

HENRIQUE AJUZ HOLZMANN
JOÃO DALLAMUTA
(Organizadores)

ENGENHARIAS:

Criação e repasse de tecnologias



HENRIQUE AJUZ HOLZMANN
JOÃO DALLAMUTA
(Organizadores)

ENGENHARIAS:

Criação e repasse de tecnologias



Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Gabriel Motomu Teshima

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-Não-Derivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial**Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná



Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista



Engenharias: criação e repasse de tecnologias

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Mariane Aparecida Freitas
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizadores: Henrique Ajuz Holzmann
João Dallamuta

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E57 Engenharia: criação e repasse de tecnologias /
Organizadores Henrique Ajuz Holzmann, João
Dallamuta. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-258-0039-4

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.394222803>

1. Engenharia. I. Holzmann, Henrique Ajuz
(Organizador). II. Dallamuta, João (Organizador). III. Título.

CDD 620

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br



Atena
Editora
Ano 2022

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



APRESENTAÇÃO

Na sociedade atual, onde cada vez mais se necessita de informações rápidas e eficientes, o repasse de tecnologias é uma das formas mais eficazes de se obter novas tendências mundiais. Neste cenário destaca-se as engenharias, as quais são um dos principais pilares para o setor empresarial. Analisar os campos de atuação, bem como pontos de inserção e melhoria dessa área é de grande importância, buscando desenvolver novos métodos e ferramentas para melhoria contínua de processos.

Estudar temas relacionados a engenharia é de grande importância, pois desta maneira pode-se aprimorar os conceitos e aplicar os mesmos de maneira mais eficaz. O aumento no interesse se dá principalmente pela escassez de matérias primas, a necessidade de novos materiais que possuam melhores características físicas e químicas e a necessidade de reaproveitamento dos resíduos em geral. Além disso a busca pela otimização no desenvolvimento de projetos, leva cada vez mais a simulação de processos, buscando uma redução de custos e de tempo.

Neste livro são apresentados trabalho teóricos e práticos, relacionados a área de engenharia, dando um panorama dos assuntos em pesquisa atualmente. De abordagem objetiva, a obra se mostra de grande relevância para graduandos, alunos de pós-graduação, docentes e profissionais, apresentando temáticas e metodologias diversificadas, em situações reais. Sendo hoje que utilizar dos conhecimentos científicos de uma maneira eficaz e eficiente é um dos desafios dos novos engenheiros.

Boa leitura.

Henrique Ajuz Holzmann
João Dallamuta

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

ESTUDO DE NOVAS TÉCNICAS CONSTRUTIVAS PARA AS HABITAÇÕES RIBEIRINHAS NO MUNICÍPIO DE AQUIDAUANA – MS

Vitória Barros de Souza

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3942228031>

CAPÍTULO 2..... 7

ANÁLISE DA IMPLANTAÇÃO DE TÉCNICAS COMPENSATÓRIAS DE INFILTRAÇÃO ASSOCIADAS AO SISTEMA CONVENCIONAL DE DRENAGEM DE ÁGUA PLUVIAL EM UM LOTEAMENTO DA CIDADE DE CATALÃO-GO

Eliane Aparecida Justino

Everton Vieira de Carvalho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3942228032>

CAPÍTULO 3..... 22

ANÁLISE ESTRUTURAL EM FUNDAÇÕES SUPERFICIAIS CONSIDERANDO A INTERAÇÃO SOLO-ESTRUTURA PELO MÉTODO DOS ELEMENTOS FINITOS

Davidson de Oliveira França Júnior

Michele Martins Arruda

Jéssica Ferreira Borges

Paola Mundim de Souza

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3942228033>

CAPÍTULO 4..... 41

ONDE O EDIFÍCIO E A CIDADE SE ENCONTRAM: CONEXÕES NA ORLA DE MACEIÓ-AL

Morgana Maria Pitta Duarte Cavalcante

Matheus Santana Correia

Luanne de Andrade Brandão

Sarah Pace

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3942228034>

CAPÍTULO 5..... 55

GESTÃO DE OBRAS RESIDENCIAIS EM CONDOMÍNIO DE CASAS: ESTUDO DE CASO

Maria Aridenise Macena Fontenelle

Érica Karine Filgueira Costa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3942228035>

CAPÍTULO 6..... 63

AVALIAÇÃO DA PERCEPÇÃO DA SENSÇÃO DE CONFORTO TÉRMICO EM AMBIENTE EXTERNO UNIVERSITÁRIO

Betty Clara Barraza de La Cruz

Lilian dos Santos Fontes Pereira Bracarense

Fernanda Martins Milhomem

Isabela Maciel Macedo
Laís Carolina dos Santos Mota
Eduardo Castro Pereira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3942228036>

CAPÍTULO 7..... 76

AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DO CICLO DE VIDA DOS MATERIAIS DE UM PAINEL PRÉ-MOLDADO

Aline Islia Almeida de Sousa
Adeildo Cabral da Silva
João Paulo Sousa Costa de Miranda Guedes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3942228037>

CAPÍTULO 8..... 92

ESTUDO COMPARATIVO DE METODOLOGIAS PARA A DETERMINAÇÃO DE ²²⁶Ra E ²²⁸Ra EM AMOSTRAS SÓLIDAS AMBIENTAIS

Aluísio de Souza Reis Júnior
Geraldo Frederico Kastner
Renata Dias Abreu Chaves
Roberto Pellacani Guedes Monteiro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3942228038>

CAPÍTULO 9..... 99

ANÁLISE POR ATIVAÇÃO NEUTRÔNICA, MÉTODO K₀, NA DETERMINAÇÃO DE ELEMENTOS QUÍMICOS EM GRÃOS DE MILHO

Wellington Ferrari da Silva
Renata Priscila de Oliveira Paula
Dayse Menezes Dayrell

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3942228039>

CAPÍTULO 10..... 108

DATA SCIENCE PARA MULTI-PREVISÃO: APLICADO A PROTEÇÃO DE FURTO DO TRANSPORTE DUTOVIÁRIO DE PETRÓLEO E DERIVADOS

Renivan Costa da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280310>

CAPÍTULO 11 126

DYNAMIC FUZZY COGNITIVE MAPS DEVELOPMENT TECHNIQUE INSPIRED IN ANT COLONY OPTIMIZATIONS, SWARM ROBOTICS, AND SUBSUNCTION ARCHITECTURE

Márcio Mendonça
Marta Rúbia Pereira dos Santos
Fábio Rodrigo Milanez
Wagner Fontes Godoy
Marco Antônio Ferreira Finocchio
Carlos Renato Alves de Oliveira
Mario Suzuki Junior
Ricardo Breganon

Francisco de Assis Scannavino Junior
Lucas Botoni de Souza
Michele Eliza Casagrande Rocha
Vicente de Lima Góngora

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280311>

CAPÍTULO 12..... 140

PROPOSTA DE AUTOMAÇÃO DISTRIBUÍDA DE UM BANCO DE TRANSFORMADORES REGULADORES USANDO A NORMA IEC 61499

Marcos Fonseca Mendes
Bruna Pletikoszits Andrade Parcianello

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280312>

CAPÍTULO 13..... 155

ANTENA DE MICROFITA COM *PATCH* EM ESPIRAL DE ARQUIMEDES *DUAL-BAND* EM 2,45 GHZ E 5,8 GHZ

Rafael Alex Vieira do Vale
Idalmir de Souza Queiroz Júnior
Humberto Dionísio de Andrade

