

# Ciência e Tecnologia

Para o Desenvolvimento  
Ambiental, Cultural  
e Socioeconômico

Xosé Somoza Medina  
(organizador)

VOL IX

 EDITORA  
ARTEMIS  
2026

# Ciência e Tecnologia

## Para o Desenvolvimento Ambiental, Cultural e Socioeconômico

Xosé Somoza Medina  
(organizador)

VOL IX

 EDITORA  
ARTEMIS  
2026



O conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons Atribuição-Não-Comercial NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0). Direitos para esta edição cedidos à Editora Artemis pelos autores.

Permitido o download da obra e o compartilhamento, desde que sejam atribuídos créditos aos autores, e sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

A responsabilidade pelo conteúdo dos artigos e seus dados, em sua forma, correção e confiabilidade é exclusiva dos autores. A Editora Artemis, em seu compromisso de manter e aperfeiçoar a qualidade e confiabilidade dos trabalhos que publica, **conduz a avaliação cega pelos pares de todos manuscritos publicados, com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.**

|                          |                                                                    |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| <b>Editora Chefe</b>     | Prof. <sup>a</sup> Dr. <sup>a</sup> Antonella Carvalho de Oliveira |
| <b>Editora Executiva</b> | M. <sup>a</sup> Viviane Carvalho Mocellin                          |
| <b>Direção de Arte</b>   | M. <sup>a</sup> Bruna Bejarano                                     |
| <b>Diagramação</b>       | Elisangela Abreu                                                   |
| <b>Organizador</b>       | Prof. Dr. Xosé Somoza Medina                                       |
| <b>Imagem da Capa</b>    | peacestock/123RF                                                   |
| <b>Bibliotecário</b>     | Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422                               |

#### Conselho Editorial

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ada Esther Portero Ricol, *Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría”*, Cuba  
Prof. Dr. Adalberto de Paula Paranhos, Universidade Federal de Uberlândia, Brasil  
Prof. Dr. Agustín Olmos Cruz, *Universidad Autónoma del Estado de México*, México  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Amanda Ramalho de Freitas Brito, Universidade Federal da Paraíba, Brasil  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ana Clara Monteverde, *Universidad de Buenos Aires*, Argentina  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ana Júlia Viamonte, Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Portugal  
Prof. Dr. Ángel Mujica Sánchez, *Universidad Nacional del Altiplano*, Peru  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Angela Ester Mallmann Centenaro, Universidade do Estado de Mato Grosso, Brasil  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Begoña Blandón González, *Universidad de Sevilla*, Espanha  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Carmen Pimentel, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Catarina Castro, Universidade Nova de Lisboa, Portugal  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cirila Cervera Delgado, *Universidad de Guanajuato*, México  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cláudia Neves, Universidade Aberta de Portugal  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cláudia Padovesi Fonseca, Universidade de Brasília-DF, Brasil  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos, Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil  
Dr. Cristo Ernesto Yáñez León – New Jersey Institute of Technology, Newark, NJ, Estados Unidos  
Prof. Dr. David García-Martul, *Universidad Rey Juan Carlos de Madrid*, Espanha



Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Deuzimar Costa Serra, Universidade Estadual do Maranhão, Brasil

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Dina Maria Martins Ferreira, Universidade Estadual do Ceará, Brasil

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Edith Luévano-Hipólito, *Universidad Autónoma de Nuevo León*, México

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Eduarda Maria Rocha Teles de Castro Coelho, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal

Prof. Dr. Eduardo Eugênio Spers, Universidade de São Paulo (USP), Brasil

Prof. Dr. Eloi Martins Senhoras, Universidade Federal de Roraima, Brasil

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Elvira Laura Hernández Carballido, *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*, México

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Emilias Darlene Carmen Lebus, *Universidad Nacional del Nordeste*, Argentina

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Erla Mariela Morales Morgado, *Universidad de Salamanca*, Espanha

Prof. Dr. Ernesto Cristina, *Universidad de la República*, Uruguay

Prof. Dr. Ernesto Ramírez-Briones, *Universidad de Guadalajara*, México

Prof. Dr. Fernando Hitt, *Université du Québec à Montréal*, Canadá

Prof. Dr. Gabriel Díaz Cobos, *Universitat de Barcelona*, Espanha

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Gabriela Gonçalves, Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Portugal

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Galina Gumovskaya – Higher School of Economics, Moscow, Russia

Prof. Dr. Geoffroy Roger Pointer Malpass, Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Brasil

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Gladys Esther Leoz, *Universidad Nacional de San Luis*, Argentina

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Glória Beatriz Álvarez, *Universidad de Buenos Aires*, Argentina

Prof. Dr. Gonçalo Poeta Fernandes, Instituto Politécnico da Guarda, Portugal

Prof. Dr. Gustavo Adolfo Juarez, *Universidad Nacional de Catamarca*, Argentina

Prof. Dr. Guillermo Julián González-Pérez, *Universidad de Guadalajara*, México

Prof. Dr. Håkan Karlsson, *University of Gothenburg*, Suécia

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Iara Lúcia Tescarollo Dias, Universidade São Francisco, Brasil

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Isabel del Rosario Chiyon Carrasco, *Universidad de Piura*, Peru

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Isabel Yohena, *Universidad de Buenos Aires*, Argentina

Prof. Dr. Ivan Amaro, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil

Prof. Dr. Iván Ramon Sánchez Soto, *Universidad del Bío-Bío*, Chile

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ivânia Maria Carneiro Vieira, Universidade Federal do Amazonas, Brasil

Prof. Me. Javier Antonio Albornoz, *University of Miami and Miami Dade College*, Estados Unidos

Prof. Dr. Jesús Montero Martínez, *Universidad de Castilla - La Mancha*, Espanha

Prof. Dr. João Manuel Pereira Ramalho Serrano, Universidade de Évora, Portugal

Prof. Dr. Joaquim Júlio Almeida Júnior, UniFIMES - Centro Universitário de Mineiros, Brasil

Prof. Dr. Jorge Ernesto Bartolucci, *Universidad Nacional Autónoma de México*, México

Prof. Dr. José Cortez Godínez, Universidad Autónoma de Baja California, México

Prof. Dr. Juan Carlos Cancino Díaz, Instituto Politécnico Nacional, México

Prof. Dr. Juan Carlos Mosquera Feijoo, *Universidad Politécnica de Madrid*, Espanha

Prof. Dr. Juan Diego Parra Valencia, *Instituto Tecnológico Metropolitano de Medellín*, Colômbia

Prof. Dr. Juan Manuel Sánchez-Yáñez, *Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo*, México

Prof. Dr. Juan Porras Pulido, *Universidad Nacional Autónoma de México*, México

Prof. Dr. Júlio César Ribeiro, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil



