investigación, para el desarrollo de las actividades planteadas abordando los objetivos específicos del proyecto se describen en fases:

Fase I: Se efectuaron entrevistas no estructuradas al personal de interés en la Gerencia de Ferrocarril, se diagnosticó la situación actual de la metodología de madurez tecnológica y de las locomotoras de Ferrominera. Se realizó un análisis exhaustivo del estado actual de la tecnología en cuestión, de forma general y luego por modelo, considerando la evolución de la misma a lo largo del tiempo, importancia, caracterizando e identificando funciones operativas. Se recopilaron datos relevantes a través de encuestas, observación directa y revisión documental, que facilitaron la identificación de los equipos que se encuentran activos, inactivos, desincorporados y en el plan anual de recuperación.

Fase II: Selección de las variables que se tomaron en cuenta para aplicar la metodología del Índice de Madurez Tecnológica (IMT), en las locomotoras de la Gerencia de Ferrocarril, de Ferrominera. Se procedió a aplicar las variables de madurez y dominio para detectar el nivel tecnológico presente en las locomotoras a través de encuestas, cálculo del porcentaje (%) de dominio de las funciones que ofrecen los equipos medulares y análisis estadístico de la información.

Fase III: Una vez realizado el diagnóstico y la aplicación de la metodología correspondiente, se procedió a analizar los resultados. Se realizó una comparación detallada entre la tecnología evaluada y otras soluciones disponibles en el mercado. Esto con la finalidad de identificar oportunidades de mejora que permitan optimizar el rendimiento y la eficacia de la tecnología en cuestión, facilitando la toma de decisiones. Este análisis se lleva a cabo de forma cualitativa, lo que implica un enfoque analítico e informativo sobre el nivel de madurez y dominio tecnológico en las locomotoras de la Gerencia de Ferrocarril de Ferrominera.

IV. RESULTADOS

4.1. Situación actual de las locomotoras de la Gerencia de Ferrocarril de CVG Ferrominera Orinoco, C.A.

El Plan Anual de Mantenimiento elaborado por la Superintendencia de Mantenimiento de Locomotoras, presenta una flota de 19 locomotoras.

La Gerencia de Ferrocarril, a través de la Superintendencia de Mantenimiento de Locomotoras, implementa un plan anual que tiene como objetivo recuperar un grupo de locomotoras que se encuentren inactivas, a fin de mejorar la disponibilidad de las unidades.

Ferrominera, cuenta con los siguientes modelos de locomotoras añadidos al inventario:

- SD38
- SD70M TIER 1
- SD70ACE
- AC 4400 CW
- DF8BVEN

A continuación se describe la situación actual de los modelos de locomotoras.

Modelo SD-38

Este modelo fue adquirido entre el período de años 1967-1976, lo que implica que ha estado en servicio durante más 48 años. Este prolongado tiempo de operación es notable, especialmente considerando que, aunque las locomotoras no cuentan con un tiempo de vida útil definido por norma, tal como especificaron los expertos, se estima que su vida útil promedio es de aproximadamente treinta (30) años.

Modelo SD70

La serie SD70 son locomotoras modernas, a diferencia del anterior modelo. Son diésel-eléctricas fabricadas por Electro-Motive Diésel (EMD). Conocidas por su potencia de 4000 HP y su eficiencia operativa. Éstas incorporan

sistemas avanzados que permiten monitorear su estado en tiempo real durante el recorrido, lo cual mejora significativamente la eficiencia operativa y seguridad. Ferrominera, cuenta con un total de 6 locomotoras de este modelo fueron adquiridas entre los años 2003 y 2012, han estado en servicio durante más de 10 años. Este tiempo de servicio indica que aún están vigentes y modernas; sin embargo, se requiere su repotenciación.

Modelo SD70 ACE

Son locomotoras de carga fabricadas por la empresa Electro-Motive Diésel (EMD), posee un motor más limpio y eficiente en comparación con modelos anteriores. Está equipada con un motor diésel, que proporciona una potencia nominal de 4300 caballos de fuerza, siendo superior y eficiente en el consumo de combustible. Este modelo incorpora avances en tecnología como: sistemas de frenos y controles modernos, cuyas características son adecuadas para el uso en operaciones de carga pesada y rutas largas. Tienen una avanzada computadora denominada EM2000 que desempeña un papel importante en la gestión del sistema de control del motor diésel, asegurando un rendimiento eficaz, supervisa los sistemas de refrigeración, combustible y eléctricos, garantizando que operen dentro de los parámetros normales y optimizando el rendimiento general de las locomotoras (Ver figura N° 1).



Figura N° 1. Locomotora Modelo SD70ACEAC. Fuente: CVG Ferrominera Orinoco C.A.

Tabla 1. Características principales de las locomotoras modelo SD70ACe AC.