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280313>

CAPÍTULO 14..... 167

REDUÇÃO DE CAPEX E OPEX COM A GESTÃO INTEGRADA DO INVENTÁRIO DE TELECOMUNICAÇÕES

Eduardo Camargo Langrafe
Cristiano Henrique Ferraz
Eduardo Vasconcelos Lopes Ferreira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280314>

CAPÍTULO 15..... 179

APLICAÇÃO DE ÁRVORES DE DECISÃO EM UM BANDO DE DADOS PARA LOCALIZAÇÃO DE FALTAS EM SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA COM MEDIDORES INTELIGENTES

Marcel Ayres de Araújo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280315>

CAPÍTULO 16..... 195

AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO USO DE LÂMPADAS UV-C EM SERPENTINAS DE RESFRIAMENTO

Andressa Paes Pereira
Alexandre Fernandes Santos
Ariel Dov Ber Gandelman
Eliandro Barbosa de Aguiar
Heraldo José Lopes de Souza

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280316>

CAPÍTULO 17.....203

KILOMETRAJE RECORRIDO, DESGASTE DE RUEDAS Y FRENOS EN BOGÍES DE TRANSMISIÓN Y REMOLQUE EN TRENES ELÉCTRICOS

Gustavo David Valera Mendoza

Gianni Michael Zelada García

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280317>

CAPÍTULO 18.....219

NOVAS METODOLOGIAS PARA AVALIAÇÕES ACÚSTICAS – INFRASSONS E RUÍDO DE BAIXA FREQUÊNCIA

Huub H.C. Bakker

Mariana Alves-Pereira

Richard Mann

Rachel Summers

Philip Dickinson

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280318>

CAPÍTULO 19.....234

PROPAGAÇÃO DE ONDAS EM UM CRISTAL FONÔNICO COM DEFEITOS

Hélio Vitor Cantanhede da Silva

Hudson Douglas Silva Morais

Edson Jansen Pedrosa de Miranda Júnior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280319>

CAPÍTULO 20.....242

OBTENÇÃO DE VARIÁVEIS TÉRMICAS DE SOLIDIFICAÇÃO E ANÁLISE DE MICROESTRUTURA DA LIGA DE ALPACA 2 C/ Pb

Márcio Valério Rodrigues de Mattos

Rogério Teram

Maurício Silva Nascimento

Vinicius Torres dos Santos

Marcio Rodrigues da Silva

Antonio Augusto Couto

Givanildo Alves dos Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280320>

CAPÍTULO 21.....256

SÍNTESE DE FILMES DE ÓXIDO DE ZINCO DOPADOS COM NANOPARTÍCULAS DE PRATA APLICADOS EM SENSORES DE GÁS

Luana Martins de Carvalho

César Renato Foschini

Kléper Rocha

Carlos Eduardo Cava

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280321>

CAPÍTULO 22.....	270
THERMAL ANNEALING EFFECTS ON SOL-GEL SYNTHESIZED Cu_2O NANOPARTICLES	
Angela Alidia Bernal Cárdenas	
José Pedro Mansueto Serbena	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280322	
CAPÍTULO 23.....	276
GESTÃO ESTRATÉGICA DAS TECNOLOGIAS COGNITIVAS: UMA PESQUISA EXPLORATÓRIA NA ÁREA DA SAÚDE	
Gerson Tolentino Galvão Leite Andrade	
Getúlio Kazue Akabane	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280323	
CAPÍTULO 24.....	301
CARACTERIZAÇÃO DO DESIGN COMO FACILITADOR DA INOVAÇÃO RADICAL	
Ruth Matovelle Villamar	
Manuel Lecuona Lopez	
Adriana Gonzalez Hernández	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280324	
CAPÍTULO 25.....	314
BANDEIRA TÊXTIL DA TECIDOTECA: ANÁLISE POR DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA À TRAÇÃO E ALONGAMENTO DO TECIDO JEANSWEAR	
Ronaldo Salvador Vasques	
Fabrício de Souza Fortunato	
Márcia Regina Paiva de Brito	
Natani Aparecida do Bem	
Elaine Regina Brito Maia	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280325	
SOBRE OS ORGANIZADORES	326
ÍNDICE REMISSIVO.....	327

KILOMETRAJE RECORRIDO, DESGASTE DE RUEDAS Y FRENOS EN BOGÍES DE TRANSMISIÓN Y REMOLQUE EN TRENES ELÉCTRICOS

Data de aceite: 01/03/2022

Gustavo David Valera Mendoza

0000-0002-4138-4552

Gianni Michael Zelada García

0000-0003-2445-3912

RESUMEN: Han transcurrido poco más de 8 años desde el comienzo de la operación ferroviaria eléctrica en el país por lo que los elementos que componen el material rodante han ido desgastándose, este efecto no ha sido ajeno para piezas tan importantes como son las ruedas y discos de freno. Producto de este desgaste llegará el momento de recambio para estos componentes, la pregunta que surge naturalmente es cuándo se dará este cambio. Para dar respuesta a esta interrogante se planteó realizar el estudio correlacional que cuantifique la relación entre los kilómetros recorridos por cada tren y lo milímetros de desgaste de estos elementos, de esta manera se podrá determinar una tasa media desgaste y así estimar las fechas de repelido y/o recambio. Una vez realizado el análisis correlacional se determinó que para el caso del diámetro de ruedas el coeficiente de correlación de Pearson es de 0.9552, la velocidad media de desgaste es de 3.1501 mm cada 75 000 km, además se pudo observar que la velocidad de desgaste en los bogies a tracción del tipo MA la velocidad de desgaste es de 3.6368 mm cada 75 000 km, para los bogies a tracción del tipo MB la velocidad de desgaste es de 2.8995 mm cada 75 000 km mientras que para los bogies del

tipo remolque R la velocidad de desgaste es de 2.2547 mm cada 75 000 km. Para el caso de los discos de freno se determinó que el coeficiente de correlación de Pearson para el espesor es de 0.8946, la velocidad media de desgaste es de 0.90 mm cada 50 000 km, además se observó que los bogies a tracción del tipo MA y MB presentan una velocidad de desgaste de 0.91 y 0.88 mm cada 50 000 km respectivamente y los bogies del tipo remolque R presentan una velocidad de desgaste de 0.88 mm cada 50 000 km.

PALABRAS CLAVE: Transporte ferroviario eléctrico, desgaste, material rodante, bogies, discos de freno y análisis correlacional.

REALIDAD PROBLEMÁTICA

“El desgaste implica una pérdida progresiva de material (peso) y la alteración de las dimensiones de una pieza sólida (Tovar, 2006)”. A la ciencia que lo estudia se le conoce como Tribología (Díaz del Castillo, 2007), y su causa se debe a la acción mecánica de un sólido, líquido o gas sobre la referida superficie (Tovar, 2006).