Prof. Dr. Leinig Antonio Perazolli, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Brasil  
 Prof.ª Dr.ª Livia do Carmo, Universidade Federal de Goiás, Brasil  
 Prof.ª Dr.ª Luciane Spanhol Bordignon, Universidade de Passo Fundo, Brasil  
 Prof. Dr. Luis Fernando González Beltrán, *Universidad Nacional Autónoma de México*, México  
 Prof. Dr. Luis Vicente Amador Muñoz, *Universidad Pablo de Olavide*, Espanha  
 Prof.ª Dr.ª Macarena Esteban Ibáñez, *Universidad Pablo de Olavide*, Espanha  
 Prof. Dr. Manuel Ramiro Rodriguez, *Universidad Santiago de Compostela*, Espanha  
 Prof. Dr. Manuel Simões, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal  
 Prof.ª Dr.ª Márcia de Souza Luz Freitas, Universidade Federal de Itajubá, Brasil  
 Prof. Dr. Marcos Vinicius Meiado, Universidade Federal de Sergipe, Brasil  
 Prof.ª Dr.ª Mar Garrido Román, *Universidad de Granada*, Espanha  
 Prof.ª Dr.ª Margarida Márcia Fernandes Lima, Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil  
 Prof.ª Dr.ª María Alejandra Arecco, *Universidad de Buenos Aires*, Argentina  
 Prof.ª Dr.ª Maria Aparecida José de Oliveira, Universidade Federal da Bahia, Brasil  
 Prof.ª Dr.ª Maria Carmen Pastor, *Universitat Jaume I*, Espanha  
 Prof.ª Dr.ª Maria da Luz Vale Dias – Universidade de Coimbra, Portugal  
 Prof.ª Dr.ª Maria do Céu Caetano, Universidade Nova de Lisboa, Portugal  
 Prof.ª Dr.ª Maria do Socorro Saraiva Pinheiro, Universidade Federal do Maranhão, Brasil  
 Prof.ª Dr.ª MªGraça Pereira, Universidade do Minho, Portugal  
 Prof.ª Dr.ª Maria Gracinda Carvalho Teixeira, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil  
 Prof.ª Dr.ª María Guadalupe Vega-López, *Universidad de Guadalajara*, México  
 Prof.ª Dr.ª Maria Lúcia Pato, Instituto Politécnico de Viseu, Portugal  
 Prof.ª Dr.ª Maritza González Moreno, *Universidad Tecnológica de La Habana*, Cuba  
 Prof.ª Dr.ª Mauriceia Silva de Paula Vieira, Universidade Federal de Lavras, Brasil  
 Prof. Dr. Melchor Gómez Pérez, Universidad del Pais Vasco, Espanha  
 Prof.ª Dr.ª Ninfa María Rosas-García, Centro de Biotecnología Genómica-Instituto Politécnico Nacional, México  
 Prof.ª Dr.ª Odara Horta Boscolo, Universidade Federal Fluminense, Brasil  
 Prof. Dr. Osbaldo Turpo-Gebera, *Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa*, Peru  
 Prof.ª Dr.ª Patrícia Vasconcelos Almeida, Universidade Federal de Lavras, Brasil  
 Prof.ª Dr.ª Paula Arcoverde Cavalcanti, Universidade do Estado da Bahia, Brasil  
 Prof. Dr. Rodrigo Marques de Almeida Guerra, Universidade Federal do Pará, Brasil  
 Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares, Universidade Federal do Piauí, Brasil  
 Prof. Dr. Sergio Bitencourt Araújo Barros, Universidade Federal do Piauí, Brasil  
 Prof. Dr. Sérgio Luiz do Amaral Moretti, Universidade Federal de Uberlândia, Brasil  
 Prof.ª Dr.ª Silvia Inés del Valle Navarro, *Universidad Nacional de Catamarca*, Argentina  
 Prof.ª Dr.ª Solange Kazumi Sakata, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN)- USP, Brasil  
 Prof.ª Dr.ª Stanislava Kashtanova, *Saint Petersburg State University*, Russia  
 Prof.ª Dr.ª Susana Álvarez Otero – Universidad de Oviedo, Espanha  
 Prof.ª Dr.ª Teresa Cardoso, Universidade Aberta de Portugal  
 Prof.ª Dr.ª Teresa Monteiro Seixas, Universidade do Porto, Portugal

Prof. Dr. Valter Machado da Fonseca, Universidade Federal de Viçosa, Brasil

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Vanessa Bordin Viera, Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Vera Lúcia Vasilévski dos Santos Araújo, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil

Prof. Dr. Wilson Noé Garcés Aguilar, *Corporación Universitaria Autónoma del Cauca*, Colômbia

Prof. Dr. Xosé Somoza Medina, *Universidad de León*, Espanha

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

C569 Ciência e Tecnologia para o Desenvolvimento Ambiental,  
Cultural e Socioeconômico IX [livro eletrônico] /  
Organizador Xosé Somoza Medina. – 1. ed. – Curitiba,  
PR: Editora Artemis, 2026.  
il. color.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Edição bilíngue.

Inclui bibliografia.

ISBN 978-65-82858-30-7

DOI 10.37572/EdArt\_280926307

1. Ciência e tecnologia. 2. Meio ambiente. 3.

Desenvolvimento sustentável. I. Somoza Medina, Xosé.

CDD 600

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**



## PRÓLOGO

Un nuevo volumen de la serie ***Ciência e Tecnologia para o Desenvolvimento Ambiental, Cultural e Socioeconômico***, el noveno ya, nos permite volver a reflexionar sobre los avances científico-tecnológicos y la transferencia de conocimientos a la sociedad. La ciencia y la tecnología ocupan hoy un lugar central en la comprensión y transformación de los distintos ámbitos de la vida contemporánea, pero tan importante es el avance en sí como la creciente posibilidad de difusión de esas innovaciones. El desarrollo actual no se limita a la creación de nuevos dispositivos, procesos o sistemas, sino que se manifiesta también en la capacidad de analizar problemas complejos, optimizar recursos, generar soluciones sostenibles, fortalecer la formación científica y ampliar las formas de interacción entre conocimiento, sociedad y desarrollo. Este libro es un buen ejemplo de esto último.

El presente volumen, ***Ciência e Tecnologia para o Desenvolvimento Ambiental, Cultural e Socioeconômico IX***, reúne investigaciones que reflejan esta diversidad de aplicaciones a la sociedad de diferentes avances científicos y técnicos. Los capítulos aquí presentados abordan problemas y aplicaciones diversas, pero comparten una misma orientación: la búsqueda de respuestas actuales a situaciones problemáticas fundamentadas desde la ingeniería, la innovación tecnológica, la ciencia de materiales, la energía, el ambiente, la inteligencia artificial, la formación científico-tecnológica, o la comunicación de la ciencia.

La obra se organiza en tres grandes ejes temáticos.

El primero, ***“Ingeniería, Metodologías y Procesos Tecnológicos”***, reúne seis trabajos vinculados con modelado dinámico, robótica, diagnóstico técnico mediante vibraciones, procesos de corte y manufactura, mejora de la productividad industrial, estudio de materiales y biopolímeros y metodología de investigación en ingeniería. Estos capítulos evidencian el papel de la tecnología en la modelización, experimentación y optimización de procesos y la importancia de los avances metodológicos en el desarrollo de soluciones aplicadas a contextos industriales y científicos.

El segundo eje, ***“Energía y Sostenibilidad”***, integra cinco investigaciones relacionadas con la generación de energía mediante microturbinas hidráulicas, el aprovechamiento de la energía de las mareas, la exposición a contaminantes derivados del uso de biomasa como fuente de energía, la importancia de las plantas medicinales en la dieta y en la cultura tradicional y los nuevos enfoques de la comunicación pública sobre energía nuclear. En conjunto, estos estudios muestran cómo la energía, cualquier tipo de energía, es un ámbito del conocimiento científico y técnico de importancia clave en

nuestra sociedad actual. La energía importa, más que nunca, y la ciencia y la tecnología pueden contribuir tanto al aprovechamiento responsable de los recursos naturales como a la comprensión de sus impactos ambientales y sociales.

El tercer eje, **“Formación y Comunicación en la era de la Inteligencia Artificial”**, amplía el campo de análisis hacia otro ámbito de total actualidad científica y tecnológica, la Inteligencia Artificial. Los seis trabajos reunidos en esta sección examinan el rendimiento académico a través de análisis estadísticos avanzados, el uso de podcasts como herramientas de desarrollo socioemocional docente, la aplicación de la inteligencia artificial en la gestión pública, las dificultades en el aprendizaje por la falta de pensamiento lógico-matemático en una muestra de estudiantes de ingeniería de sistemas computacionales, un modelo de análisis multivariante para evaluar el proceso de aprendizaje y el uso de mundos virtuales para mejorar las capacidades del profesorado. Este conjunto de contribuciones permite observar cómo las tecnologías digitales y la Inteligencia Artificial no solo modifican procedimientos técnicos, sino también las formas de enseñar, aprender y construir significado en el mundo académico.

La diversidad de enfoques presente en esta obra constituye uno de sus principales aportes. Lejos de entender la ciencia y la tecnología como campos aislados, los trabajos aquí reunidos muestran su carácter transversal y su capacidad para dialogar con cuestiones ambientales, educativas, sociales, productivas y culturales.

Esperamos que este volumen contribuya al intercambio de conocimientos, al fortalecimiento de nuevas investigaciones y a la difusión de experiencias y propuestas capaces de ampliar las posibilidades de desarrollo científico y tecnológico en diferentes contextos.