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES		COMPRESOR DE AIRE	
Descripción:	Locomotoras SD-70	Modelo:	WLN
Fabricante:	E.M.D.	Tipo:	Dos etapas
Marcas:	General Motors	Nº de cilindros:	Tres (3) cilindros
Fecha de recepción:	2005-2012	Capacidad a 900 RPM (PCM):	268 Pie Cubicos/Min
Potencia:	4300 HP (3207 kW)	Enfriamiento:	Refrigerante de motor
Peso:	18.600,0 Kg	Capacidad de aceite (Gal):	17,5 Galones
Año de actualización:	2005-2012	Peso (Kg):	
MOTOR DIÉSEL		GENERADOR PRINCIPAL	
Modelo:	16-7100C-T2	Modelo:	TALTEAD
Tipo:	Tipo Turboalimentado	Nº de polos:	10 Polos
Nº de Cilindros:	Decisivos (16)	Voltaje nominal (Vcc):	1.465 Vcc
Principio de Operación:	Ciclo de dos tiempos	Peso:	5107,5
Velocidad de régimen (RPM):	950 RPM		
Velocidad en Marcha en vacío:	250 RPM		
Peso:			
CAPACIDAD NOMINAL DE CORRIENTE		MOTORES DE TRACCIÓN	
Máxima continua (AMP):	8230 AMP	Modelo:	A3432
Relación de engranes:	83:18	Numero:	Ses (6)
Velocidad máxima (KMH):	112,7 KMH	Tipo:	Three Phase AC.
Velocidad máxima continua (KMH):	14,5 KMH	Peso (Kg):	

Fuente: Elaboración del autor (2024).

CVG Ferrominera posee las versiones SD70-ACE TIER 2 y SD70ACE AC, ambas adquiridas en el periodo 2005-2012 para una flota 11 unidades. Esta versión es la más actualizada que posee la empresa en comparación con los modelos anteriores.

AC4400CW – DF8BVEN

CVG Ferrominera adquirió para el año 2005, 2 unidades del modelo AC4400, fabricadas por General Electric Transportation. Cuenta con una potencia de 4400 caballos de fuerza, famosas por su eficiencia y capacidad para operar en una variedad de condiciones.

Para el 2019, la empresa adquiere 6 unidades de un modelo más reciente y avanzado, las DF8BVEN, desarrolladas en China por la empresa Dalian Locomotive Works, utilizadas principalmente en el transporte de carga. Cuentan con una increíble potencia de 4940 HP, son diésel-eléctricas y se adaptan a diferentes tipos de carga.

Actualmente en proceso de mantenimiento, ya que se requiere de la adquisición de repuestos e insumos que no se encontraron disponibles en el mercado, para realizar el mantenimiento necesario o para operar eficazmente las unidades.

4.2. Índice de Madurez Tecnológica (IMT).

Se aplicaron las variables de la metodología del Índice de Madurez Tecnológica (IMT), en las locomotoras de la Gerencia de Ferrocarril, para determinar las etapas y nivel tecnológico presente en los modelos de locomotoras a través de encuestas, cálculo del porcentaje (%) de las variables de los equipos y análisis estadístico de la información. Teniendo lo siguiente:

El modelo SD-38, tiene una "tecnología básica" que se caracteriza por su simplicidad en diseño y funcionamiento, lo que facilita su mantenimiento y reparación, esto limita su eficiencia y capacidad para adaptarse a las demandas modernas que se presentan en el mercado del transporte ferroviario.

Adicionalmente, no cuenta con sistemas avanzados de control y automatización, lo que influye en el rendimiento comparado con modelos más recientes. El 40 % de la flota de locomotoras SD-38 presentan tecnologías maduras, El 24 % tecnologías saturadas y el 36 % obsoletas.

La serie SD-70 son locomotoras más modernas, a diferencia del anterior modelo. Estas incorporan sistemas avanzados que permiten monitorear su estado en tiempo real durante el recorrido, lo cual mejora significativamente la eficiencia operativa y de seguridad. Este modelo es el más reciente y avanzado. La serie SD-70 presenta un 100 % de tecnologías maduras.

Son relevantes para las operaciones que lleva a cabo la Gerencia de Ferrocarril, es un indicador de que la empresa posee tecnología con capacidad de innovación. Un aspecto positivo para seguir trabajando en el fortalecimiento del sistema ferroviario de la empresa.

El modelo AC4400CW, tiene un estatus en el mercado vigente y son muy eficientes, se consideran modernas y eso la convierte en un tipo de "tecnología clave" para la operación. La flota total de ambos modelos presenta un 100% de tecnologías maduras. De contar con los recursos, se pueden hacer mejoras para su rendimiento óptimo.

