

# Ciência e Tecnologia

Para o Desenvolvimento  
Ambiental, Cultural  
e Socioeconômico

Xosé Somoza Medina  
(organizador)

VOL IV

 EDITORA  
ARTEMIS  
2023

# Ciência e Tecnologia

Para o Desenvolvimento  
Ambiental, Cultural  
e Socioeconômico

Xosé Somoza Medina  
(organizador)

VOL IV

 EDITORA  
ARTEMIS  
2023



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  
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.ª Dr.ª Emilas Darlene Carmen Lebus, *Universidad Nacional del Nordeste/ Universidad Tecnológica Nacional, Argentina*  
Prof.ª Dr.ª 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.ª Dr.ª Gabriela Gonçalves, Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Portugal  
Prof. Dr. Geoffroy Roger Pointner Malpass, Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Brasil  
Prof.ª Dr.ª Gladys Esther Leoz, *Universidad Nacional de San Luis, Argentina*  
Prof.ª Dr.ª 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. Håkan Karlsson, *University of Gothenburg, Suécia*  
Prof.ª Dr.ª Iara Lúcia Tescarollo Dias, Universidade São Francisco, Brasil  
Prof.ª Dr.ª Isabel del Rosario Chiyon Carrasco, *Universidad de Piura, Peru*  
Prof.ª Dr.ª 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.ª Dr.ª 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 Diaz, 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. 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 Rodríguez, *Universidad Santiago de Compostela, Espanha*  
Prof.ª Dr.ª Márcia de Souza Luz Freitas, Universidade Federal de Itajubá, Brasil  
Prof. Dr. Marcos Augusto de Lima Nobre, Universidade Estadual Paulista (UNESP), 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 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 Maria Gracinda Carvalho Teixeira, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil



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.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 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.ª Dr.ª Vanessa Bordin Viera, Universidade Federal de Campina Grande, Brasil  
Prof.ª Dr.ª 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 IV [livro eletrônico] / Organizador Xosé Somoza Medina. – Curitiba, PR: Artemis, 2023.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

Edição bilíngue

ISBN 978-65-81701-11-6

DOI 10.37572/EdArt\_301123116

1. Desenvolvimento sustentável. 2. Tecnologia – Aspectos ambientais. I. Somoza Medina, Xosé.

CDD 363.7

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



## PRÓLOGO

En este nuevo libro de la serie “Ciencia e Tecnología para o desenvolvimiento ambiental, cultural e socioeconómico” se han seleccionado diecisiete trabajos de gran calidad académica y capacidad de transferencia a la sociedad. Este último aspecto debe ser subrayado y puesto en valor. Un gran número de investigaciones publicadas en revistas de elevado nivel científico carecen de este impacto en la sociedad al desarrollar debates teóricos muy específicos que no tienen una traslación a la rutina diaria fuera de los laboratorios y aulas universitarias. En cambio, en todos los artículos que componen esta monografía se traslada de forma explícita la voluntad de las autoras y los autores de que sus investigaciones tengan un impacto real en la sociedad. Esta manera de actuar es una forma que tenemos las personas que nos dedicamos a investigar de devolver a la sociedad una parte de lo que se nos ha dado para poder dedicarnos profesionalmente a producir ciencia y tecnología.

Como en ocasiones anteriores, los trabajos publicados en este volumen se dividen en dos grandes apartados: Ciencia, con diez aportaciones, y Tecnología, con siete. En el primer apartado, Ciencia, sobresalen una serie de conceptos que muestran esa voluntad de transferencia a la sociedad, son innovación, gestión del conocimiento, y digitalización, aplicables principalmente a pequeñas y medianas empresas. El primer trabajo desarrolla el modelo de conocimiento e innovación sostenible en las PYMES, mientras que el siguiente capítulo estudia las condiciones necesarias para que surja la innovación y el tercero los sistemas de selección de personal en las PYMES a través del análisis de puestos. El cuarto capítulo analiza la innovación a través de un estudio de caso, concretamente el de una empresa familiar del sector de la construcción en México; el quinto traslada un diagnóstico de la transformación digital en las PYMES realizado en Bogotá y el sexto muestra como las características culturales afectan la planeación estratégica de las MIPYMES mexicanas. El séptimo trabajo estudia la capacitación digital de la demanda de turismo cultural en Michoacán. Los dos capítulos siguientes muestran nuevos modelos de gestión en las universidades, trasladables a las empresas, y el último trabajo desarrolla aspectos sobre la legislación mexicana en materia de protección de datos.