**Xosé Somoza Medina**

Universidad de León, España

SUMÁRIO

ENGENHARIA, METODOLOGIAS E PROCESSOS TECNOLÓGICOS

**CAPÍTULO 1..... 1**

ANÁLISIS DEL MODELO DINÁMICO DE UN MANIPULADOR ROBÓTICO INDUSTRIAL EN REFERENCIA AL DISEÑO DE SU SISTEMA DE CONTROL

Alejandro Armando Hossian

Roberto Carabajal

Carolina Hirschfeldt

Emanuel Maximiliano Alveal

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_2809263071](https://doi.org/10.37572/EdArt_2809263071)

**CAPÍTULO 2..... 16**

APPLICATION OF VIBRATION EFFECTS IN TECHNICAL DIAGNOSTICS AND IDENTIFICATION

Vitalijs Beresnevics

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_2809263072](https://doi.org/10.37572/EdArt_2809263072)

**CAPÍTULO 3.....32**

CORTE POR CIZALLAMIENTO DE UNA SILUETA CIRCULAR BAJO CONDICIONES DE MÍNIMO Y MÁXIMO MATERIAL

Pedro de Jesús García Zugasti

Enrique Alejandro Vázquez Hernández

José de Jesús Navarro Delgado

Yolanda Rodríguez Corpus

Juan Compeán Rodríguez

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_2809263073](https://doi.org/10.37572/EdArt_2809263073)

**CAPÍTULO 4..... 46**

IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGÍA ERIM PARA INCREMENTO DE PRODUCCIÓN EN ÁREA DE ACABADO DE ROTORES

Enrique Alejandro Vázquez Hernández

Pedro de Jesús García Zugasti

Juan Gabriel Sandoval Granja

Gerardo García Liñán

Luis Antonio Renovato Rivera

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_2809263074](https://doi.org/10.37572/EdArt_2809263074)

**CAPÍTULO 5..... 58**

ROLE OF THE INTERACTION AMYLOSE-NANOCELLULOSE ON THE RHEOLOGICAL PROPERTIES AND MOISTURE SORPTION OF MAIZE STARCH

Ignacia González

Makarena Jiménez

Paulo Díaz-Calderón

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_2809263075](https://doi.org/10.37572/EdArt_2809263075)

**CAPÍTULO 6..... 72**

CONSTRUCCIÓN DEL MARCO TEÓRICO EN PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA: REVISIÓN NARRATIVA Y ORIENTACIONES DIDÁCTICAS PARA ESTUDIANTES DE LICENCIATURA

Javier Montoya Ponce

Bertha Ivonne Sánchez Luján

María Teresa Martínez Acosta

María Guadalupe Amado Moreno

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_2809263076](https://doi.org/10.37572/EdArt_2809263076)

**ENERGIA E SUSTENTABILIDADE**

**CAPÍTULO 7..... 98**

GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE MICROTURBINAS HIDRÁULICAS

Nelson Ramiro Gutiérrez Suquillo

Luis Miguel Sánchez Muyulema

Jonnathan Ismael Chamba Cruz

Guillermo Raúl Tumalli Naranjo

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_2809263077](https://doi.org/10.37572/EdArt_2809263077)

**CAPÍTULO 8..... 114**

ENERGÍA DE LAS MAREAS, AGUA Y AIRE

Antonio Rabina Merelas

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_2809263078](https://doi.org/10.37572/EdArt_2809263078)

**CAPÍTULO 9.....128**

EXPOSICIÓN A HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS POR EL USO DE LEÑA EN LA COMUNIDAD LA MARCELA, MIQUIHUANA, TAMAULIPAS

Lorenzo Heyer Rodríguez

Valeria Navarro López

Bárbara Azucena Hernández Macías

Elizabeth del Carmen Andrade Limas

Jacinto Treviño Carreón

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_2809263079](https://doi.org/10.37572/EdArt_2809263079)

**CAPÍTULO 10..... 148**

TALLER SOBRE FARMACIA Y COCINA VIVIENTE EN LA RESERVA DE LA BIÓSFERA SIERRA DE HUAUTLA

Amanda Ortiz Sánchez

Angélica María Alemán Octaviano

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_28092630710](https://doi.org/10.37572/EdArt_28092630710)

**CAPÍTULO 11.....159**

BEYOND PUBLIC ACCEPTANCE: REFRAMING NUCLEAR ENERGY COMMUNICATION IN INDONESIA

Muhammad Yunus Zulkifli

Yunita Permatasari

Atika Ratna Sari

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_28092630711](https://doi.org/10.37572/EdArt_28092630711)

**FORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA ERA DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL**

**CAPÍTULO 12 .....171**

ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO ACADÉMICO MEDIANTE TÉCNICAS ESTADÍSTICAS MULTIVARIANTES: UN ENFOQUE REPRODUCIBLE CON RMARKDOWN

Alberto Hananel Baigorria

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_28092630712](https://doi.org/10.37572/EdArt_28092630712)

**CAPÍTULO 13..... 194**

EL PODCAST EDUCATIVO COMO DISPOSITIVO DE AUDIO-MEDIACIÓN PARA EL DESARROLLO SOCIOEMOCIONAL DOCENTE: ARQUITECTURA, MODELO ECOS Y CONSIDERACIONES ÉTICAS PARA EL DISEÑO DE APPS DE PODCAST SEL

Paula Correa-Gutiérrez

Fabiola Sáez-Delgado

Pilar Jara-Coatt

Natalia Zañartu-Canihuante

Felipe Albarrán-Torres

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_28092630713](https://doi.org/10.37572/EdArt_28092630713)

**CAPÍTULO 14..... 217**

INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN LA GESTIÓN PÚBLICA: INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y CALIDAD DEL SERVICIO AL CIUDADANO

José Ángel Meneses Jiménez

Manuel Rocha Gonzales

Raul Hernando Aguado Apolaya

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_28092630714](https://doi.org/10.37572/EdArt_28092630714)

**CAPÍTULO 15..... 230**

DIFICULTADES EN LA RESOLUCIÓN DE EJERCICIOS Y HABILIDADES MATEMÁTICAS DE ESTUDIANTES EN LA MATERIA DE LENGUAJES Y AUTÓMATAS I

María Eugenia Carreón Romero

Emmanuel Vázquez Benito

Roberto Carlos Carreón Romero

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_28092630715](https://doi.org/10.37572/EdArt_28092630715)

**CAPÍTULO 16..... 243**

ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RENDIMIENTO ACADÉMICO MEDIANTE R: UN ENFOQUE PRÁCTICO Y REPRODUCIBLE

Alberto Hananel Baigorria

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_28092630716](https://doi.org/10.37572/EdArt_28092630716)

**CAPÍTULO 17 .....268**

COMPUTACIÓN AFECTIVA Y DISEÑO TECNOPEDAGÓGICO DE SISTEMAS DE MUNDO VIRTUAL PARA EL ENTRENAMIENTO SOCIOEMOCIONAL DOCENTE: REQUERIMIENTOS, COMPONENTES, PARÁMETROS DE INMERSIÓN Y EL MODELO SEED DE DESARROLLO PSICOEMOCIONAL SIMULADO

Fabiola Sáez-Delgado

Pilar Jara-Coatt

Javier Mella-Norambuena

Paulo César Coronado-Sánchez

Paula Correa-Gutiérrez

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_28092630717](https://doi.org/10.37572/EdArt_28092630717)

**SOBRE O ORGANIZADOR.....295**

**ÍNDICE REMISSIVO .....296**

## CAPÍTULO 3

### CORTE POR CIZALLAMIENTO DE UNA SILUETA CIRCULAR BAJO CONDICIONES DE MÍNIMO Y MÁXIMO MATERIAL<sup>1</sup>

Data de submissão: 24/08/2026

Data de aceite: 10/09/2026

**Pedro de Jesús García Zugasti**

Tecnológico Nacional de México  
Instituto Tecnológico de San Luis Potosí  
Departamento de Metal Mecánica  
Soledad de Graciano Sánchez  
San Luis Potosí, México  
<https://orcid.org/0000-0001-8232-0080>

**Enrique Alejandro Vázquez Hernández**

Tecnológico Nacional de México  
Instituto Tecnológico de San Luis Potosí  
Departamento de Metal Mecánica  
Soledad de Graciano Sánchez  
San Luis Potosí, México  
<https://orcid.org/0000-0002-5778-2395>

**José de Jesús Navarro Delgado**

Tecnológico Nacional de México  
Instituto Tecnológico de San Luis Potosí  
Departamento de Metal Mecánica  
Soledad de Graciano Sánchez  
San Luis Potosí, México  
<https://orcid.org/0009-0005-8179-6307>

**Yolanda Rodríguez Corpus**

Tecnológico Nacional de México  
Instituto Tecnológico de San Luis Potosí  
Departamento de Ciencias Básicas  
Soledad de Graciano Sánchez  
San Luis Potosí, México  
<https://orcid.org/0009-0004-9225-9630>

**Juan Compeán Rodríguez**

Tecnológico Nacional de México  
Instituto Tecnológico de San Luis Potosí  
Departamento de Ciencias Básicas  
Soledad de Graciano Sánchez  
San Luis Potosí, México  
<https://orcid.org/0009-0003-7394-8935>

**RESUMEN:** En este estudio sobre la operación de corte con punzón de una silueta de forma circular, utilizando un ángulo de cizallamiento en la matriz de la herramienta para reducir la fuerza de corte, se proponen dos ecuaciones que contemplan dos condiciones dimensionales particulares: a) La condición de mínimo espesor de material a ser cizallado; es decir, cuando el espesor del material a cortar no rebasa o es menor al cateto vertical del ángulo de cizallamiento y b) Condición de máximo espesor de material a ser cizallado; es decir, cuando el espesor del material a cortar rebasa o es mayor que el cateto vertical del ángulo de cizallamiento.