4.3. Dominio tecnológico a nivel unidad productiva

Para este indicador, se desarrolló un instrumento tipo encuesta que consta de preguntas y afirmaciones diseñadas específicamente para evaluar los conocimientos que se tienen acerca de las locomotoras de la Gerencia de Ferrocarril, de CVG Ferrominera Orinoco, C.A., el cual fue aplicado al personal encargado de operar estas unidades. Este grupo de expertos pertenecen a la Superintendencia de Operaciones Ferroviarias.

A su vez, este instrumento permitió obtener información acerca del estado y funciones de las locomotoras, para conocer si se están aprovechando correctamente.

La población de este grupo de expertos es de 102 operadores, conformados en 4 grupos de trabajos, con 2-3 turnos. Se tomó en cuenta el 40 % de la población. Se conoció que más del 49 % de los encuestados posee más de 21 años de servicios, seguido por un 41 % que supera los 11 años y por último, un 10 % con más de 3 años.

Los encuestados poseen experiencia en la operación de los tres modelos operativos en la Gerencia de Ferrocarril, lo que significa que han adquirido un sólido conocimiento práctico, que les permite adaptarse de forma rápida a las características específicas de cada modelo, considerando que cada uno de estos modelos contienen sistemas y funcionalidades diferentes, en las cuales los operadores han enriqueciendo sus capacidades, permitiendo maximizar el rendimiento y solucionar problemas de manera efectiva.

Los datos indican que solo el 39 % de los operadores posee experiencia en el uso de software especializado en la planificación y gestión de rutas ferroviarias, mientras que el 61 % restante carece de tal experiencia.

Este resultado sugiere que existen oportunidades de capacitación, la alta proporción de operadores sin este tipo de experiencia destaca la necesidad clara de capacitación.

El personal cuenta con el 100 % de dominio de las funciones que ofrecen estas unidades, adaptándose a las limitaciones de recursos para mantenimiento y reparación, lo que les ha permitido desarrollar habilidades prácticas adicionales.

Para el análisis del dominio de las funciones de las locomotoras, se tomó en cuenta únicamente los modelos las series SD-38 y SD-70. Este desaprovechamiento es en relación al equipo y no al personal operador.

- Un 68,68 % de las funciones del equipo se están aprovechando. Este aprovechamiento se trata de las funciones que no han presentado fallas o que no necesitan reparaciones.
- Un 31,32 % de las funciones del equipo se están desaprovechando, ocasionado por las fallas recurrentes que han presentado. Así como, la falta de repuestos e insumos.

4.4. Comparación entre la tecnología de estudio y una actualmente disponible en el mercado para identificar oportunidades de mejora en el transporte ferroviario de CVG Ferrominera Orinoco, C.A.

Para alcanzar el desarrollo de este objetivo, se llevó a cabo una revisión documental exhaustiva que abarcó diversas fuentes sobre las tecnologías utilizadas a nivel internacional. Este análisis se realizó con la finalidad de identificar información relevante acerca de las innovaciones tecnológicas en el ámbito de las locomotoras y su impacto en la industria del transporte.

4.4.1 Comparación con Tecnología Similar adopción Tecnológica entre el uso de Tecnologías Modernas en Venezuela de CVG Ferrominera Orinoco, C.A. y en Brasil de VALE S.A.

Las locomotoras SD70M, son modelos de locomotoras diésel-eléctricas fabricadas por Electro-Motive Diesel (EMD). Aunque existen variantes en diferentes países, las especificaciones básicas suelen ser firmes en función del modelo.

Sin embargo, es importante considerar que pueden presentarse variaciones en las configuraciones y modificaciones específicas adoptadas por diferentes empresas o países. A continuación, se presenta una comparación general de las especificaciones técnicas de las locomotoras SD70M utilizadas por ambas empresas:

- **Potencia y Motor:** Ambas utilizan el mismo motor EMD y tienen igual potencia de 4,000 HP, lo cual es una especificación estándar para las SD70M.
- **Peso:** El peso puede variar ligeramente, pero ambos están en el rango de 100-120 toneladas. VALE tiende a variar más en su configuración debido a diferentes capacidades requeridas en sus operaciones.
- **Velocidad máxima:** La velocidad máxima en VALE es levemente superior (80 mph vs. 70 mph) lo que indica diferencias en condiciones de operación y diseño de infraestructura.

Es importante aclarar que Brasil se rige de normativas diferentes, como la NBR 7187, que es la norma técnica de la Asociación Brasileña de Normas Técnicas (ABNT) para el diseño y construcción de vías férreas. Por tal motivo, la EMD fabricó unidades SD70M con un bogie más ancho, el HTSC2, debido que la vía férrea de la empresa posee un ancho de vía de 1.600mm.

- **Uso y Equipamiento:** Ambas están adaptadas para el transporte de minerales, CVG Ferrominera, puede tener configuraciones más específicas para condiciones locales, mientras que VALE, S.A. puede integrar más tecnología moderna en sus locomotoras. (Ver figura 2 y tabla 2).