El grado de desgaste que se genere en un sistema mecánico como por ejemplo un freno y su disco, depende para Tovar (2006) del:

- material y geometría de los componentes en contacto;
- las variables de operación, entre ellas la velocidad relativa (Díaz del Castillo, 2007);
- y la interacción entre las piezas en contacto;
- y el ambiente operativo, vale decir

la presencia de polución y/o lubricantes.

La pérdida de material acumulada puede constituir una falla del sistema; si no se advierte de dicho desgaste esta puede ser repentina, si los componentes afectados forman parte de un sistema de transporte masivo, la falla puede llegar a ser catastrófica. Por ello García, Acosta y Flórez (2015) colocan al sistema de frenado como el componente más importante para la seguridad vial.

Toda empresa de transporte masivo cuenta con un plan de mantenimiento, para entre otras cosas, revisar rutinariamente los sistemas de freno. En el caso de estudio, al tratarse de una red de trenes, el mencionado plan respecto al sistema de freno implica: i) inspección rutinaria visual y medición de los desgastes de las pestañas, asientos diámetros de ruedas y frenos tomando como frecuencia a la cantidad de kilómetros recorridos; ii) rectificación de medidas y eliminación de entalles en las superficies de rodadura y contacto, iii) reemplazo rutinario de elementos rodantes, llámese ruedas y frenos. Este mencionado plan, parte del legado de las rutinas de mantenimiento que la ficha técnica del equipo sugiere.

Sin embargo, este plan, debe ser justado acorde a los diversos factores operacionales y de diseño de vía, como lo menciona Cuervo (2014), Quintana y Preciado (2016) y Caballero (2017); por ello, el problema de esta investigación se centra en:

¿Es posible determinar una relación precisa entre el kilometraje recorrido y los desgastes en ruedas y frenos en bogíes de transmisión y remolque de trenes eléctricos; y a través de este planificar las actividades de inspección; medición; perfilado y reemplazo?

JUSTIFICACIÓN

De acuerdo con un reporte recientemente publicado por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC), el servicio ferroviario de Lima traslada poco más de medio millón de pasajeros diariamente, por lo que lleva a inferir que es uno de los principales medios de transporte en la ciudad. Al ser un medio de transporte importante, es necesario asegurar la continuidad del servicio y que el número de trenes operativos sea el máximo posible, siendo así la gestión de mantenimiento un rol fundamental en ello.

El desconocimiento del ritmo de desgaste conlleva una falta de previsión para las actividades de re perfilado de ruedas y frenos, toda vez que genera picos de trabajo, que no son absorbidos por los recursos disponibles, del mismo modo los recambios de material rodante se ven afectados por la carencia de repuestos, todo esto trasciende en una disminución del número de equipos operativos del material rodante, desatención del servicio de transporte e incomodidad de los usuarios. Por último, si se omiten estas prioridades, se generaría un riesgo en la operación, con resultados catastróficos en la integridad de las unidades de transporte, pero sobre todo en la seguridad de los usuarios.

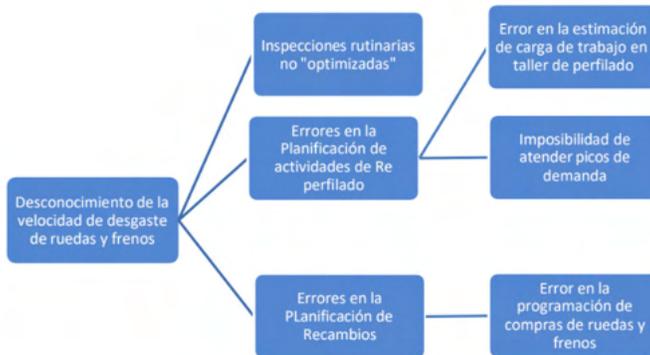


Figura 1. Árbol de problemas.

MARCO TEÓRICO

Se define como mantenimiento al conjunto de actividades que permite mantener o restablecer un equipo o sistema a un estado en el cual este pueda desempeñar sus funciones con normalidad. (Duffuaa, Raouf & Dixon, 2000, p.29).

Dentro de lo que mencionan Ballester, Olmeda, Macián y Tormos (2002), se considera que un plan de mantenimiento adecuado en una flota de transporte debe estar alineado a los objetivos principales del servicio, tales como la seguridad, comodidad, calidad y cumplimiento de horarios.



Figura 2. Locomotora eléctrica¹ y bogies².

BOGIE

Es aquel par montado de ruedas sobre el cual se apoya la carrocería del ferrocarril, se les clasifica en dos tipos importantes: Bogie motor o tracción, es aquel que posee capacidad de tracción y bogies remolque, es aquel que no posee capacidad de tracción.

¹ Fuente: <https://fracademic.com/dic.nsf/frwiki/686722>).

² (Fuente <http://castulotechnology.com/>).

Los bogíes pueden estar conformados por dos o tres ejes, en los cuales se ubican dos ruedas por eje, dos cajas de grasa, sistema de frenado, sistema de suspensión y la caja reductora (solo en bogíes motor) que es la que ponen en contacto el motor con los ejes de bogíes.

El bastidor de bogíes es aquella estructura metálica donde se montan los ejes y el motor (en el caso de bogíes motor) además, trabaja como unión entre la caja y bogíes.

FRENOS FERROVIARIOS

En lo investigado por Miranda (2015), los cilindros de freno empleados en trenes ferroviarios son dispositivos muy complejos. Se trata de elementos capaces de generar suficiente fuerza de frenado para detener un tren y corregir automáticamente el desgaste que sufren las guarniciones de freno. Su funcionamiento es totalmente mecánico, y esta corrección automática se da sin intervención de electrónica de ningún tipo. Existen modelos que únicamente equipan el freno de servicio y modelos que además incorporan el freno de estacionamiento. Así, se dispone de dos tipos de freno en el mismo equipo con un requerimiento de espacio similar.

RUEDAS Y EJES

Ejes

Es aquel componente sobre los cuales se colocan las ruedas de los bogies, los elementos más importantes de los ejes son:

Cuerpo del eje.

Sección de calaje: Zona donde se encajan las ruedas.

Manguetas.

Son considerados el elemento más importante en cualquier tipo de vehículo ferroviario. Los elementos más importantes de las ruedas son:

Pestaña: Parte saliente en los extremos de la rueda cuya principal función es impedir el descarrilamiento del ferrocarril. Tiene dos medidas importantes, las cuales deben ser controladas ya que indican el re perfilado o cambio de la rueda, estos son el alto y ancho de pestaña. Superficie de rodadura: Superficie en contacto entre la rueda y la vía férrea.

Cubo: Pieza metálica que trabaja como unión entre la rueda y el eje.

Límite máximo de desgaste: Limite hasta el que se puede re perfilar una rueda.



Figura 3: Ejes³ y perfil⁴ de rueda.

SISTEMA DE FRENADO

Según el estudio realizado por Miranda (2015), el freno de servicio se acciona por medios neumáticos con aire comprimido en la cámara del émbolo correspondiente. La presión desplaza el émbolo, al que está soldado el vástago, moviendo la timonería de freno y el frenado. Con esto se vence la oposición del resorte que permite el retorno del émbolo a su posición original una vez se retira el aire. El funcionamiento del freno de estacionamiento es opuesto al del freno de servicio, ya que, en este caso la acción de varios resortes mantiene el freno aplicado y con el aire comprimido se afloja.