**PALABRAS CLAVE:** cizallamiento; silueta; fuerza de corte.

#### CUTTING OPERATION OF A CIRCULAR SHEET METAL BLANK UNDER MINIMUM AND MAXIMUM MATERIAL CONDITIONS

**ABSTRACT:** In this study on the punch cutting operation of a circular sheet metal blank, using a tooling cut with a die shear angle to reduce

<sup>1</sup> Artículo derivado del trabajo de tesis de maestría en Ingeniería Mecánica.

the cutting force, two equations are proposed that contemplate two particular dimensional conditions: a) The condition of minimum thickness of material to be sheared; that is, when the thickness of the material to be cut does not exceed or is less than the side opposite to the shearing angle and b) Condition of maximum thickness of the material to be sheared; that is, when the thickness of the material to be cut exceeds or is greater than the side opposite to the shear angle.

**KEYWORDS:** punching; blank; cutting force.

## 1. INTRODUCCIÓN

El proceso de producción de corte con punzón de discos (Bawa, 2007, p. 386) ha sido estudiado poniendo énfasis en variables, como el ángulo de cizallamiento, porque reduce la fuerza de corte para dicha operación y esto es porque los materiales a procesar cada vez mejoran en características como sus propiedades mecánicas que los hacen más durables, pero también más resistentes para procesar. Se han realizado estudios para encontrar cuánto se reduce la fuerza de corte conforme el ángulo de cizallamiento es aumentado, por ejemplo, el experimento que más se asemeja a las condiciones del presente estudio (Kutuniva et al., 2012, pp. 1359-1364), consiste en hacer cortes de figuras circulares utilizando matrices de corte con ángulo de cizallamiento, con la diferencia de que el punzón en vez de terminar en punta, este terminaba en una cara plana de 1 mm con el propósito de reforzar el punzón. En otro estudio (Gürün et al., 2016, pp. 19-28) se experimentó con 5 diferentes ángulos de cizallamiento en el punzón y propusieron un modelo de lógica difusa que “calcula” la reducción en fuerza de corte a determinado ángulo de cizallamiento, sin concluir claramente el porqué de dicha reducción de fuerza, en un trabajo similar (Karjalainen et al., 2007, pp. 209-216) se experimentó con punzones cuya cara de corte estaba fabricada con forma senoidal y propusieron un modelo analítico que consistía en considerar que la fuerza de corte se asumiera “proporcional al área de cizallamiento.”, aunque sí plantearon un “modelo analítico” el fenómeno que estudiaron es de consideraciones geométricas diferentes a las de éste estudio y de costo elevado en comparación con la geometría comúnmente utilizada.

El presente trabajo está basado en una propuesta para determinar la “ecuación de fuerza de corte con un ángulo de cizallamiento para una figura circular” (De Jesús Navarro, 2015), mediante la manipulación de los cuerpos tridimensionales de la geometría involucrada en el proceso (ver figura 1), empleando un modelo en el cual el ángulo de cizallamiento divide la cara de corte en dos secciones, siendo el área mayor la que se emplea para contabilizar la fuerza de cizallamiento (ver figura 2). En el modelo matemático utilizado se incluyeron las variables de la geometría y del proceso (ver figura 3) para deducir la expresión fuerza de corte siguiente:

$$V = \tau \cdot [(2 \cdot \pi \cdot r \cdot e) - (4 \cdot r^2 \cdot \tan \alpha)] \quad (1)$$

Donde el ángulo de cizallamiento de la herramienta es (ver figura 3):

$$\alpha = \arctan \frac{e}{b} \quad (2)$$

Los parámetros que intervienen en las ecuaciones 1 y 2 son:

$\tau$  = esfuerzo cortante promedio en la sección, para todo punto localizado en la sección.

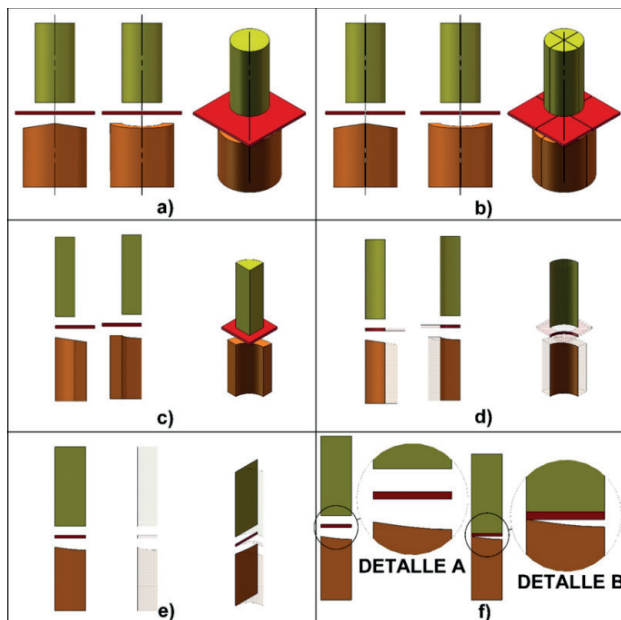
$r$  = diámetro de la figura de corte dividido a la mitad.

$e$  = espesor del material a cortar.

$\alpha$  = ángulo de cizallamiento.

$b$  = La cuarta parte del perímetro de la figura circular =  $\frac{\pi \cdot r}{2}$

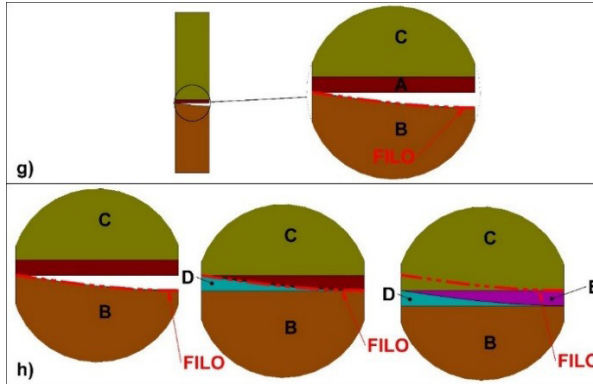
Figura 1. Proceso de corte con punzón y matriz incluyendo los cuerpos tridimensionales de la geometría involucrada en el proceso. De arriba a abajo y de izquierda a derecha en cada recuadro: a) Vista frontal, lateral e isométrica de la geometría de estudio, b) Seccionamiento de la geometría de estudio en 4 partes iguales, c) Eliminación de 3 partes de cada pieza, d) Señalización de las áreas tridimensionales que intervienen en el fenómeno del cizallamiento, e) Desdobles a dos dimensiones de las áreas que intervienen en el fenómeno y f) DETALLE A: áreas antes de interactuar, DETALLE B: áreas en contacto para interactuar.



En este estudio acerca del cizallamiento de una figura circular se incorporan dos nuevas condiciones de operación: a) mínimo y b) máximo espesor de material ( $e$ ) respecto del cateto vertical ( $h$ ) del ángulo de cizallamiento ( $\alpha$ ) como se muestra en la figura 4, con el propósito de desarrollar una ecuación de cizallamiento que pueda emplearse cuando

la matriz tenga un ángulo de cizallamiento para el máximo y mínimo espesor de material a cortar mediante el desenvolvimiento de la geometría tridimensional implicada a un plano bidimensional que permitirá identificar el área de mayor tamaño que podría ser utilizada.

Figura 2. Parte g) Localización de áreas A, B y C y filo de cara B y parte h) Modelo para calcular la fuerza de corte considerando que el ángulo de cizallamiento divide la cara de corte en dos secciones, de las cuales, el área más grande (área E) es la que se toma en cuenta para calcular la fuerza de cizallamiento (de izquierda a derecha, interacción de áreas en el cizallamiento).