Figura N° 2. Locomotoras SD70M de CVG Ferrominera Orinoco, C.A y Vale, S.A. Fuente: Redes sociales de las empresas.

Tabla 2. Comparación de la tecnología entre CVG Ferrominera Orinoco, C.A y VALE, S.A.

LOCOMOTORAS SD70M	CVG Ferrominera Orinoco, C.A (Venezuela)	VALE, S.A. (Brasil)
Motor	EMD 16-710G3B-ES	EMD 16-710G3B-ES
Potencia	4,000 HP	4,000 HP
Peso	Aproximadamente 120 toneladas	Aproximadamente 100-120 toneladas (puede variar según el equipamiento)
Configuración de ejes	Co'Co'	Co'Co'
Transmisión	Diesel-eléctrica	Diesel-eléctrica
Velocidad máxima	Alrededor de 70 mph (113 km/h)	Alrededor de 80 mph (129 km/h)
Uso principal	Transporte de minerales (especialmente mineral de hierro).	Transporte de mineral de hierro y otros materiales a través de su extensa red ferroviaria.
Aditamentos	Puede estar equipada para operaciones en condiciones severas, incluyendo sistema de aire acondicionado, resistencia al ambiente de polvo y corrosión.	Frecuentemente equipadas para largas distancias y modos de operación de alta capacidad, incorpora sistemas modernos de comunicación y seguridad.

Fuente: Elaboración del autor (2024)

4.4.1 Comparación con Tecnología Avanzada en Venezuela de CVG Ferrominera Orinoco, C.A. y en Australia de Río Tinto.

La locomotora GE AC4400CW, es una potente locomotora de carga diésel-eléctrica, fabricada por General Electric. Introducida al mercado en la década de 1990, es conocida por su diseño robusto y su capacidad para manejar cargas pesadas. (Ver figura N° 3).



Figura N° 3. Locomotora GE AC4400CW de Río Tinto. Fuente: Redes social de la empresa.

Australia es un país famoso en la industria siderúrgica, la compañía Río Tinto tiene integrado a sus operaciones este tipo de locomotora de General Electric. Este país también es conocido por poseer el tren de carga más largo del mundo, lo increíble es que las locomotoras que utilizaron son también de la GE, pero un modelo más avanzado.

Para la comparación, se tomará en cuenta la Serie SD70 usadas en CVG Ferrominera Orinoco, C.A., con las GE AC4400CW de Río Tinto.

Ambas locomotoras son robustas y adecuadas para el transporte de cargas pesadas, pero la GE AC4400CW tiene ciertas ventajas en términos de potencia y capacidad, debido a su diseño más moderno y su tecnología avanzada.

La transmisión de Corriente Alterna (AC) también proporciona un mayor control y eficiencia en comparación con la transmisión eléctrica tradicional de la SD70M. CVG Ferrominera Orinoco, C.A., ha tenido experiencia con este modelo de locomotoras de la GE, en el año 2005 adquirieron dos unidades (1058 y 1059). El modelo se adaptó a las necesidades de la empresa y rindieron durante un largo periodo, pero en la actualidad ambas unidades se encuentran inactivas.



Figura N° 4. Serie SD70 usada en CVG Ferrominera Orinoco, C.A., Vs la locomotora GE AC4400CW de Río Tinto. Fuente: Redes social de las empresas.

Tabla N° 3. Comparación de la tecnología entre CVG Ferrominera Orinoco, C.A y Río Tinto

Características	Ferrominera Orinoco (Venezuela) Locomotoras SD70M	Río Tinto (Australia) Locomotoras GE AC4400CW
Motor	EMD 16-710G3B-ES	Diésel de 4 tiempos.
Potencia	4,000 HP	4,400 HP
Peso	Aproximadamente 120 toneladas	Aproximadamente 130 toneladas
Configuración de ejes	Co'Co'	Co'Co'
Transmisión	Diésel-eléctrica	Transmisión eléctrica con control de tracción AC.
Velocidad máxima	Alrededor de 70 mph (113 km/h)	Alrededor de 70 mph (113 km/h).
Uso principal	Transporte de minerales (especialmente mineral de hierro).	Especializada en el transporte de mineral de hierro desde las minas hasta los puertos.
Sistema de frenos	Sistema de frenos dinámicos y frenos de aire comprimido.	Sistema de frenos dinámicos y frenos de aire comprimido.
Aditamentos	Puede estar equipada para operaciones en condiciones severas, incluyendo sistema de aire acondicionado, resistencia al ambiente de polvo y corrosión.	Frecuentemente equipadas para largas distancias y modos de operación de alta capacidad, incorpora sistemas modernos de comunicación y seguridad.