El segundo bloque de esta monografía, Tecnología, agrupa siete investigaciones aplicadas desde los campos de la ingeniería agrícola, geológica, o química. Los dos primeros trabajos son de agronomía, con investigaciones empíricas sobre residuos cítricos y maíz azul. El tercer trabajo analiza riesgos ambientales geológicos en la cuenca Inambari, en Perú y el cuarto trabajo las consecuencias de los incendios forestales en el Estado de Jalisco, México. Los tres capítulos siguientes desarrollan investigaciones de química aplicada, orientada a la electrólisis, las nanoestructuras o la metalurgia de las superaleaciones, que es el trabajo que cierra este volumen de “Ciencia e Tecnología para o desenvolvimiento ambiental, cultural e socioeconómico”.

Xosé Somoza Medina  
Universidad de León, España

## SUMÁRIO

### CIENCIA

#### **CAPÍTULO 1..... 1**

GESTIÓN DE CONOCIMIENTO E INNOVACIÓN SOSTENIBLE COMO BASE DEL ECOSISTEMA QUE FORTALECE LAS PEQUEÑAS Y MEDIANAS EMPRESAS

Ana Judith Paredes-Chacín

Fanery Andrea Hoyos-Giraldo

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_3011231161](https://doi.org/10.37572/EdArt_3011231161)

#### **CAPÍTULO 2..... 26**

¿DÓNDE NACE LA INNOVACIÓN? PERSPECTIVAS TEÓRICAS DESDE LAS CAPACIDADES DE LA EMPRESA

Moisés Librado-González

Ramón Inzunza-Acosta

Víctor Santiago-Sarmiento

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_3011231162](https://doi.org/10.37572/EdArt_3011231162)

#### **CAPÍTULO 3..... 38**

INVESTIGACIÓN DE ANÁLISIS DE PUESTOS EN LA PEQUEÑA Y MEDIANA EMPRESAS (PYMES)

Giuseppe Francisco Falcone Treviño

Karina Ornelas Garza

Zaida Leticia Tinajero Mallozzi

Joel Luis Jiménez Galán

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_3011231163](https://doi.org/10.37572/EdArt_3011231163)

#### **CAPÍTULO 4.....79**

GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO EN PYMES DEL SECTOR CONSTRUCCIÓN: ESTUDIO DE CASO

Román Alberto Quijano García

Roger Manuel Patrón Cortés

Giselle Guillermo Chuc

Fidel Ramón Alcocer Martínez

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_3011231164](https://doi.org/10.37572/EdArt_3011231164)

**CAPÍTULO 5..... 89**

**DIAGNÓSTICO DE LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN PYMES**

Zulma Julieth Avellaneda Avellaneda

Iván Fernando Suárez Lozano

Nairo Yovany Rodríguez Cabrera

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_3011231165](https://doi.org/10.37572/EdArt_3011231165)

**CAPÍTULO 6..... 103**

**APROXIMACIÓN TEÓRICA AL CONCEPTO DE EVASIÓN A LA INCERTIDUMBRE Y ORIENTACIÓN A LARGO PLAZO EN LA PLANEACIÓN ESTRATÉGICA DE LAS MIPYMES MEXICANAS**

Carlos Alberto Pérez Canul

Charlotte Monserrat Llanes Chiquini

Roger Manuel Patrón Cortés

Giselle Guillermo Chuc

Diana Concepción Mex Álvarez

Thania Tuyub Ovalle

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_3011231166](https://doi.org/10.37572/EdArt_3011231166)