## 2. ESFUERZO Y FUERZA NECESARIA PARA LA OPERACIÓN DE CIZALLADO

La ecuación para calcular el esfuerzo cortante promedio (Saanouni et al., 2010, pp. 535-550) en la sección de corte (sección a cizallar) conociendo la fuerza de corte  $V$  y el área a cizallar  $A$  es la siguiente:

$$\tau = \frac{V}{A} \quad (3)$$

Si se requiere calcular la fuerza de corte, en este caso denotándola como  $F$ , necesaria para realizar la operación de cizallado (Saanouni et al., 2010, pp. 535-550) se emplea la expresión:

$$F = \frac{t^2 \cdot K_s}{2 \cdot \tan \alpha} \quad (4)$$

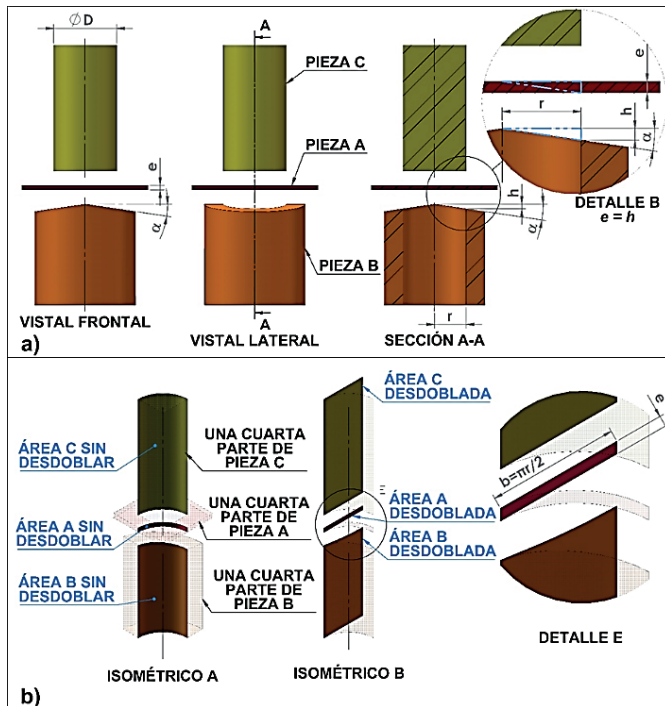
Donde  $K_s$  es la resistencia al corte del material cizallado,  $t$  el espesor de la lámina y el ángulo de cizallamiento  $\alpha$  es obtenido con la ecuación 2 (ver figura 4).

### 2.1. ÁREA TOTAL “CONTABILIZADA” PARA EL CÁLCULO DE FUERZA DE CORTE CUANDO $\alpha > \arctan \frac{t}{b}$ .

Para contabilizar la totalidad del área en cizallamiento, se emplea el concepto de resistencia en la sección a cortar y carga necesaria para vencer esta resistencia

cuando  $\alpha > \arctan \frac{t}{b}$ , como se estableció en (Saouni et al., 2010, pp. 535-550), a partir de un modelo de resistencia de materiales para calcular la fuerza de corte tomando en cuenta que el ángulo de cizallamiento divide la cara de corte en dos secciones, de las cuales, el área más grande es la que se “contabiliza” para calcular la fuerza de cizallamiento (ver figura 2).

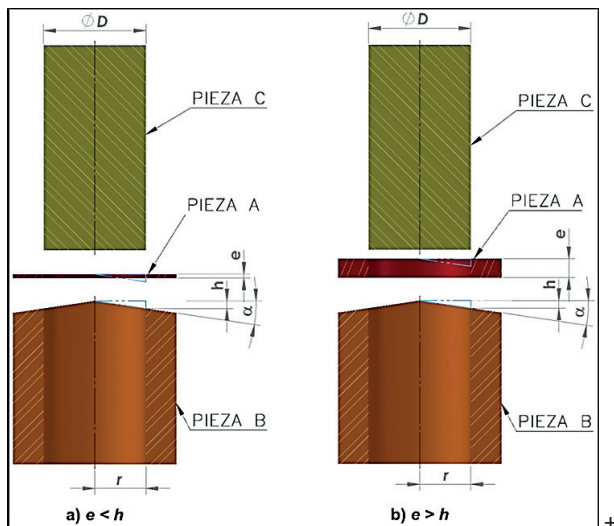
Figura 3. a) Vistas frontal, lateral, sección A-A y detalle B de las piezas junto con las variables que intervienen en la ecuación ( $e$ ,  $r$ ,  $h$  y  $\alpha$ ), nótese que se trazó un triángulo rectángulo de lados  $r$  y  $h$  tanto en el dado matriz (PIEZA B) como en la pieza a cortar (PIEZA A) para mostrar que el cateto  $h$  y  $e$  se trataron como iguales para el estudio en cuestión y b) Isométrico A: una cuarta parte de cada pieza y áreas sin desdoblar, Isométrico B: áreas desdoblad



### 3. MÉTODO

El desarrollo de las expresiones derivadas de cada caso enunciado consiste en simplificar la geometría tridimensional y luego hacer la deducción de la fuerza necesaria para lograr el cizallado, esto para dos condiciones geométricas (ver figura 4).

Figura 4. Operación de corte a) Condición de mínimo espesor de material a cortar, b) Condición de máximo espesor de material a cortar. En ambos casos se muestra el triángulo rectángulo (color azul) formado por el cateto horizontal  $r$  y el cateto vertical  $h$  cuyos lados forman el ángulo de afilamiento  $\alpha$  en el dado matriz (PIEZA B), puede observarse también la dimensión del cateto vertical  $h$  respecto al espesor del material a cortar  $e$  (PIEZA A).



Caso 1: máximo material, es decir, cuando el espesor de material a cortar  $e$  es mayor a  $h$ :

$$e > h \quad (5)$$

Caso 2: mínimo material, es decir, cuando el espesor del material a cortar  $e$  es menor a  $h$ :

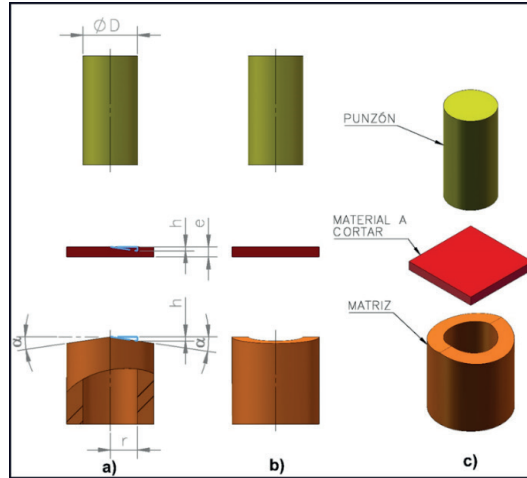
$$e < h \quad (6)$$

### 3.1. CASO 1. CONDICIÓN DE MÁXIMO ESPESOR DE MATERIAL CORTAR: CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA HERRAMIENTA $e > h$ .

De la figura 4, se extrae la parte b) correspondiente al caso de estudio y en la figura 5 se presenta la vista frontal, lateral e isométrica, las características geométricas de esta condición son:

- El material por cortar es plano (ver figura 5)
- La zona de corte tiene perfil circular, es decir, la matriz tiene hueco cilíndrico y el punzón es un cilindro sólido (ver figura 5c)
- La matriz de corte tiene ángulo de cizallamiento  $\alpha$  (ver figura 5)
- El espesor de material a cortar es mayor comparado con el cateto vertical  $h$  del triángulo rectángulo del cual forman parte los lados  $r$ ,  $h$  y el ángulo  $\alpha$ .

Figura 5. CONDICIÓN DE MÁXIMO ESPESOR DE MATERIAL A CORTAR. Características geométricas de la herramienta  $e > h$ . Extracción de la parte b) de la figura 4.



En la figura 6 se muestra la misma secuencia de pasos de la figura 5, y el procedimiento para simplificar la geometría involucrada en la operación de corte, que consiste en: particionar la geometría para (aprovechando la simetría), eliminar tres cuartas partes de la geometría (también aprovechando simetría en dos ejes), desplegar la geometría de superficies tridimensionales a bidimensionales y proceder con el análisis de la fuerza de cizallamiento (ver figura 7):

Basado en la figura 6i se procede al cálculo para contabilizar el área mayor que se opone al cizallamiento, observando que la curva desplegada de la matriz no es una línea recta sino una curva, la ecuación que describe esta curva se estableció como:  $u(x) = h \sin \frac{x}{r}$  (Saanouni et al., 2010, pp. 535-550), y el área de la región limitada por la gráfica de  $u(x) = h \sin \frac{x}{r}$  y el eje  $x$  en  $0 \leq x \leq \frac{\pi r}{2}$  (ver figura 7A) es:

$$A = r^2 \tan \alpha \quad (7)$$

Esta área se apoya en los vértices A, B y C como se muestra en la figura 7, a esta área es necesario sumarle el área rectangular por encima de la línea que une los puntos A y C, resultando el área E (ver figura 7B):

$$\text{ÁREA E} = \left( (e - h) \times \frac{\pi r}{2} \right) + (r^2 \tan \alpha) \quad (8)$$

El área E es el área mayor que se opone al cizallamiento durante la operación de corte, es decir la fuerza necesaria para iniciar y sostener el cizallamiento de toda el área a cortar se calcula con esta área.

Sustituyendo la ecuación 8 en la 3 y multiplicando por 4 debido a simplificación de 3 partes de la geometría antes realizada, se obtiene la expresión:

$$V = 4\tau \left( \left( (e - h) \times \frac{\pi r}{2} \right) + (r^2 \tan \alpha) \right) \quad (9)$$

Simplificando se obtiene la fuerza de corte para la condición de máximo material  $e > h$  siguiente:

$$V = \tau \left( (2\pi r(e - h)) + (4r^2 \tan \alpha) \right) \quad (10)$$

### 3.2. CASO 2. CONDICIÓN DE MÍNIMO ESPESOR DE MATERIAL CORTAR: CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA HERRAMIENTA $e < h$ .