Fuente: Elaboración del autor (2024)

V. CONCLUSIONES

- El diagnóstico de la situación actual de la madurez tecnológica de CVG Ferrominera Orinoco, C.A., indica la necesidad de continuar trabajando en la adaptación de esta metodología para su aplicación en las áreas de interés de la empresa, así como en la actualización de los procesos.
- Se identificó que las locomotoras presentan un alto índice de madurez, seguido de obsolescencia y saturación, lo que indica una tendencia hacia la madurez.
- El personal experto tiene un dominio tecnológico del 100 %, sin embargo, ha tenido que adaptarse a las limitaciones de recursos para mantenimiento y reparación, permitiéndoles desarrollar habilidades prácticas adicionales. Igualmente tiene experiencia en el uso de software especializado para la planificación y gestión de rutas ferroviarias, facultándolos para capacitar a nuevos miembros del equipo.
- Desde el punto de vista tecnológico, CVG Ferrominera Orinoco, C.A. tiene poco atraso en el ámbito de trenes de carga pesada. El mercado de locomotoras es cada vez más variado y moderno, pero la tecnología actualmente utilizada se considera aceptable para las operaciones que lleva a cabo la empresa.
- El desarrollo de este proyecto destacó la importancia de la aplicación de la metodología de madurez tecnológica, así como su relevancia en la identificación de áreas claves para la mejora continua.
- Aprovechar las habilidades y experiencias de los expertos para capacitar a aquellos que no cuentan con experiencia en el uso de software especializado en la planificación y gestión de rutas ferroviarias, para fortalecer el perfil profesional de los operadores de locomotoras, asegurando que cuenten con las herramientas necesarias para optimizar su desempeño y mejorar la eficiencia operativa.
- Capacitar al personal tanto de mantenimiento y de operaciones ferroviarias sobre los últimos modelos de locomotoras y su adaptación en el mercado, con la finalidad de actualizar constantemente los conocimientos del personal.
- CVG Ferrominera Orinoco, C.A., debe continuar invirtiendo en la actualización y mantenimiento de su flota, con el fin de asegurar su continuidad operativa y a su vez la capacidad de adaptación a las exigencias del mercado moderno.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda agregar la metodología de madurez tecnológica al procedimiento de transferencia tecnológica, así como; desarrollar instrumentos actualizados que sigan estándares reconocidos, con el fin de facilitar la identificación del nivel de madurez y dominio tecnológico, no solo de las locomotoras, sino también de cualquier equipo relevante para la empresa.

VI. REFERENCIAS

1. Arthur D. Little (1981), *The Strategic Management of Technology*. Cambridge, Massachusetts, Usa.
2. Boland Jr., R. J. (1993). Technological domain definition: An investigation of the impact of a new technology on organizational structure and design. *Academy of Management*.
4. Hernández, S. R. (2014). *Metodología de la investigación*. México: Mc Graw-Hill.
5. Jaramillo, S., y Bedoya, I. (2019). Propuesta de instrumento para la identificación del nivel de madurez de los procesos de gestión del conocimiento. [Artículo en línea] Disponible: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7836893> [Consultado: julio 20, 2024].

6. Jasso, J. (2004). "Trayectoria tecnológica y ciclo de vida de las empresas: una interpretación metodológica acerca del rumbo de la innovación". Seminario: La acumulación de capacidades en la construcción de trayectorias tecnológicas en las grandes empresas mexicana. UNAM, México.

7. Jasso, J. (1999). La madurez tecnológica en la industria petroquímica mundial. Revista de la CEPAL, Núm. 69, Naciones Unidas, Santiago de Chile.

8. Moreno, Y., y Bocanegra, F. (2018). Evaluación de Madurez Tecnológica en Procafecol S.A-Juan Valdez Cafe. [Artículo en línea]: <http://repository.udistrital.edu.co/items/95cdcaea-da54-470a-b051-aa548028247c3> [Consulta: julio 20, 2024].

9. Morales, L. (2022). Alternativa Tecnológica para la mejora de los Sistemas Scada en los Procesos Productivos de las Industrias Siderúrgicas, Estado Zulia. Artículo en línea]: <http://ojs.urbe.edu/index.php/revecitec/article/view/3314> [Consulta: julio 20, 2024].

10. Morin Jacques (1985). *Inventario de Patrimonio Tecnológico*. [Artículo en línea] Disponible: https://www.innova.uned.es/webpages/innovaciontecnologica/mod1_tema2/aclarconcep3.htm [Consultado: mayo 07, 2024].

11. Singh, J. P. (2006). Technology maturity: A strategic model for managing innovation and new technology development. Industrial Marketing Management, Londres.