La timonería de freno son dos mecanismos de palanca colocados simétricamente respecto de su eje longitudinal. Estando el cilindro de freno en un extremo, y en el otro las guarniciones que actuarán sobre el disco. Es la relación entre los dos brazos de palanca que multiplican la fuerza ejercida por el cilindro, dando esta secuencia para el frenado:

Posición de aflojamiento.

Frenado, fase 1. Se aproximan las zapatas al disco. Se realiza el recorrido de aplicación. Frenado, fase 2 donde no hay desgaste del disco. Se recorre la distancia derivada de la elasticidad del freno y se efectúa el frenado.

Frenado, fase 2 hay desgaste del disco. Se recorre la distancia causada por la elasticidad del freno más la originada por desgaste de la zapata y el disco y se efectúa el frenado.

CURVA TRIBOLÓGICA

Según Albarracín (s.f.), la curva tribológica de los componentes de una máquina es muy similar a la curva de la bañera de Davis (referida a las diferentes etapas en las que pueden fallar los componentes de las máquinas) y se conoce también como la curva de desgaste normal de cada uno de estos componentes a través del tiempo. Esta curva será

3 (Fuente <http://www.cafmiira.com>).

4 Fuente: <http://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/10651/18085/3/TFM%20Presencia%20de%20defectos.pdf>).

característica para cada uno de los diferentes metales que constituyen la metalurgia de los mecanismos de la máquina, expresándose en partes por millón (ppm) que puede haber presentes en el aceite, analizado luego de su cambio. La curva tribológica tiene tres etapas fundamentales que son: improductiva ó asentamiento del componente, productiva ó vida a la fatiga y final ó vida remanente (envejecimiento moral). Ver figura a continuación.

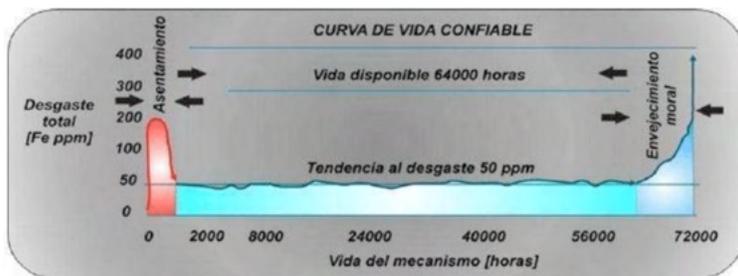


Figura 4: Curva tribológica.

Albarracín (s.f.).

METODOLOGÍA

Como variable independiente se ha definido a la distancia recorrida por la locomotora, cuyo indicador está expresado en miles de kilómetros, y como *variable dependiente*, al desgaste lateral, espesor de discos de freno y diámetro, largo y ancho de pestaña de ruedas, expresado en milímetros. Ambas variables tienen como método de recogida de datos será por observación directa, con frecuencia de medición cada 50,000 kilómetros. Para la variable independiente se utiliza como instrumento el odómetro de la unidad; y para la variable dependiente, un vernier, reloj comparador y un medidor digital de perfiles de rueda (miniprof); toda esta información es documentada en las cartillas de medición de discos de freno y el reporte de re perfilado de discos y frenos.

Parámetro	Frecuencia	Valor Inicial /Limite
Diámetro de rueda: Es el diámetro de la rodadura, medido a 70 mm (punto D de la figura) de la cara interna de la rueda.	75,000 km	840 / 770 mm
Espesor de Pestaña (Sd): Es la medida entre la cara interna de la rueda y el punto de la cara activa de la pestaña ubicado a 10 mm del círculo de rodadura.	75,000 km	31.1 /36 mm
Altura de Pestaña (Sh): Es la distancia existente entre el vértice de la pestaña y su proyección sobre la horizontal que pasa por el círculo de rodadura.	75,000 km	29/ 25 mm
Diámetro de la rueda de freno	50,000 km	

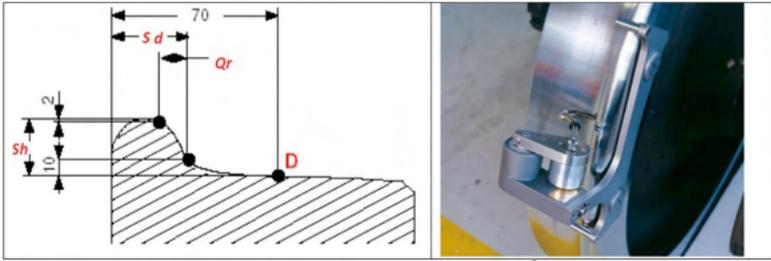


Figura 5: Perfil de rueda y miniprof⁵.

POBLACIÓN Y MUESTRA

La población está compuesta por los discos de freno y ruedas de los 39 trenes que conforman la flota ferroviaria. Cada tren está conformado por 6 coches (5 del tipo tracción y 1 remolcado), cada coche consta de 2 bogíes y cada bogí tiene 4 ruedas y dos discos de freno. En total la población se compone de 1872 ruedas y 936 discos de freno. La muestra será poblacional.

RESULTADOS

Resultados relacionados a las ruedas

Se tomaron 800 datos del diámetro de las ruedas de los diversos bogíes para cada intervalo de tiempo, hayan pasado o no a ser rectificadas al torno. Los resultados se muestran por tipo de bogíes y por recorrido. Según su recorrido, estos datos siguen una distribución normal, pues tienen un nivel de significancia mayor a 0.05 en la prueba de normalidad de Kolmogorov–Smirnov (para datos mayores a 30).

	RECORRIDO	Estadístico	gl	Sig.
DESGASTE	I1	,034	278	,200 [*]
	I2	,180	23	,050
	I3	,093	40	,200 [*]
	I5	,059	77	,200 [*]
	I6	,043	382	,083

Tabla 1 - Prueba de Normalidad de datos, agrupados según su recorrido.

El desgaste promedio cada 75,000 kilómetros es igual a 3.1519 mm. Este valor corresponde a la diferencia entre el diámetro de la rueda medido en el kilómetro 75,001, antes de ingresar al torno, y el diámetro de la rueda medido en el kilómetro 150,001, antes de ingresar al torno. Quiere decir que incluye el rectificado, se dé o no, y el desgaste natural del recorrido. La ecuación explicativa $Y = -4.1953 X + 846.01$, tiene un coeficiente

⁵ <https://www.railway-technology.com/products/miniprof-bt-wheel/>.

de Pearson igual a 0.9773.

Desgaste promedio por tipo de Bogíes:

Tipo MA = 3.6368 mm/75 mil km

Tipo MB = 2.8995 mm/75 mil km

Tipo R = 2.5247 mm/75 mil km

Desgaste promedio por recorrido.

En los primeros 75,000 kilómetros = 2.4644 mm/75 mil km

Entre los 75,000 - 150,000 km = 2.5604 mm/75 mil km

Entre los 150,000 - 225,000 km = 3.9868 mm/75 mil km

Entre los 525,000 – 600,000 km = 3.2691 mm/75 mil km

Entre los 600,000 – 675,000 km = 3.4788 mm/75 mil km

El diámetro promedio por recorrido se encuentra representado en la figura 6, cuyo índice de correlación es de 0.9773. La ecuación de correlación expresa en sí, la velocidad de desgaste de la rueda.