**CAPÍTULO 7..... 113**

**LA IMPORTANCIA DE LA FORMACIÓN DE PÚBLICOS PARA EL TURISMO CULTURAL EN LA ERA DIGITAL, EL CASO DE MICHOACÁN**

Omar Becerra Moreno

Tzitzí Erandi Becerra Moreno

Zoe Becerra Santacruz

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_3011231167](https://doi.org/10.37572/EdArt_3011231167)

**CAPÍTULO 8..... 126**

**LOS ECOSISTEMAS DE INVESTIGACIÓN EN LAS UNIVERSIDADES**

José Ángel Meneses Jiménez

Pedro Julián Ormeño Carmona

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_3011231168](https://doi.org/10.37572/EdArt_3011231168)

**CAPÍTULO 9..... 133**

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE CONVENIOS**

Diana Concepción Mex Alvarez

Luz María Hernández Cruz

Charlotte Monserrat Llanes Chiquini

Carlos Alberto Pérez Canul  
Roger Manuel Patrón Cortés  
Thania del Carmen Tuyub Ovalle

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_3011231169](https://doi.org/10.37572/EdArt_3011231169)

**CAPÍTULO 10.....143**

LA LEGISLAZIONE MESSICANA IN MATERIA DI PROTEZIONE DI DATI PERSONALI  
SODDISFA IL CRITERIO D'ADEGUATEZZA EUROPEO?

Eduardo Orozco Martínez

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_30112311610](https://doi.org/10.37572/EdArt_30112311610)

**TECNOLOGÍA**

**CAPÍTULO 11.....159**

TRATAMIENTO DE RESIDUOS CÍTRICOS GENERADOS EN LA ZONA CENTRO-  
NORTE DE VERACRUZ PARA LA PRODUCCIÓN DE COMPOST

Yovani López González  
Neira Sánchez Zárate  
Heidi Anabel Jácome Sánchez  
Luis Alfredo Hernández Vázquez  
Edson Aldair Sánchez Ramos

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_30112311611](https://doi.org/10.37572/EdArt_30112311611)

**CAPÍTULO 12..... 164**

CUANTIFICACIÓN DE ANTOCIANINAS EN MAÍZ AZUL

Germán Fernando Gutiérrez-Hernández  
José Luis Arellano-Vázquez  
Luis Fernando Ceja-Torres  
Estela Flores-Gómez  
Patricia Vázquez-Lozano

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_30112311612](https://doi.org/10.37572/EdArt_30112311612)

**CAPÍTULO 13.....170**

PELIGRO GEOLÓGICO, SUSCEPTIBILIDAD Y RIESGO DE DESASTRE EN LA CUENCA  
INAMBARI

Newton Víctor Machaca Cusilayme  
José Mamani  
Sofía Benavente

Alexandre Campane Vidal

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_30112311613](https://doi.org/10.37572/EdArt_30112311613)

**CAPÍTULO 14.....175**

ESTIMACIÓN DE GASES EFECTO INVERNADERO PRODUCIDOS POR DIFERENTES CLASES DE COMBUSTIBLES FORESTALES EN EL ESTADO DE JALISCO

José German Flores-Garnica  
Ana Graciela Flores-Rodríguez  
Esteban Gottfried-Burguett

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_30112311614](https://doi.org/10.37572/EdArt_30112311614)

**CAPÍTULO 15.....185**

OXYGEN REDUCTION REACTION ON FENSEC MATERIALS, THEIR ELECTROLYTIC ACTIVITY IN ACID MEDIA

Ricardo González-Cruz  
Idalia Rangel-Salas  
Ana B. Soto-Guzmán  
Ricardo Manríquez  
Omar Solorza-Feria

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_30112311615](https://doi.org/10.37572/EdArt_30112311615)

**CAPÍTULO 16.....197**

NUEVAS NANOESTRUCTURAS DE MÍNIMO POTENCIAL DE LENNARD JONES Y MORSE

Carlos Barrón Romero

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_30112311616](https://doi.org/10.37572/EdArt_30112311616)