De la figura 4, se extrae ahora la parte a) correspondiente al caso a estudiar y se presenta a continuación en vista frontal, lateral e isométrica en la figura 8, las características geométricas de esta condición son:

- El material por cortar es plano (ver figura 8).
- La zona de corte tiene perfil circular, es decir, la matriz tiene hueco cilíndrico y el punzón es un cilindro sólido (ver figura 8c).
- La matriz de corte tiene ángulo de cizallamiento  $\alpha$  (ver figura 8)
- El espesor de material a cortar  $e$  es menor comparado con el cateto vertical  $h$  del triángulo rectángulo del cual forman parte los lados  $r$ ,  $h$  y el ángulo  $\alpha$ .

Figura 6. Características geométricas de la herramienta  $e > h$ . Procedimiento para simplificar la geometría. En la imagen i) las superficies están en contacto para comenzar el cizallamiento.

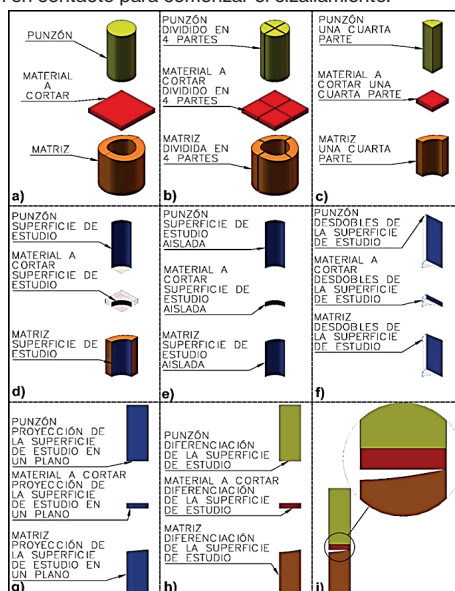
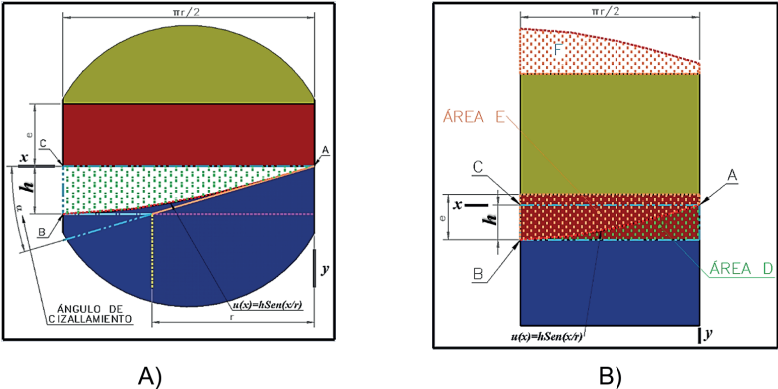


Figura 7. Características geométricas de la herramienta e>h . La figura contiene la ecuación de la curva que proviene del desdoblamiento a dos dimensiones de la cuarta parte de la matriz y la localización de los ejes x y y.



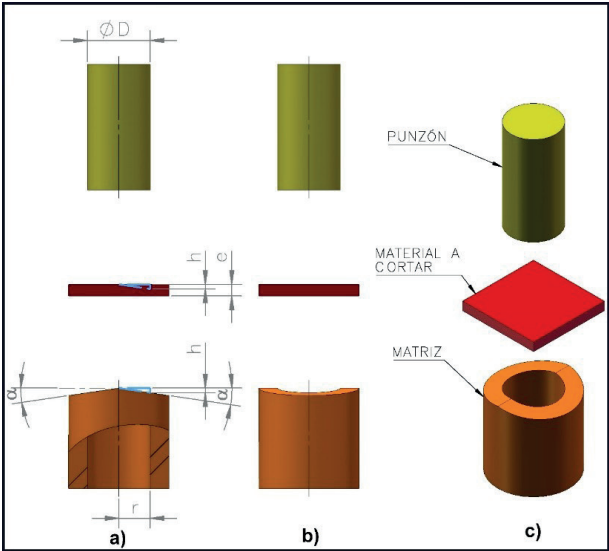
Para el caso 2 el procedimiento para encontrar las ecuaciones para esta condición geométrica es similar al caso 1 antes planteado, además, como la geometría de la matriz no ha cambiado, se tomará como referencia nuevamente la figura 6.

En la figura 9 se ha trazado el perfil de la curva desdoblada de la matriz y las condiciones geométricas establecidas, que permite contabilizar el área mayor que se opone al cizallamiento. Para este caso el área mayor identificada es E (Ver figura 9B).

El área E está limitada por la curva descrita por el perfil desdoblado (ec. 11) y los ejes x y y (Ver figura 9B).

$$u(x) = h \operatorname{sen} \frac{x}{r} \tag{11}$$

Figura 8. CONDICIÓN DE MÍNIMO ESPESOR DE MATERIAL A CORTAR. Características geométricas de la herramienta e<h . Extracción de la parte a) de la figura 4.



Identificado los límites del área E, se procede al cálculo de la integral desde  $x=0$  a  $x=b=\frac{e}{\tan \alpha}$  expresada como:

$$\hat{ÁREA E} = \int_0^{r \sin^{-1}\left(\frac{e}{h}\right)} h \sin\left(\frac{x}{r}\right) dx \quad (12)$$

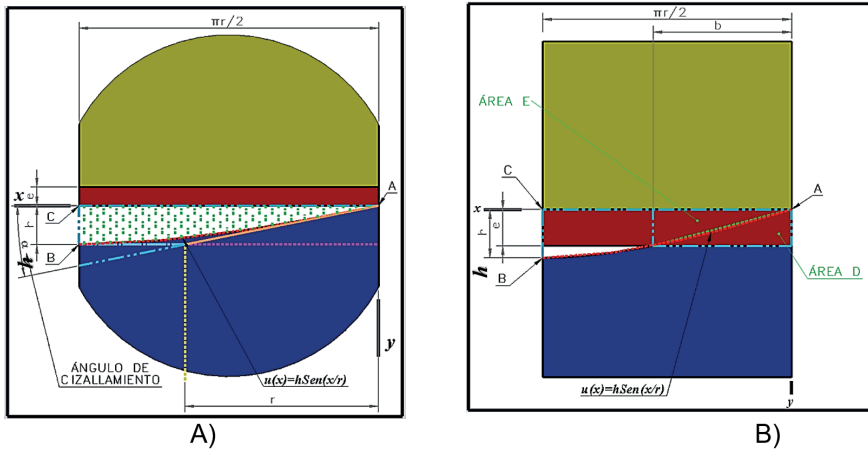
El resultado de la ecuación 12, es el área bajo la curva (ec. 11) la cual es también el área E:

$$\hat{ÁREA E} = h \left[ 1 - \left( \cos \left( \sin^{-1} \left( \frac{e}{h} \right) \right) \right) \right] \quad (13)$$

Sustituyendo en la ecuación 3, y recordando también que se tiene que multiplicar por 4 debido a la simplificación de 3 partes de la geometría original, se obtiene la expresión:

$$V = \tau A = \tau \times 4A = \tau \times 4(\hat{ÁREA E}) = 4\tau h \left[ 1 - \left( \cos \left( \sin^{-1} \left( \frac{e}{h} \right) \right) \right) \right] \quad (14)$$

Figura 9. Características geométricas de la herramienta  $e < h$ . La figura contiene la ecuación de la curva que proviene del desdoblamiento a dos dimensiones de la cuarta parte de la matriz y la localización de los ejes  $x$  y  $y$ . En la parte B) los puntos de intersección de la curva con la sección a cortar generan un rectángulo de lados  $b$  y  $e$ .



Simplificando la ecuación 14 se obtiene la ecuación para calcular la fuerza de corte bajo la condición geométrica de mínimo espesor de material a cortar  $e < h$ :

$$V = 4\tau h \left[ 1 - \left( \cos \left( \sin^{-1} \left( \frac{e}{h} \right) \right) \right) \right] \quad (15)$$

#### 4. VALIDACIÓN Y VERIFICACIÓN DE LAS EXPRESIONES PARA LOS CASOS 1 Y 2, CONSIDERANDO ESTUDIOS REPORTADOS EN LA LITERATURA ESPECIALIZADA

Con la finalidad de verificar y validar el concepto de contabilizar el área de mayor tamaño en oposición a ser cizallada que se propone en este trabajo para el desarrollo de las expresiones de los casos 1 y 2, se encontraron en la literatura especializada otros estudios experimentales que son similares a las condiciones geométricas estudiadas hasta ahora. A continuación, se muestran los resultados de la comparación de los resultados del presente estudio (ámbito del trabajo) con los resultados de un estudio “experimental” seleccionado (Gürün et al., 2016, pp. 19-28).