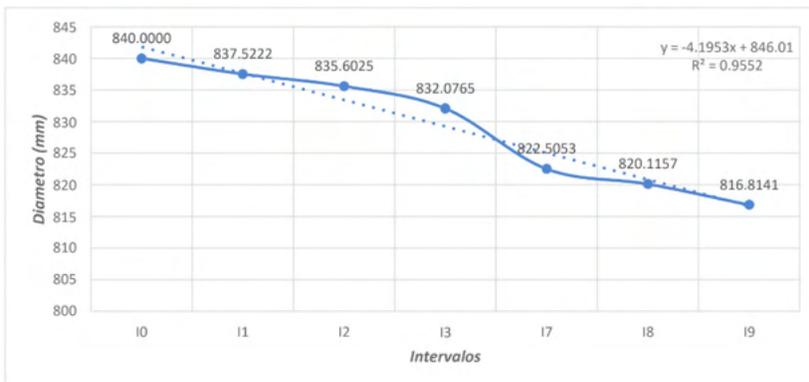


Figura 6: Diámetro promedio de la rueda, por recorrido.

Fuente: Elaboración Propia.

$$Y = - 4.1953 X + 846.01;$$

Donde “Y” es el diámetro promedio de la rueda en el instante “X” “X” se expresa en intervalos de 75,000 kilómetros cada uno.

El espesor de la pestaña promedio por recorrido se encuentra representado en la gráfica 7, y en esta se representa una relación lineal con el recorrido, cuyo índice de correlación es de 0.9675. La ecuación de correlación expresa en sí, la velocidad de desgaste del espesor de la pestaña.

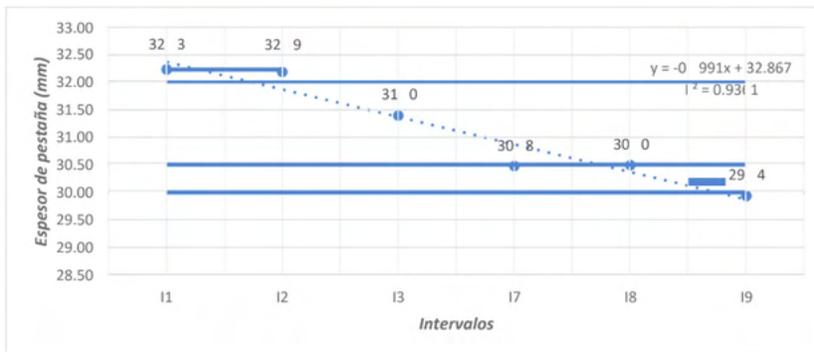


Figura 7: Espesor de la pestaña promedio, por recorrido.

Fuente: Elaboración Propia.

$$Y = -0.4991 X + 32.687;$$

Donde "Y" es el espesor de la pestaña promedio en el instante "X" "X" se expresa en intervalos de 75,000 kilómetros cada uno.

El índice de correlación R es igual a 0.9675

La altura de la pestaña promedio por recorrido se encuentra representado en la gráfica 8, y en esta no se representa una relación lineal con el recorrido, siendo el índice de correlación de 0.0509.

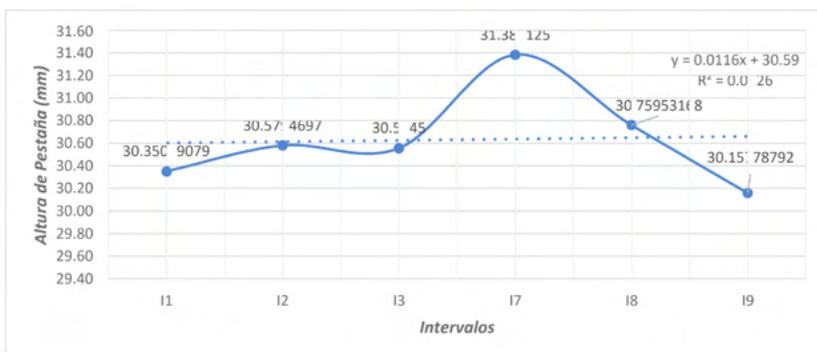


Figura 8: Altura promedio de la pestaña, por recorrido.

Fuente: Elaboración Propia.

En la siguiente tabla se resumen los coeficientes de correlación de Pearson identificados para los parámetros de rueda:

Parámetro	Coefficiente de Correlación (R)
Diámetro	0.9773
Altura de Pestaña (Sh)	0.0509
Espesor de Pestaña (Sd)	0.9675

Tabla 2 - Coeficientes de correlación de Pearson identificados para los parámetros de rueda.

Resultados relacionados a los discos

Se tomaron datos de los discos de freno para los diversos bogíes para cada intervalo de tiempo, hayan pasado o no a ser rectificadas al torno. Los resultados se muestran por tipo de bogíes y por recorrido, y en todos los casos se cumple la condición de: Espesor = desgaste + vida útil.

Los valores de desgaste, en promedio, es de 0.96 mm por cada 50 mil kilómetros, Tal como se muestra en la tabla 03.

Tipo de Kilometraje	Promedio de ESPESOR	Promedio de DESGASTE	Promedio de VIDA UTIL
11	6.87	0.39	6.48
12	6.84	0.75	6.09
13	6.27	0.96	5.32
111	6.45	1.97	4.48
112	5.03	1.16	3.87
113	3.87	0.85	3.01
114	4.11	0.69	3.41
115	3.29	0.94	2.35

Tabla 3 - Diámetro, desgaste y vida útil promedio de los frenos, por recorrido.

Fuente: Elaboración propia.

Se observa en la figura 9, que el desgaste durante los primeros kilómetros es alrededor 0.39 mm; y luego este llega a un pico 1.97 mm, para luego, en sus últimos días, llegar a 0.94 mm.

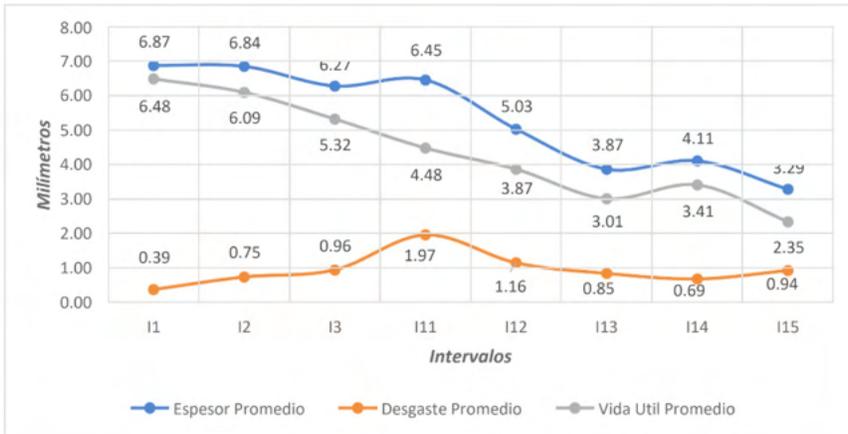


Figura 9: Espesor, desgaste y vida útil de frenos por recorrido.