**CAPÍTULO 17.....215**

ESTUDIO DE UNA SUPERALEACIÓN 718 SOLDADA CON EL PROCESO DE SOLDADURA GTAW DESDE UNA PERSPECTIVA TÉRMICA

María de Lourdes Hernández Rodríguez  
Ma. de Jesús Soria Aguilar  
Francisco Fernando Curiel López  
Jorge Leobardo Acevedo Dávila  
Ana Cecilia Palos Zuñiga

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_30112311617](https://doi.org/10.37572/EdArt_30112311617)

**SOBRE O ORGANIZADOR..... 227**

**ÍNDICE REMISSIVO .....228**

# CAPÍTULO 17

## ESTUDIO DE UNA SUPERALEACIÓN 718 SOLDADA CON EL PROCESO DE SOLDADURA GTAW DESDE UNA PERSPECTIVA TÉRMICA<sup>1</sup>

Data de submissão: 30/09/2023

Data de aceite: 16/10/2023

### **Maria de Lourdes Hernández Rodríguez**

Universidad Autónoma de Coahuila  
(UAdeC)  
Facultad de Ciencias Químicas  
Posgrado en Metalurgia y Materiales  
Saltillo, Coahuila, México  
ORCID: 0000-0001-8973-1245

### **Ma. de Jesús Soria Aguilar**

Universidad Autónoma de Coahuila  
(UAdeC)  
Facultad de Metalurgia  
Posgrado en Metalurgia y Materiales  
Monclova, Coahuila, México  
ORCID: 0000-0003-3910-7772

### **Francisco Fernando Curiel López**

Universidad Michoacana de  
San Nicolás de Hidalgo  
Instituto de Investigación en  
Metalurgia y Materiales  
Morelia, Michoacán, México  
ORCID: 0000-0002-7849-8051

### **Jorge Leobardo Acevedo Dávila**

Universidad Autónoma de Coahuila  
(UAdeC)  
Centro de Investigación en  
Geociencias Aplicadas (CIGA)  
Nueva Rosita, Coahuila, México  
ORCID: 0000-0002-2439-2649

### **Ana Cecilia Palos Zuñiga**

Universidad Autónoma de Coahuila  
(UAdeC)  
Facultad de Ciencias Químicas  
Posgrado en Metalurgia y Materiales  
Saltillo, Coahuila, México  
ORCID:0000-0002-0344-4905

**RESUMEN:** En este trabajo se reporta el comportamiento térmico sobre la microestructura y propiedades mecánicas de placas de Inconel 718 de 7 mm de espesor soldadas por el proceso de soldadura GTAW. El Inconel 718 es una superaleación base níquel endurecida por precipitación que presenta buena soldabilidad, es extensamente usado en la industria aeronáutica. Dos diferentes aportes térmicos fueron utilizados de 0.9033 y 1.806 KJ mm<sup>-1</sup>. La velocidad de desplazamiento fue variada de 4 mms<sup>-1</sup> y 8 mms<sup>-1</sup>, permaneciendo constantes los otros parámetros de soldadura. Los cambios en la cantidad de aporte térmico alteran la geometría de la soldadura, así como la microestructura en la zona de fusión y la zona afectada por el calor. La variación en el aporte térmico incrementa el espacio interdendrítico en la zona de fusión de 4mm a 7mm. La tendencia del Nb a segregarse se puede atribuir al alto contenido de Fe en la aleación. La tendencia de la licuefacción en el límite de grano aumenta con aporte térmico bajo.

**PALABRAS CLAVE:** Inconel 718. GTAW. Aporte térmico. Segregación y microestructura.

<sup>1</sup> Los autores quieren agradecer al CONACyT por el apoyo financiero a este proyecto de doctorado.