La geometría del ámbito del trabajo (De Jesús Navarro, 2015) en la que se considera  $e = h$ , se compara con la geometría utilizada en el estudio experimental en la cual se utilizan dos condiciones:  $e < h$  y  $e > h$ . La similitud existente entre ambos trabajos es el ángulo de afilamiento simétrico con respecto al plano A (ver figura 10), mientras que la diferencia es el ángulo de afilamiento aplicado en la matriz (ver figura 10a) con  $e = h$  en el caso del ámbito de trabajo y para el estudio experimental, el ángulo de afilamiento se aplica en el punzón (ver figura 10b) con  $e < h$  y  $e > h$ .

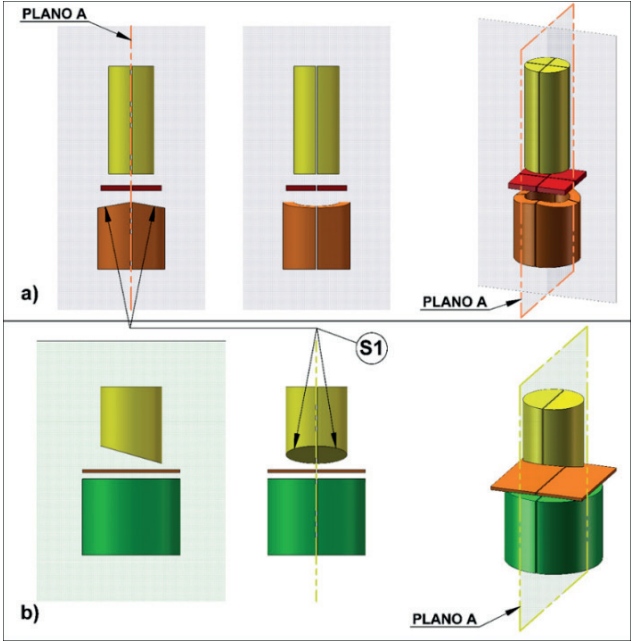
#### 5. RESULTADOS DE CALCULAR LA FUERZA DE CORTE DEL ESTUDIO EXPERIMENTAL APLICANDO EL CONCEPTO DE LA CONTABILIZACIÓN DE LA TOTALIDAD DEL ÁREA MÁS GRANDE EN OPOSICIÓN A SER CIZALLADA

El procedimiento para elaborar la gráfica de la figura 11 y la tabla 2 que se muestra a continuación, consiste en primero obtener los datos de entrada del experimento (ver Tabla 1) y posteriormente se calcula el promedio del esfuerzo cortante con  $\alpha = 0^\circ$ , la forma de calcularlo es utilizando la ecuación 3 con los datos de entrada de la Tabla 1 y también los resultados ya reportados (Gürün et al., 2016, pp. 19-28) de la fuerza de corte experimental con  $\alpha = 0^\circ$ :

El valor de esfuerzo cortante experimental empleando la ecuación 3, es:

$$\tau_{experimental\ con\ \alpha=0^\circ} = \frac{V_{experimental}}{A_{teórica}} = \frac{\sum_{n=1}^n (V_{experimental}/n)}{A_{teórica}} \quad (16)$$

Figura 10. Características geométricas: a) Geometría ámbito del trabajo (Bawa, 2007, p. 386) y b) Geometría del estudio experimental (Karjalainen et al., 2007, pp. 209-216).



En donde:

$\tau_{experimental con \alpha=0^\circ}$  = esfuerzo cortante experimental con  $\alpha=0^\circ$

$V_{experimental}$  = fuerza cortante experimental

$A_{teórica}$  = área de cortante teórica con  $\alpha=0^\circ$

$n$ =número de prueba

Tabla 1. Datos de entrada de estudio experimental (Gürün et al., 2016, pp. 19-28).

| DATOS DE ENTRADA                      |            |                   |
|---------------------------------------|------------|-------------------|
| MATERIAL                              |            | DIN EN 10130-DC01 |
| ESPESOR                               | (e)        | 1.0 mm            |
| DIÁMETRO DE CORTE                     | (Ø)        | 20.0 mm           |
| YIELD STRENGTH (ESFUERZO DE FLUENCIA) | ( $\tau$ ) | 286.0 MPa         |

Con el valor de  $\tau_{experimental con \alpha=0^\circ}$  se calcula el valor de la fuerza cortante teórica (ecuación 17) que después será graficado junto con la fuerza cortante experimental, para cada una de las 32 pruebas realizadas (ver figura 11).

$$V_{teórica con \alpha=0^\circ} = \tau_{experimental con \alpha=0^\circ} \times A_{teórica con \alpha=0^\circ} \quad (17)$$

Cálculo de  $\tau_{experimental}$  con  $\alpha=0^\circ$ :

$$\tau_{experimental\ con\ \alpha=0^\circ} = \frac{(1735.3\ N)}{(\pi * 20mm * 1mm)} = 27.6\ Mpa$$

Cálculo de  $V_{teórica}$  con  $\alpha=0^\circ$ :

$$V_{teórica\ con\ \alpha=0^\circ} = 27.6\ Mpa \times (\pi * 20mm * 1mm) = 1734\ N$$

Graficando  $V_{teórica}$  con  $\alpha=0^\circ$  y  $V_{experimental}$  con  $\alpha=0^\circ$  se obtiene la gráfica de resultados de la figura 11, los resultados muestran que el promedio de todas las diferencias es de 18.8% o expresado en otras palabras, el concepto de calcular la fuerza de corte contabilizando el área de mayor tamaño en oposición a ser cizallada se acerca en promedio en un 81.2% a la obtenida en el experimento, véase Tabla 2.

Figura 11. Gráfica de fuerza de corte teórica vs experimental con  $\alpha=0$ .

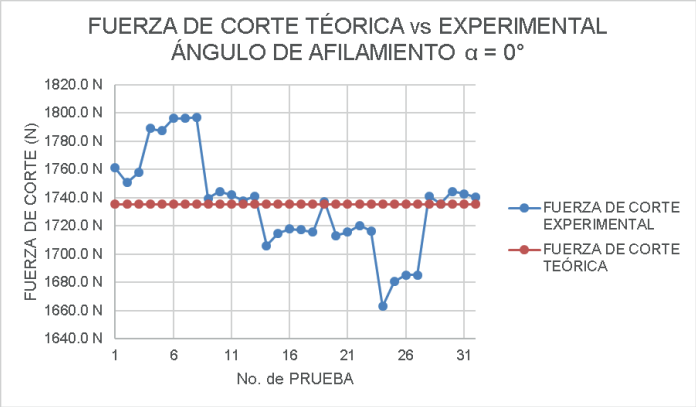


Tabla 2. Diferencia entre fuerza cortante teórica vs experimental con  $\alpha=0$ .

| PRUEBA | ÁNGULO DE CIZALLAMIENTO (°) | FUERZA DE CORTE EXPERIMENTAL PROMEDIO (N) | FUERZA DE CORTE TEÓRICA PROMEDIO (N) | DIFERENCIA (%) |
|--------|-----------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|----------------|
| 1      | 0                           | 1761.0                                    | 1734                                 | 1.5            |
| 2      |                             | 1750.6                                    |                                      | 0.94           |
| 3      |                             | 1757.8                                    |                                      | 1.35           |
| ...    |                             |                                           |                                      |                |
| 32     |                             | 1740.3                                    |                                      | 0.36           |
|        |                             | PROMEDIO: 1735.3                          |                                      | PROMEDIO: 1.47 |

## 6. CONCLUSIONES

La investigación realizada contempló la literatura sin encontrar alguna expresión para el cálculo de la fuerza de cizallado como las ecuaciones 10 y 15 que se proponen en este trabajo

Se mostró que el concepto de calcular la fuerza de cizallamiento contabilizando el área de mayor tamaño en el cizallamiento tiene una aproximación, respecto al estudio experimental considerado, de 81.2%.

Es posible realizar el cálculo de la fuerza de corte de una figura circular para las condiciones geométricas estudiadas, dato que servirá para la toma de decisiones correctas en los siguientes casos: Si el espesor de material a cortar es más grande que el cateto vertical  $h$  del ángulo de cizallamiento (**Condición  $e > h$** ) se conocerá la fuerza necesaria para cizallar la figura circular y se podrá seleccionar el equipo adecuado para la manufactura del corte. Si el espesor de material a cortar es más pequeño que el cateto vertical  $h$  del ángulo de cizallamiento (**Condición  $e < h$** ) se conocerá la fuerza necesaria para cizallar y se podrá decidir si es conveniente realizar el cizallado con ángulo de cizallamiento o no utilizarlo para no elevar el costo de fabricación de la herramienta.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bawa, H. S. (2007). *Procesos de manufactura*. (p. 386). McGraw-Hill, ISBN 9789701061282.