Fuente: Elaboración Propia.

Tipo de Bogie	Desgaste
Bogies tipo MA	0.91
Bogies tipo MB	0.88
Bogies tipo R	0.95

Tabla 4 - Velocidad de desgaste promedio para los discos de freno, por tipo de bogies.

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente tabla se resumen los coeficientes de correlación de Pearson identificados para los parámetros de discos de freno:

Parámetro	Coefficiente de Correlación (R)
Espesor	0.9536
Desgaste por concavidad	0.1533

Tabla 5 - Coeficientes de correlación de Pearson identificados para los parámetros de discos de freno.

Fuente: Elaboración propia.

DISCUSIÓN

Ha sido y es motivo de interés predecir el deterioro temprano de equipos y partes para proyectar los costos de reposición y los inventarios necesarios. Para ello, estos equipos y partes deben tener una característica medible de su deterioro, como, por ejemplo: Los forros de las chancadoras (Caballero, 2017); desgaste interno del motor (Medina, 2016); desgaste de ruedas motrices (Velásquez (2014), Quilca (2015), desgaste de rieles

(Quintana & Preciado, 2016); desgaste de cortadoras de una tuneladora (Laín et ál, 2018); o la calidad del aceite de los motores (Coello & Guerrero, 2016).

En algunos casos las medidas de interés son de difícil acceso, por ello se busca una variable a la que esté correlacionada y que esta a su vez sea de fácil acceso, como es el caso: velocidad del eje angular, en el trabajo de Caballero (2017); cierto agentes contaminantes como el trabajo de Medina (2016); perfil de la rueda, el peralte y tipo de riel para la investigación de Velásquez (2014); la carga soportada (Quintana & Preciado, 2016); o finalmente en el kilometraje como es el caso de (Coello & Guerrero, 2016), y de este trabajo.

El trabajo se centra en investigar primero si existe relación entre el kilometraje recorrido y las variables de desgaste de frenos y ruedas, y segundo, estimar, si es posible, la velocidad de desgaste, para con ello, predecir la demanda de repuestos y maquinados. El trabajo, a nivel nacional, tiene la limitación de ser la única en su especie, toda vez que los equipos en estudio fueron puestos operativos en el mes de julio del 2011 en su primera fase, y en mayo del 2014 en su segunda fase.

En los resultados obtenidos, se identifica una diferencia entre las velocidades de desgaste de los trenes de transmisión y de remolque, también se identifica diferencias entre los intervalos de tiempo, que deben ser objeto de otras investigaciones.

CONCLUSIONES

A través de la recopilación y análisis de correlación lineal de los datos, se logró identificar que existe una fuerte relación lineal entre el desgaste de los diámetros de las ruedas y la distancia recorrida por el tren. Esta relación se muestra a través de un coeficiente de Pearson de 0.9773, considerado como una relación fuerte. Este resultado, nos permiten concluir que la velocidad media de desgaste es de 3.1519 mm / por cada 75,000 kilómetros. Asimismo, esta alta relación se explica con la ecuación lineal $Y = - 4.1935 X + 846.01$. Donde “Y” es el diámetro (mm) promedio de la rueda en el instante “X”, este último “X” se expresa en intervalos de 75,000 kilómetros cada uno.

En este estudio, se observa que los bogíes de tracción tipo MA tienen una velocidad de desgaste de 3.6368 mm, y los de tracción tipo MB tienen una velocidad de 2.8995 mm; mientras los de tipo remolque R, tienen una menor velocidad de desgaste de 2.5247 mm. Por otro lado se encuentra que el desgaste no es parejo a lo largo de la vida útil de la rueda, por ejemplo este, en los primeros 75,000 kilómetros es de 2.4644 mm/75 mil km; y entre los 75,000 – 150,000 km, es de 2.5604 mm/75 mil km; entre los 150,000 – 225,000 km, es de 3.9868 mm/75 mil km; entre los 225,000 – 300,000 km, es de 3.2961 mm/75 mil km; y finalmente entre los 300,000 – 375,000 km, es de 3.4785 mm/75 mil km.

En relación con el espesor de la pestaña, se logró identificar que existe una fuerte relación lineal con la distancia recorrida, que se muestra a través de un coeficiente de

Pearson de 0.9675, considerado como una relación fuerte. Asimismo, esta alta relación se explica con la ecuación lineal $Y = - 0.4991 X + 32.867$. Donde “Y” es el espesor (mm) promedio de la pestaña de la rueda en el instante “X”, este último “X” se expresa en intervalos de 75,000 kilómetros cada uno. Sin embargo, la altura de la pestaña promedio por recorrido no se representa a través de una relación lineal con el recorrido, siendo el índice de correlación de 0.0509.

El valor de desgaste promedio de los discos de freno es de 0.96 mm por cada 50 mil kilómetros; asimismo este valor varía a lo largo del ciclo vida; por ejemplo, en los primeros kilómetros, la velocidad de desgaste es de 0.39 mm; luego este llega a un pico 1.97 mm, para luego, en sus últimos días, llegar a 0.94 mm por cada 50,000 kilómetros. Por otro lado, se puede observar que los bogíes de tracción tipo MA y MB, cuyas velocidades de desgaste es de 0.91 y 0.88 mm, resultan ser menor que la velocidad de desgaste de los discos de freno de los bogíes de remolque tipo R, igual a 0.95 mm.

Al culminar el trabajo de investigación, se observa que los bogíes de transmisión tipo MA, presenta un deterioro mayor al 20.27% mayor que los bogíes de transmisión tipo MB, y un 38.00% por ciento mayor que los bogíes tipo remolque. Condición que amerita considerar dentro de los planes de reemplazo de partes. En razón a los discos de freno, los bogíes tipo remolque son los que muestran mayor velocidad de desgaste, superando en 4.21% a los bogíes tipo MA, y en 7.36% más que los bogíes tipo R.

RECOMENDACIONES

Al evidenciarse niveles de desgaste desigual entre los coches Ma, R y Mb, este último que posee pantógrafo, se sugiere realizar investigaciones respecto al desgaste del pantógrafo y el desgaste de ruedas y discos de freno, por evidenciarse que existen ciertas variantes entre ellos detectadas en el taller de mantenimiento.

Con base a los resultados obtenidos, se sugiere ampliar la investigación respecto al desgaste de discos de freno relacionado con el rozamiento de las pastillas de freno ya que existe evidencia de niveles de desgaste desigual entre los coches del tipo tracción y tipo remolque.

Se sugiere realizar estudios relacionados a la disciplina mecánica, para medir la influencia del desgaste entre: el perfil del riel, el perfil de la rueda y la velocidad de rodadura. Cabe señalar que en el Perú no existe un laboratorio apropiado para ello, siendo Brasil uno de los países en la región el lugar donde se podrían realizar estos experimentos.