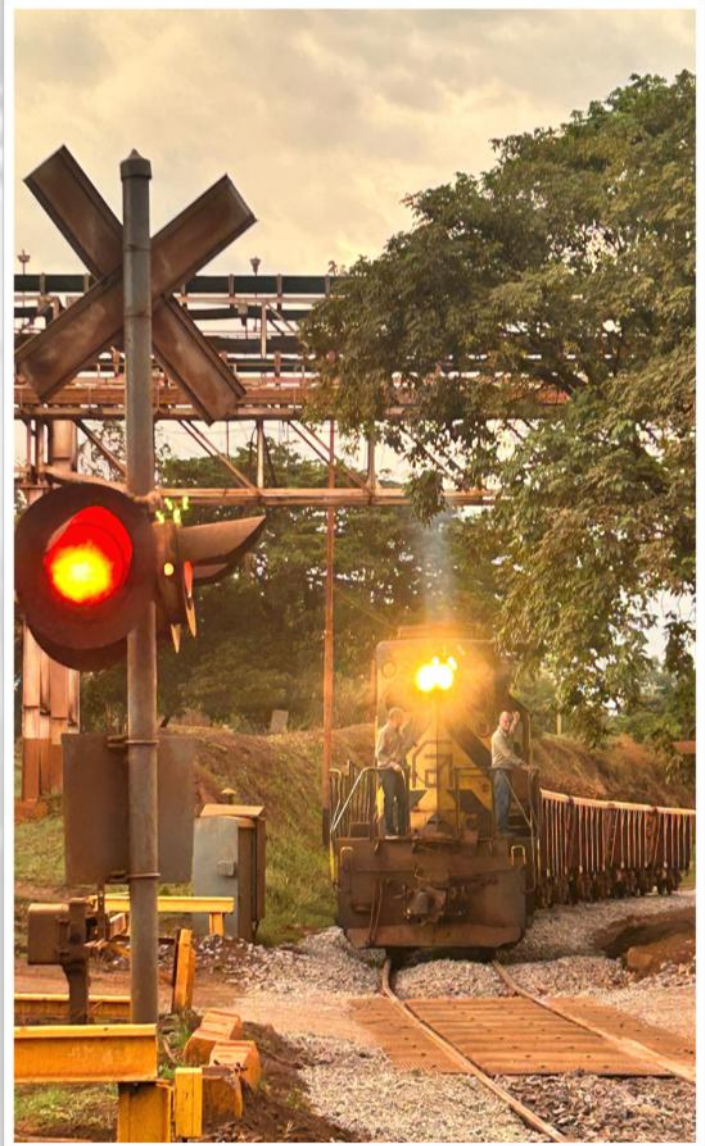


Figura N° 5. Locomotora transitando por el paso de nivel
Fuente: CVG FERROMINERA ORINOCO, C.A.



EXPO METAL

2 0 2 5

MUNDO FERROSIDERÚRGICO

MERCADO, CIENCIA Y TECNOLOGÍA

La Revista Mundo Ferrosiderúrgico, es una publicación de corte científico y tecnológico de la Gerencia Centro de Investigación y Gestión del Conocimiento de CVG Ferrominera Orinoco, C.A.

Política de Ciencia, Tecnología e Innovación de CVG Ferrominera Orinoco, C.A.

“Promover la investigación, el desarrollo tecnológico, la sistematización y la innovación, con base en las necesidades de la organización, hacia la mejora continua de los procesos, con énfasis en el fortalecimiento en el capital intelectual y la democratización del conocimiento como elemento clave de la sostenibilidad del negocio”.





Centro de
Investigación y
Gestión del
Conocimiento



CVG FERROMINERA
ORINOCO

BREVES NOTICIAS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

"En esta sección presentamos las noticias más resaltantes a nivel mundial, relacionadas con la Ciencia, Tecnología e innovación en el sector Ferrosiderúrgico"

SIMULADORES INMERSIVOS: ¿CÓMO TRANSFORMAR EL ENTRENAMIENTO DE OPERADORES DE MAQUINARIA EN MINERÍA?



La industria minera enfrenta desafíos constantes relacionados con la seguridad, la eficiencia y la sostenibilidad de sus operaciones.

En este contexto, los simuladores inmersivos han emergido como una solución clave para el entrenamiento de operadores de maquinaria pesada. Estas herramientas tecnológicas no solo reducen riesgos durante la capacitación, sino que también mejoran la productividad al preparar a los operadores para condiciones reales, sin comprometer la operación en el campo. Los simuladores inmersivos combinan tecnologías avanzadas como la realidad virtual (VR), realidad aumentada (AR) y sistemas hápticos para recrear entornos operativos altamente realistas. Estas plataformas permiten a los operadores interactuar con controles, equipos y entornos simulados.

Fuente: <http://www.tecnologiaminera.com>

LA ROBÓTICA COMO MOTOR DE TRANSFORMACIÓN EN LA MINERÍA A CIELO ABIERTO

El avance de la robótica está redefiniendo las operaciones mineras a cielo abierto al integrar tecnologías avanzadas que optimizan cada etapa del proceso extractivo. Desde el uso de equipos autónomos hasta la implementación de drones y robots especializados, la automatización ha traído consigo mejoras en eficiencia, seguridad y sostenibilidad, marcando el inicio de una nueva era en la industria minera.