De Jesús Navarro, I., Delgado. (2015). *Determinación de la ecuación de fuerza de corte con ángulo de cizallamiento para una figura circular* [Tesis de maestría]. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de San Luis Potosí.

Gürün, H., Gökteş, M., & Güldaş, A. (2016). Experimental Examination of Effects of Punch Angle and Clearance on Shearing Force and Estimation of Shearing Force Using Fuzzy Logic. *Transactions Of FAMENA*, 40(3), 19-28. <https://doi.org/10.21278/tof.40302>

Karjalainen, J. A., Mäntyjärvi, K., & Juuso, M. (2007). Punching Force Reduction with Wave-Formed Tools. *Key Engineering Materials*, 344, 209-216. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/kem.344.209>

Kutuniva, K., Karjalainen, J. A., & Mäntyjärvi, K. (2012). Effect of Convex Sheared Punch Geometry on Cutting Force of Ultra-High-Strength Steel. *Key Engineering Materials*, 504-506, 1359-1364. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/kem.504-506.1359>

Saanouni, K., Belamri, N., & Autesserre, P. (2010). Finite element simulation of 3D sheet metal guillotining using advanced fully coupled elastoplastic-damage constitutive equations. *Finite Elements In Analysis And Design*, 46(7), 535-550. <https://doi.org/10.1016/j.finel.2010.02.002>

**Xosé Somoza Medina** (1969, Ourense, España) Licenciado con Grado y premio extraordinario en Geografía e Historia por la Universidad de Santiago de Compostela (1994). Doctor en Geografía e Historia por la misma universidad (2001) y premio extraordinario de doctorado por su Tesis “Desarrollo urbano en Ourense 1895-2000”. Profesor Titular en la Universidad de León, donde imparte clases desde 1997. En la Universidad de León fue Director del Departamento de Geografía entre 2004 y 2008 y Director Académico de la Escuela de Turismo entre 2005 y 2008. Entre 2008 y 2009 ejerció como Director del Centro de Innovación y Servicios de la Xunta de Galicia en Ferrol. Entre 2007 y 2009 fue vocal del comité “Monitoring cities of tomorrow” de la Unión Geográfica Internacional. En 2012 fue Director General de Rehabilitación Urbana del Ayuntamiento de Ourense y ha sido vocal del Consejo Rector del Instituto Ourensano de Desarrollo Local entre 2011 y 2015. Ha participado en diversos proyectos y contratos de investigación, en algunos de ellos como investigador principal, con temática relacionada con la planificación urbana, la ordenación del territorio, las nuevas tecnologías de la información geográfica, el turismo o las cuestiones demográficas. Autor de más de 100 publicaciones relacionadas con sus líneas de investigación preferentes: urbanismo, turismo, gobernanza, desarrollo, demografía, globalización y ordenación del territorio. Sus contribuciones científicas más importantes se refieren a la geografía urbana de las ciudades medias, la crisis del medio rural y sus posibilidades de desarrollo, la evolución del turismo cultural como generador de transformaciones territoriales y más recientemente las posibilidades de reindustrialización de Europa ante una nueva etapa posglobalización. Ha participado como docente en masters y cursos de especialización universitaria en Brasil, Bolivia, Colombia, Paraguay y Venezuela y como docente invitado en la convocatoria Erasmus en universidades de Bulgaria (Sofía), Rumanía (Bucarest) y Portugal (Porto, Guimarães, Coimbra, Aveiro y Lisboa). Ha sido evaluador de proyectos de investigación en la Agencia Estatal de Investigación de España y en la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI). Como experto europeo en Geografía ha participado en reuniones de la Comisión Europea en Italia y Bélgica. Impulsor y primer coordinador del proyecto europeo URBACT, “come Ourense”, dentro del Programa de la Unión Europea “Sostenibilidad alimentaria en comunidades urbanas” (2012-2014). Dentro de la experiencia en organización de actividades de I+D+i se pueden destacar la organización de diferentes reuniones científicas desarrolladas dentro de la Asociación de Geógrafos Españoles (en 2002, 2004, 2012 y 2018).

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Agentes conversacionais basados en LLM 269

Agua 59, 98, 101, 103, 104, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 114, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 126, 127

Agua potable 98, 101, 103, 107, 108, 110, 111, 112

Aire 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 134, 136, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144

Aire interior 128, 129, 130, 131, 132, 136, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144

Algoritmo computacional 2, 7, 14

Amylose 58, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 67, 69

Análisis multivariante 171, 191, 243, 258, 267

Analítica multimodal del aprendizaje 268, 269, 270, 272, 281, 288

Arquitectura de software 269, 289

Audio-mediación 194, 195, 196, 197, 198, 203, 208, 213

Autómatas 230, 231, 233, 234, 235, 236, 237, 241

### B

Bacterial cellulose 58, 59, 60, 61, 62, 64, 65, 66, 68, 70, 71

Benzo(a)pireno 128, 129, 136, 143

Bienestar docente 195, 198, 208, 214, 289, 291

Biorretroalimentación 268, 269, 283, 284, 285, 286, 288

### C

Calidad del servicio 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229

Caras de Chernoff 171, 175, 178, 186, 187, 190, 191, 243, 245, 262, 263, 264, 266

Cellulose nanocrystals 58, 59, 60, 61, 62, 64, 65, 66, 68, 71

Cizallamiento 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 44, 45

Competencias socioemocionales docentes 195, 202, 213

Computación afectiva 268, 269, 270, 273, 274, 289

Conocimiento local 148

Contaminación 129, 130

## D

Desarrollo sostenible 98, 113

Dificultades 56, 91, 230, 232, 233, 234, 241, 242

## E

Educación en ingeniería 72, 76, 77, 81, 242

Energía hidroeléctrica 98

Energía maremotriz 114

Energía Renovable 98, 113

Entrenamiento Socioemocional Docente 268, 269, 271, 289

ERIM 46, 47, 48, 50, 51, 52, 55, 56

Escritura académica 72, 74, 76

Estadística aplicada 243

Ética del diseño tecnológico 195

## F

Fiabilidad 46, 47, 50, 55, 114, 217, 220, 222, 223, 225, 226, 227, 228

Fidelidad psicológica 269, 270, 280, 283, 289

Formación investigativa 72, 74, 76, 77, 79, 96

Formulación lagrangiana 2, 4

Frequency analysis 16

Fuerza de corte 32, 33, 35, 36, 39, 41, 42, 44, 45

## G

Gestión pública local 217, 219, 226

## H

Huertos familiares 148, 149, 150, 152, 154, 157

## I

Inteligencia artificial 72, 74, 75, 76, 77, 78, 81, 88, 89, 96, 197, 211, 212, 214, 217, 218, 219, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 271, 272, 288

Inteligencia artificial generativa 72, 74, 76, 77, 89, 96, 272

## K

Knowledge translation 160, 164, 165, 166

## M

Marco teórico 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 87, 88, 89, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 202  
Mareas 114, 115, 116, 117, 118, 122, 123, 126  
Matemáticas 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 240, 241, 242  
Mechanical systems 16  
Media representation 160, 161, 163  
Microturbina 98, 108, 109  
Modelo dinámico 1, 2, 3, 4, 7, 14  
Modelo ECOS 194, 195, 198, 204, 205, 206, 207, 209, 210, 211, 213  
Modelo SEED 268, 269, 270, 284, 285, 286, 289, 290  
Modelo SERVQUAL 217, 220, 222, 224  
Mundo virtual 268, 269, 270, 271, 284, 288, 289

## N

Non-destructive testing 16, 20  
Nuclear energy communication 159, 160, 161, 164, 166, 167, 168, 169

## P

Plantas alimenticias 148, 149, 151  
Plantas medicinales 148, 149, 150, 151, 154, 158  
Podcast educativo 194, 195, 196, 197, 198, 213  
Predictive maintenance 16  
Public meaning 160, 161, 163, 167, 168

## R

Razonamiento estadístico 171, 173, 175, 176  
Realidad virtual inmersiva 269  
Rendimiento académico 171, 178, 180, 243, 257, 259, 261, 266  
Reproducibilidad 171, 172, 173, 174, 175, 176, 188, 190, 191, 243  
Resolución ejercicios 230  
Resonancia 114, 115, 122, 123, 124, 126, 127  
RMarkdown 171, 172, 175, 176, 179, 188, 189, 191

## S

Science communication 160, 162, 163, 167, 168, 169, 170  
Silueta 32, 185

Starch 58, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71

Structural health monitoring 16

## T

TPM 46, 47, 50, 51, 57

Transformación digital 217, 219, 221

## V

Vibration-based identification 16

Vibration diagnostics 16, 18, 20