Con las tasas de desgaste determinadas para cada tipo de coche, se estima alcanzar los 70 mm de desgaste en el caso de los coches tipo Ma a los 1'443,577 kilómetros recorridos, en el caso de los coches tipo Mb a los 1'810,657 kilómetros recorridos y para los coches tipo R a los 2'328,469 kilómetros recorridos. Teniendo en cuenta estos kilometrajes, se recomienda incluir el cambio de ruedas para los coches del tipo Ma y Mb durante la

ejecución del segundo mantenimiento del tipo IM2 y asegurar el abastecimiento oportuno de los componentes para ese momento. Respecto al cambio de ruedas en los coches R, estos sucederán dentro del mantenimiento OH3.

Respecto a los discos de freno, teniendo en cuenta las tasas de desgaste para los coches del tipo Ma, Mb y R; el reperfilado debe realizarse cada 105,000 kilómetros recorridos. Este valor, demuestra que las frecuencias de desgaste del material rodante tienen ritmo propio y no necesariamente coinciden con las frecuencias de medición señaladas por el fabricante. En mayor detalle al observarse tasas de desgaste distintas para diámetro de ruedas y discos de freno entre los coches tipo tracción y remolque, se sugiere realizar un análisis más detallado para determinar las posibles causas de este comportamiento.

Se recomienda sustituir el uso del vernier y reloj comparador para la medición del desgaste de discos de freno por la versión de la herramienta Miniprof para frenos, esto facilitará la emisión digital de los registros de medición en formato texto evitando así, incoherencias y falta de legibilidad al momento de llenar las cartillas de medición que actualmente se realiza de forma manual.

REFERENCIAS

Albarracín, P. (s.f.) Seminario Tribología y Lubricación. Dictado a: Servicio Nacional de Aprendizaje-SENA, Medellín – Colombia

Antonio Armas, L. R. (2016). Gestión de mantenimiento para mejorar la disponibilidad mecánica de la maquinaria de confitados en Industrias Alimentarias S.R.L.

Arques Patón, J. L. (2009) Ingeniería y gestión del mantenimiento en el sector ferroviario. España. Ediciones Díaz de Santos.

Ballester, S., Olmeda, P., Macián, V., Tormos, B. (2002) El mantenimiento de las flotas de transporte. En Revista Técnica Industrial, 247

Caballero Alania, A. J. (2017). Relación entre desgaste de mantos y parámetros críticos de funcionamiento del chancador primario tipo NT de la Minera Chinalco Perú.

Cano, C. (2017) La Administración y el Proceso Administrativo. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano

Coello Salcedo, M. y Guerrero Palacios, T. (2016). Determinación de la degradación y contaminación del aceite de motores Otto en función del kilometraje recorrido.

Cuervo Velásquez, P. A. (2014) Análisis experimental del efecto del proceso de reperfilado sobre el desgaste y fatiga por contacto de rodadura de riel en el sistema rueda riel en el Metro de Medellín

De la Puente Viedma, C. (2018) Estadística descriptiva e inferencial. (1ª. Ed.). Madrid. Editorial IDT

Díaz del Castillo, F. (2007) Laboratorio de Tecnología de Materiales: Tribología: Fricción, Desgaste y Lubricación, de La Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM.

Duffuaa, S., Raouf, A., Dixon, J. (2000). Sistemas de mantenimiento planeación y control (1ª. Ed.). México D.F: Editorial Limusa

Guevara, R. y Osorio, P. (2014). Desarrollar un Plan de Mantenimiento Preventivo para una Empresa Prestadora de Servicio de Transporte Interdepartamentales. Proyecto de Grado para optar al Título de Ingeniero Mecánico en la Universidad Autónoma del Caribe, Barranquilla

Lavalle, Andrea Lina, Micheli, Elda Beatriz, & Rubio, Natalia. (2006). Análisis didáctico de regresión y correlación para la enseñanza media. Revista latinoamericana de investigación en matemática educativa, 9(3), 383-406. Recuperado en 14 de julio de 2019, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-24362006000300004&lng=es&tlng=en.

Lind, D., Marchal, W., & Wathen, S. (2015). Estadística aplicada a los negocios y a la economía (16a. ed.). México: McGraw-Hill Interamericana.

García León, R. A., Acosta Pérez, M. A., & Flórez Solano, E. (2015). Análisis del comportamiento de los frenos de disco de los vehículos a partir de la aceleración del proceso de corrosión. Revista Tecura, 19(45), 53-63. doi: 10.14483/udistrital.jour.tecura.2015.3.a04

Gordo, J. 2018. Importancia de un plan de mantenimiento estratégico en la gestión de activos. Recuperado de: <https://blogspanol.se.com/gestion-de-la-infraestructura/2018/01/08/importancia-plan-mantenimiento-estrategico-la-gestion-activos/>

Hernández Ávila, F. (2018) Efecto de la temperatura sobre las propiedades mecánicas y estructurales de elastómeros comerciales: Estimación de la degradación del polímero a largo plazo.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. & Baptista Lucio, P. (2010). Metodología de la Investigación: Roberto Hernández Sampieri, Carlos Fernández Collado y Pilar Baptista Lucio (5ª. Ed.). México D.F: McGraw-Hill.

Jauja Ramírez, M. A. (2017) Estudio experimental de la resistencia al desgaste abrasivo para depósitos con recubrimiento protector de soldadura, empleando el electrodo: E6-UM-60 (Clasificación DIN 8555), proceso SMAW.

Lain, C., Llamas, B., Pous, J., Lain, R. (2018). Nueva metodología empírica para la estimación del desgaste de los cortadores de una tuneladora. Informes de la Construcción, 70(549): e242. <https://doi.org/10.3989/id.57716>.

Medina Medina, J. H. (2016) Análisis y monitoreo del aceite lubricante en la anticipación de fallas de maquinaria pesada, como herramienta de mantenimiento proactivo.

Miranda, F. (2015) Estudio y Análisis Mecánico de un Freno Ferroviario. Proyecto de Fin de Carrera en Ingeniería Técnica Industrial de la Universidad Carlos III de Madrid.

MTC trasladó a más de medio millón de pasajeros en un día en la Línea 1 del Metro de Lima (13 de abril 2019). Recuperado de <https://www.gob.pe/institucion/mtc/noticias/27509-mtc-traslado-a-mas-de-medio-millon-de-pasajeros-en-un-dia-en-la-linea-1-del-metro-de-lima> Quilca Tito, E. J. (2015). Relación De Las Deformaciones De Las Juntas Del Piso De Concreto Con El Desgaste Prematuro De Ruedas Motrices De Apiladores De Carga En Almacén SODIMAC Lima Perú 2015.

Quintana-Nicolás, A., Preciado-Calzada, M. (2016) "Estudio del desgaste de carriles en servicio y optimización de su mantenimiento". Rev. Metal. 52(4): e080. doi: <http://dx.doi.org/10.3989/revmetal.m.080>

Siddharth Kalla (2011). Estudio correlacional. Jun 30, 2019 Obtenido de Explorable.com: <https://explorable.com/es/estudio-correlacional>

Tuesta Yliquin, J. M. (2014). Plan de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de los equipos pesados de la Empresa Obrainsa.

Tovar, G. (2006). *Fundamentos del análisis de falla*. Editorial ECC. Colombia.

Walpole, R., Myers, R., Myers, S. & Ye, K. (2012) Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias. (9ª. Ed.). México: Pearson.