<http://www.tecnologiaminera.com>



EL TEMA LOGÍSTICO EN MINERÍA PARA 2025 APUNTA HACIA UNA TRANSFORMACIÓN SIGNIFICATIVA BASADA EN TRES PILARES PRINCIPALES: TECNOLOGÍA, SOSTENIBILIDAD Y RESILIENCIA OPERATIVA.

El tema logístico en minería para 2025 apunta hacia una transformación significativa basada en tres pilares principales: tecnología, sostenibilidad y resiliencia operativa, las cuales buscarán una mejora para promover este sector en beneficio del país.

Al respecto, María Elena Bernal, experta en SupplyChain Minero, señala la importancia de estos aspectos dentro de la cadena de suministros mineros. “Estas tendencias transformarán el sector minero hacia una logística más eficiente, eco amigable e innovadora, acorde con las demandas globales de sostenibilidad y productividad”.

Fuente: <http://www.rumbominero.com>

IMPRESIÓN 3D: CÓMO REVOLUCIONA LA FABRICACIÓN DE PIEZAS DE REPUESTO PERSONALIZADAS PARA EQUIPOS MINEROS

En un sector donde la innovación es esencial para enfrentar los desafíos de sostenibilidad y productividad, la impresión 3D se posiciona como un aliado clave.

La industria minera, caracterizada por su alto nivel de exigencia operativa y la necesidad de mantener equipos en funcionamiento continuo, ha encontrado en la impresión 3D una solución innovadora para la fabricación de piezas de repuesto personalizadas. Este avance tecnológico está redefiniendo los estándares de mantenimiento y optimización, reduciendo significativamente los tiempos de inactividad y los costos asociados a interrupciones no planificadas.

Fuente: <http://www.rumbominero.com>



EVENTOS

"La Revista Mundo Ferrosiderúrgico, lista una serie de eventos relacionados con la Ciencia, Tecnología e Innovación de importancia para el sector Ferrosiderúrgico, que se realizarán a nivel regional, nacional e internacional"



EXPO METAL

2025

Expo Metal 2025: Impulsa la industria metalúrgica y minera de Venezuela
Del 17 al 21 de marzo de 2025 Puerto Ordaz Estado Bolívar

Puerto Ordaz será el epicentro de la innovación y el desarrollo industrial en Venezuela con la II Edición de la Expo Metal. Empresas básicas metalúrgicas y mineras se reunirán en el Club Caronoco de CVG Ferrominera Orinoco, C.A. para exhibir sus productos y servicios así como también generar oportunidades de negocio.

La Expo Metal 2025 es un evento organizado por la Corporación Venezolana de Guayana (CVG) que se llevará a cabo en Puerto Ordaz, estado Bolívar, del 17 al 21 de marzo de 2025. Este evento es una plataforma clave para reunir a empresas básicas y especializadas en los sectores de hierro, acero, aluminio, servicios y minería.

Por segundo año consecutivo, Guayana se convierte en la vitrina de la industria venezolana. La Expo Metal 2025 promete ser el epicentro de innovación, tecnología y desarrollo de la industria, reuniendo a inversionistas nacionales e internacionales interesados en la promoción y difusión del sector, destacando la comercialización y exhibición del potencial del estado Bolívar.

La Expo Metal busca exhibir el potencial de las compañías venezolanas y generar propuestas para comercializar el desarrollo del sector industrial y minero en el mercado mundial. Además, se espera que el evento fomente alianzas comerciales y estratégicas, tanto a nivel nacional como internacional.

Durante los cinco días del evento, se llevarán a cabo ponencias, ruedas de negocios, visitas a empresas y una agenda cultural con expresiones artísticas propias del estado Bolívar. La Expo Metal 2025 promete ser un motor comercial internacional importante para el sector industrial y minero, conectando a empresas públicas y privadas, tanto venezolanas como extranjeras.

<https://expometal2025.cvg.gov.ve>



Expo Acero 2025

24 al 26 de marzo de 2025 Monterrey Nuevo León, México

CONAC y ExpoAcero se unen a partir de esta 14ª edición para continuar siendo el evento técnico más grande de Latinoamérica de la Industria del Acero. Una plataforma de intercambio tecnológico que reúne a los expertos, profesionales, catedráticos y estudiantes, relacionados y apasionados del acero y su uso.

Cuenta con un programa de conferencias y cursos, donde se dan a conocer las innovaciones tecnológicas, tendencias y soluciones. En su área de exposición participan las empresas líderes del sector, conectando a los fabricantes, proveedores, procesadores y usuarios del acero.

¿A quién va dirigido?

Cualquier persona con un interés técnico en la industria del hierro y el acero puede beneficiarse al asistir a este importante congreso y exposición internacional.