## STUDY OF A 718 SUPERALLOY WELDED WITH THE GTAW WELDING PROCESS FROM A THERMAL PERSPECTIVE

**ABSTRACT:** In this work, the thermal behavior on the microstructure and mechanical properties of 7 mm thick Inconel 718 plates welded by the GTAW welding process is reported. Inconel 718 is a precipitation-hardened nickel-based superalloy that has good weldability and is widely used in the aeronautical industry. Two different thermal inputs of 0.9033 and 1.806 KJ mm<sup>-1</sup> were used. The travel speed was varied from 4 mms<sup>-1</sup> and 8 mms<sup>-1</sup>, with the other welding parameters remaining constant. Changes in the amount of heat input alter the geometry of the weld, as well as the microstructure in the fusion zone and the heat affected zone. The variation in thermal input increases the interdendritic space in the fusion zone from 4mm to 7mm. The tendency of Nb to segregate can be attributed to the high Fe content in the alloy. The tendency of liquefaction at the grain boundary increases with low thermal input.

**KEYWORDS:** Inconel 718. GTAW. Heat input. Segregation and microstructure.

### 1 INTRODUCCIÓN

Inconel 718 es una superaleación alto rendimiento a base de Níquel-Hierro-Cromo, desarrollada originalmente por Eiselstein de la Empresa International Nickel a finales de los años 50s del siglo pasado para motores de turbina de gas (Muralidharan, Shankar, & Gill, 1996).

Una de las superaleaciones más populares es a base de níquel (Inconel 718) debido a su resistencia a altas temperaturas, antioxidación, resistencia a la corrosión y alta tenacidad (Kang & Razón, 2020). Esta superaleación es extensamente usada para la industria aeronáutica. En los vehículos de lanzamiento para el programa espacial de la India, ciertos componentes soldados son de aleación 718, misma que experimenta temperatura que oscila entre criogénico a 20 °K y a alta temperatura por encima de 850 °K (Manikandan, Sivakumar, Kamaraj, & Prasad, 2012).

El amplio desarrollo y uso de aleaciones a base de Ni puede atribuirse, al menos en parte, a dos características únicas del Ni. En primer lugar, el Ni es capaz de disolver altas concentraciones de elementos de aleación en comparación con otros metales. En segundo lugar, la adición de Cr (y/o Al) al Ni proporciona una excelente resistencia a la corrosión, resultante de la formación de una capa protectora de óxido de Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (o Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) (Dupont, Lippold, & Kiser, 2009).

Los elementos de aleación refractarios (W, Nb, Mo y Ti) se añaden para fortalecer la solución sólida de níquel, conocida como  $\gamma$  austenita. El cobalto mejora la resistencia además de la resistencia a la corrosión y oxidación a altas temperaturas (Sonar, Balasubramanian, Malarvizhi, Venkateswaran, & Sivakumar, 2021).

El posterior descubrimiento de mejoras en la resistencia a la fluencia proporcionadas por la adición de Ti y Al para promover la precipitación de la fase ordenada  $\gamma'$  - Ni<sub>3</sub> (Ti, Al) extendió el uso de estas aleaciones a aplicaciones que requieren una combinación de resistencia a altas temperaturas y resistencia a la corrosión (Dupont, Lippold, & Kiser, 2009).

El niobio contribuye en la precipitación de gamma doble prima,  $\gamma''$  (Ni<sub>3</sub>Nb) que ofrece un aumento en la fuerza con el aumento en temperatura hasta 850 °C (Sonar, Balasubramanian, Malarvizhi, Venkateswaran, & Sivakumar, 2021).

Las fases intermetálicas presentes en una superaleación base níquel se dividen en tres grandes grupos: 1) Carburos primarios y secundarios, 2) empaquetamiento geoméricamente cerrado (GCP), 3) Empaquetamiento topológicamente cerrado (TCP); cabe señalar que las fases intermetálicas se pueden formar por alguna composición química y bajo ciertas condiciones, como consecuencia pueden causar menor resistencia a la fractura y ductilidad; la probabilidad de su presencia aumenta a medida que aumenta la segregación del soluto (Juraj, 2016). La segregación del niobio y la formación de la fase Laves son conocidas como perjudiciales para las propiedades mecánicas del Inconel 718 (Xiao, Li, Han, Mazumder, & Song, 2017).