ANEXO1

Intervalo	Tipo de Kilometraje	Rango de Kilómetros
I1	A	[0, 50 000] kilómetros
I2	B	<50 000, 100 000] kilómetros
I3	C	<100 000, 150 000] kilómetros
I4	D	<150 000, 200 000] kilómetros
I5	E	<200 000, 250 000] kilómetros
I6	F	<250 000, 300 000] kilómetros
I7	G	<300 000, 350 000] kilómetros
I8	H	<350 000, 400 000] kilómetros
I9	I	<400 000, 450 000] kilómetros
I10	J	<450 000, 500 000] kilómetros
I11	K	<500 000, 550 000] kilómetros
I12	L	<550 000, 600 000] kilómetros
I13	M	<600 000, 650 000] kilómetros
I14	N	<650 000, 700 000] kilómetros
I15	O	<700 000, 750 000] kilómetros
I16	P	<750 000, 800 000] kilómetros

Intervalos de recorrido para frenos.

Fuente: Elaboración Propia.

ANEXO2

Intervalo	Tipo de Kilometraje	Rango de Kilómetros
I1	A	[0, 75 000] kilómetros
I2	B	<75 000, 150 000] kilómetros
I3	C	<150 000, 225 000] kilómetros
I4	D	<225 000, 300 000] kilómetros
I5	E	<300 000, 375 000] kilómetros
I6	F	<375 000, 450 000] kilómetros
I7	G	<450 000, 525 000] kilómetros
I8	H	<525 000, 600 000] kilómetros
I9	I	<600 000, 675 000] kilómetros
I10	J	<675 000, 750 000] kilómetros

Intervalos de recorrido para ruedas.

Fuente: Elaboración propia.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Aerogeradores 219

Agentes de navegação cooperativos 127

Alpaca 242, 243, 244, 248, 255

Análise por ativação neutrônica 99, 100, 105, 106

Antena de Microfita 155, 158

Antena Espiral 155, 156, 157, 158, 159, 161, 162, 164

Arquitetura de subsunção 127

Árvores de decisão 109, 111, 117, 125, 179, 180, 181, 182, 189

Assinatura acústica 219, 228, 229, 230

Automação distribuída 140, 142

B

Bandeiras têxteis 314, 324, 325

C

Capex 167, 168

Cidade 1, 2, 3, 5, 6, 7, 20, 21, 41, 42, 43, 45, 46, 47, 53, 54, 55, 56, 58, 63, 64, 65, 66, 73, 75, 80, 99, 315

Conexão 41, 42, 43, 48, 175, 176, 177, 183, 296

Conexões 41, 66, 142, 149, 167, 172, 174, 175, 176, 177

Conforto térmico 63, 64, 65, 66, 69, 70, 71, 73, 74, 75

Construção 1, 3, 26, 42, 44, 50, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 76, 77, 79, 80, 84, 88, 89, 90, 91, 150, 168, 169, 243, 294, 295, 324

Construção Civil 55, 56, 57, 58, 61, 62, 76, 77, 80, 88, 89, 90, 91

Controladores lógicos programáveis 140, 141

Controle 7, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 109, 138, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 150, 151, 152, 153, 154, 170, 180, 243, 244, 245, 260, 281, 287

Cristais fonônicos 234, 236

Custos 55, 62, 108, 167, 168, 169, 170, 171, 181

D

Defeitos 234, 235, 261, 262, 315

E

Edifício 3, 4, 41, 42, 43, 44, 45, 50, 51, 52

Eficiência 92, 95, 99, 104, 156, 195, 197, 200, 264, 292

Enchentes 1, 2, 3, 4, 5

Espaços abertos 49, 63, 66, 74, 75

Espectrometria gama 92, 94, 95, 96, 97, 104

F

Filmes finos de óxido de zinco 256, 268

G

Gerenciamento de risco 276, 277, 278, 285, 287

Gestão 5, 55, 56, 58, 59, 62, 73, 75, 78, 88, 113, 154, 167, 168, 169, 171, 178, 276, 283, 299, 326

I

Inteligência artificial 111, 276, 278

Interação solo-estrutura 22, 23, 26, 27, 29, 35, 36, 39, 40

Inventário 78, 79, 83, 85, 167, 168, 169, 170, 171, 177

J

Jeanswear 314, 315, 317, 318, 319, 320, 321, 322, 323, 324

L

Lâmpada UV-C 195, 196, 197, 198, 199, 200

Localização de faltas 179, 180, 182, 183, 191, 193

M

Mapas cognitivos dinâmicos 127

Medidores inteligentes 179, 180, 182, 183, 184, 185, 189, 191, 192

Método dos elementos finitos 22, 23, 27, 32, 39, 40, 234, 235

Microestrutura 242, 244, 245, 247, 252, 253, 254, 255

Milho 99, 100, 101, 102, 104, 105, 106, 107

N

Nanopartículas de prata 256, 257, 258, 261, 264, 265, 267, 268

Norma IEC 61499 140, 141, 142, 143, 144, 153, 154

Nutrientes 99, 100

O

Obras 42, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62

Opex 167, 168

P

Percepção térmica 63, 70, 72

Planejamento 21, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 64, 79, 168, 171, 172, 246

Polarização 155, 156, 163, 164

População Ribeirinha 1, 2, 4

Processo 7, 26, 27, 45, 57, 58, 76, 78, 79, 84, 86, 94, 109, 110, 112, 113, 114, 115, 124, 141, 144, 145, 153, 171, 172, 182, 184, 185, 186, 187, 189, 190, 191, 192, 193, 231, 243, 245, 247, 249, 252, 268, 276, 279, 280, 289, 290, 299, 316, 317

R

Recall 276, 277, 283, 284, 285, 286, 289, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 299

Redes 7, 14, 17, 18, 19, 20, 109, 111, 138, 141, 142, 143, 155, 159, 167, 169, 170, 171, 172, 177, 179, 180

Redes elétricas inteligentes 169, 179, 180

Redução 7, 18, 20, 92, 94, 167, 168, 169, 197, 252, 268, 276, 278, 316

Rendimento 122, 195, 202

Robótica de enxame 127

Ruído 219, 220, 223, 225, 228, 229, 231, 234

S

Sapata 22, 24, 25, 28, 29, 31, 33, 34, 35, 38, 39

Saúde Pública 8, 219, 224, 231, 281

Sensores de gás 256, 258

Simulação estrutural 22, 23

Sistema Multiagentes 127

Sistemas de distribuição 179, 180

Sonogramas 219, 226, 228

T

Tecidoteca 314, 315, 324, 325

Técnicas construtivas 1, 5

Tecnologias cognitivas 276, 278

Telecomunicações 167, 168, 169, 170, 177, 326

Transformadores reguladores de tensão 140, 141

Turbinas eólicas 219, 230

V

Variáveis térmicas de solidificação 242, 244, 248, 249, 255

🌐 www.atenaeditora.com.br

✉ contato@atenaeditora.com.br

📷 @atenaeditora

📘 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

ENGENHARIAS:

Criação e repasse de tecnologias



 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

ENGENHARIAS:

Criação e repasse de tecnologias