Personal que labora en empresas productoras (acera, laminación), proveedoras, procesadoras, usuarios del acero que están dentro de la industria automotriz, construcción, línea blanca, centros de servicios, entre otros. Así mismo, como a instituciones académicas que presentan trabajos prácticos y relacionados con los procesos de la industria del acero.

<https://aistmexico.org.mx/eventos-anteriores/>



Conferencia sobre Ferroaleaciones de Asia 2025

08-10 de abril de 2025 Bangkok, Tailandia

Únase a cientos de colegas de ferroaleaciones de toda Asia (y del mundo) en el evento comercial más grande de la región para esta industria dinámica. Conéctese con nuevos socios de toda la cadena de suministro, reconéctese con contactos existentes y negocie nuevos acuerdos. Los expertos de Fastmarkets le brindarán la información detallada sobre precios que necesita para sus negociaciones contractuales, incluida la dinámica de la oferta y la demanda para cada una de las aleaciones.

<https://www.fastmarkets.com/events/asia-ferroalloys/>



Centro de
Investigación y
Gestión del
Conocimiento



CVG FERROMINERA
ORINOCO

EFEMÉRIDES

01

ENERO

DÍA DE LA NACIONALIZACIÓN DEL HIERRO EN VENEZUELA

“La Revista Mundo Ferrosiderúrgico, informa los avances científicos y tecnológicos acontecidos a lo largo de la historia en los meses de enero y febrero.”



ENERO



01 de enero (1939)

Se funda la empresa "Hewlett Packard" (HP).



02 de enero (1959)

Se lanza "Luna 1". Primera nave espacial en salir de la gravedad de la tierra.



04 de enero (1643)

Nace Isaac Newton. El científico más grande de todos los tiempos.



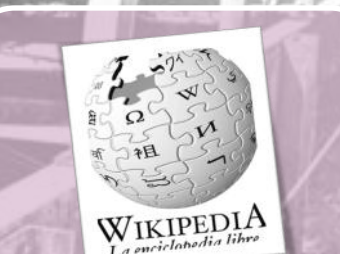
08 de enero (1942)

Nace el genio Stephen Hawking, quien fue un físico, cosmólogo y divulgador científico británico.



11 de enero (2005)

IBM dona 500 patentes a la comunidad de Software Libre.



15 de enero (2001)

Se funda Wikipedia. El más grande y popular sitio de consulta en internet.



27 de enero (1880)

Thomas Edison patenta la bombilla eléctrica.



28 de enero (1855)

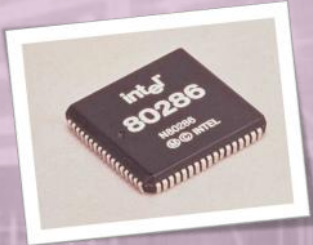
Nace William Burroughs, el padre de la calculadora.



31 de enero (1958)

EEUU lanza "Explorer I" e inicia la competencia espacial.

FEBRERO



01 de febrero (1982)

Intel lanza el primer microprocesador Intel 80286.



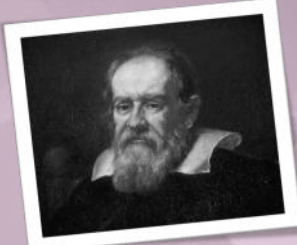
08 de febrero (1920)

Nace Robert William Bemer. El padre de los caracteres ASCII.



11 de febrero (2025)

"Día Internacional de la Internet Segura".



15 de febrero (1564)

Nace Galileo Galilei. El hombre que dijo que la tierra giraba alrededor del sol



17 de febrero (1994)

Se lanza la primera cámara digital de consumo masivo: Apple QuickTake.



18 de febrero (1745)

Nace Alessandro Volta. El padre de la pila eléctrica



19 de febrero (1473)

Nace Nicolás Copérnico. El padre de la astronomía moderna.



21 de febrero (1947)

Polaroid presenta la primera cámara fotográfica instantánea.



28 de febrero (1954)

Westinghouse lanza el primer televisor a color.



Centro de
Investigación y
Gestión del
Conocimiento



CVG FERROMINERA
ORINOCO

MUNDO FERROSIDERÚRGICO

MERCADO, CIENCIA Y TECNOLOGÍA

*Política de Ciencia, Tecnología e Innovación
de CVG Ferrominera Orinoco, C.A.*

“Promover la investigación, el desarrollo tecnológico, la sistematización, y la innovación, con base en las necesidades de la organización, hacia la mejora continua de los procesos, con énfasis en el fortalecimiento del capital intelectual y la democratización del conocimiento como elementos claves de la sostenibilidad del negocio”

DEPÓSITO LEGAL N° : ppi2012B04212
ISSN : 2343-5569 (INTERNET)

CIUDAD GUAYANA
ESTADO BOLÍVAR - VENEZUELA

<https://www.ferrominera.com/publicaciones/>