Después de la soldadura, las fases TCP tales como sigma, P y Laves aparecen en la microestructura del metal soldado, ya sea como resultado del no equilibrio en la solidificación o después de la exposición prolongada a altas temperaturas. Diversos investigadores reportan problemas asociados mientras sueldan el Inconel 718 que incluye fractura en la solidificación, micro-fracturas y segregación de fases ricas en Nb en la zona afectada por el calor (ZAC) y la ZF (Ram, Reddy, Rao, & Reddy, 2005). La formación de la fase rica en Nb denominada como fase Laves, deteriora las propiedades mecánicas tales como: ductilidad, fuerza y fractura por fatiga (Dupont, Lippold, & Kiser, 2009).

En general, la soldabilidad a altas temperaturas de esta aleación es influenciada por las grietas del envejecimiento de la tensión y/o micro-fisuras en la ZAC, que han sido extensamente estudiadas (Dupont, Lippold, & Kiser, 2009). Por lo anterior, en este trabajo se reporta el efecto de dos aportes térmicos sobre la microestructura y propiedades mecánicas del Inconel 718 soldado con GTAW.

## 2 DESARROLLO

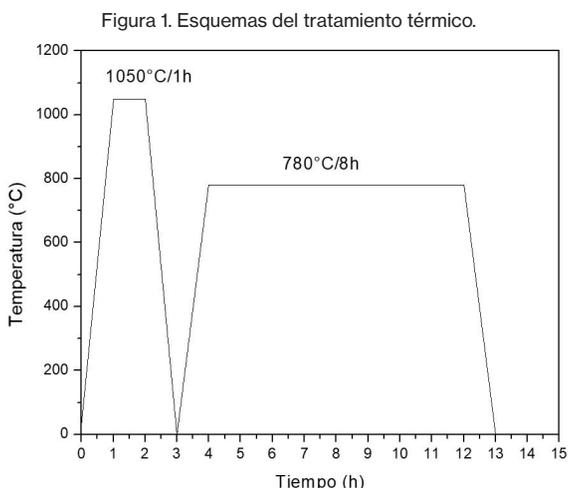
### 2.1 PARÁMETROS DEL MATERIAL BASE, ENVEJECIMIENTO Y PREPARACIÓN DE MUESTRAS

El análisis químico del Inconel 718 fue el recibido por parte del fabricante, el cual se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Análisis químico del Inconel 718.

Análisis Químico	Ni	Fe	Cr	Nb	Mo	Ti	S	Al	P	Co	Si	Mn
Nominal	55	17	21	5.5	3.3	1.15	0.015	0.80	0.015	1.0	0.35	0.35
Real	51.76	19.11	17.90	4.51	2.80	1.06	0.77	0.68	0.640	0.33	0.28	0.17

Respecto al tratamiento sometido, este fue un tratamiento térmico de homogenización (1050°C, 1h/enfriado al aire) + envejecimiento (780°C 8h/enfriado al aire), identificado en la figura 1. Conocido como tratamiento térmico estándar de la superaleación Inconel 718. (Pavan, Talari, Babu, Rehman, & Srirangam, 2023).



Las piezas de la superaleación base níquel 718 fueron soldadas por el proceso de soldadura de arco eléctrico con gas de protección y electrodo de tungsteno (GTAW) con una máquina (Miller, Modelo Dynasty 700), a una capacidad de 26.2 KV voltaje, la corriente fue sostenida en 343 A. Las placas de 7mm de espesor fueron soldadas a tope en V con un ángulo de 60°, con un electrodo ER718 y con una mezcla gaseosa de 0.12% CO<sub>2</sub>, 2% H<sub>2</sub>, 30% He y Argón balanceado.

El diseño correcto de las juntas soldadas es fundamental para la fabricación exitosa de aleaciones a base de Ni. Un diseño deficiente de la junta puede anular incluso la selección óptima de otros parámetros de soldadura (Sowards, 2014).

Con frecuencia, la muestra a preparar, por sus dimensiones o por su forma, no permiten ser pulida directamente, sino que es preciso montarla o embutirla en una pastilla. El material empleado para el montaje es la Bakelita (resina termoendurecible), esto se

realiza con un montaje en caliente; siendo esta última el material utilizado para montar las muestras de dicho trabajo.

Se realizó un perfil de dureza en la soldadura mediante mediciones de microdureza en un Microdurómetro Vickers ZHV $\mu$  con una carga de 500g por un tiempo de 10s.

El ensayo de microdureza empleado para determinar el comportamiento de la aleación IN718 en las diferentes zonas presentes en la soldadura, observando el efecto del aporte térmico en el material.

## 2.2 CARACTERIZACIÓN MICROESTRUCTURAL

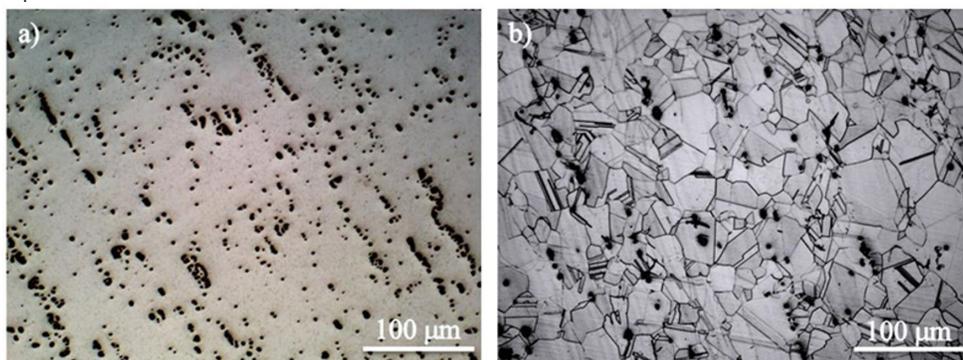
Para revelar la microestructura de las diferentes zonas de la soldadura del IN718 en el microscopio óptico, una vez pulida la muestra esta fue sometida a un ataque químico, mismo que se realizó, con un reactivo preparado con una solución de HCl:HNO<sub>3</sub>:HF:H<sub>2</sub>O con un volumen de 50:10:2:38 a temperatura ambiente, por un tiempo aproximado de 25 a 40 seg.

## 3 PRUEBAS Y RESULTADOS

### 3.1 MICROESTRUCTURA DEL METAL BASE

La Figura 2a muestra la microestructura del metal base sin ataque químico y la Figura 2b la muestra atacada con el reactivo químico. En ambas muestras se puede observar matriz austenita y carburos tipo- MC (puntos oscuros) están presentes de forma aleatoria a través de la matriz. El tamaño del grano medido según ASTM E-112 corresponde al número 9 con una distribución media de 3,968 granos/mm<sup>2</sup> (ASTM E112-13).

Figura 2. Micrografías del material en estado de recocido, a) sin ataque químico y b) atacado con el reactivo especial 5.



Otro factor importante para considerar es la composición, las aleaciones de Ni-Fe-Cr pueden exhibir dos posibles fases de solidificación primaria, a saber, austenita

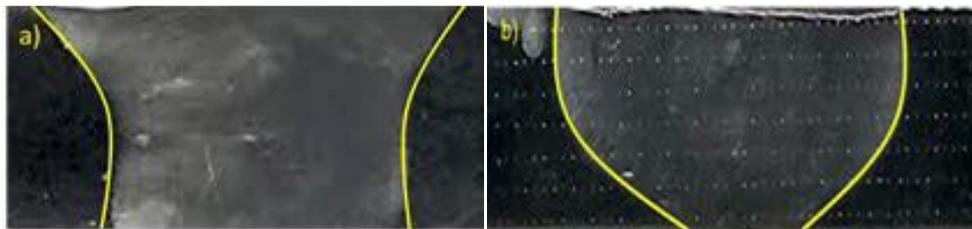
( $\gamma$ ) o ferrita delta ( $\delta$ ). En general, las aleaciones altas en Cr y bajas en Ni exhibirán un modo de solidificación de ferrita primaria, mientras que las aleaciones que son ricas en Ni solidificarán como austenita primaria (Dupont, Lippold, & Kiser, 2009).

### 3.2 EFECTO DEL APORTE TÉRMICO SOBRE LA GEOMETRÍA DE LA SOLDADURA

Para todos los procesos de soldadura, la selección de parámetros de soldadura, en lo que se refiere al aporte de calor, es importante debido a la mayor posibilidad de fractura en caliente a medida que aumenta el aporte de calor (Sowards, 2014). Una variación en el aporte térmico cambia el tamaño y la forma de la soldadura.

La figura 3a muestra la influencia del aporte térmico bajo y la figura 3b el alto. Aumento de la entrada de calor de  $.9033 \text{ KJ mm}^{-1}$  a  $1.806 \text{ KJ mm}^{-1}$  aumenta el espacio interdendrítico de 4mm a 7mm. Entre mayor sea el aporte térmico sobre la geometría de la soldadura, mayor será el incremento del ancho de la soldadura, ya que al aumentar la corriente de soldadura se funde mayor cantidad de metal base, (Agilan, Venkateswaran, & Sivakumar, 2014).

Figura 3. Cambios en la morfología con respecto al aporte térmico.



La mala fluidez del metal de soldadura base-Ni también debe tenerse en cuenta al considerar el diseño de uniones soldadas. Tener cuidado de garantizar que la abertura de la ranura sea lo suficientemente ancha como para permitir la manipulación adecuada del electrodo y la colocación del cordón de soldadura para lograr una fusión adecuada (Sowards, 2014).

El efecto del aporte térmico sobre el área de sección transversal de una soldadura generalmente es proporcional a la cantidad de entrada de calor. Esto intuitivamente tiene sentido, porque a medida que se suministra más energía al arco, se fundirá más metal de relleno y metal base por unidad de longitud, lo que dará como resultado un cordón de soldadura más grande (Funderburk, 1999).

Sonar, Balasubramanian, Malarvizhi, Venkateswaran, & Sivakumar (2021) mencionan, que la selección del aporte de calor es un aspecto crucial del proceso de soldadura, que tiene un impacto considerable en la geometría del cordón de soldadura. El

cordón de soldadura en forma de cuenco con el fondo más estrecho se debe a la menor entrada de calor en la superficie inferior, lo que provoca una menor fusión del metal en la costura de la junta. Sin embargo, el perfil del cordón de soldadura en forma de bañera se debe a la mayor entrada de calor, lo que provoca una mayor fusión del metal en la costura de la junta.

La Tabla 2, muestra los parámetros utilizados para la investigación del efecto del aporte térmico sobre la microestructura y propiedades mecánicas.

Tabla 2. Parámetros de las juntas soldadas.

Parámetros	M1	M2
<b>Intensidad</b>	356 A	356 A
<b>Voltaje</b>	29 V	29 V
<b>Flujo del gas</b>	14.15Ls <sup>-1</sup>	14.15Ls <sup>-1</sup>
<b>Velocidad de alimentación</b>	169 mms <sup>-1</sup>	169 mms <sup>-1</sup>
<b>Velocidad de desplazamiento</b>	8 mms <sup>-1</sup>	4 mms <sup>-1</sup>
<b>Tipo de corriente</b>	CA	CA
<b>Campo magnético</b>	No	No
<b>Aporte térmico</b>	.9033 KJ mm <sup>-1</sup>	1.806 KJ mm <sup>-1</sup>
<b>Eficiencia de GTAW</b>	0.70	0.70
<b>Espacio Interdendrítico</b>	4 μm	7 μm

El efecto del aporte térmico en la microestructura de la zona de fusión está comprendido por la microestructura celular dendrítica. El espacio interdendrítico de un pequeño volumen de esta aleación depende del tiempo que toma para ese pequeño volumen en cuestión solidificar. El cual depende del aporte térmico: aumenta la velocidad del aporte térmico aumenta el espacio interdendrítico con lo cual, se reduce el límite elástico (Thornley, 1973).

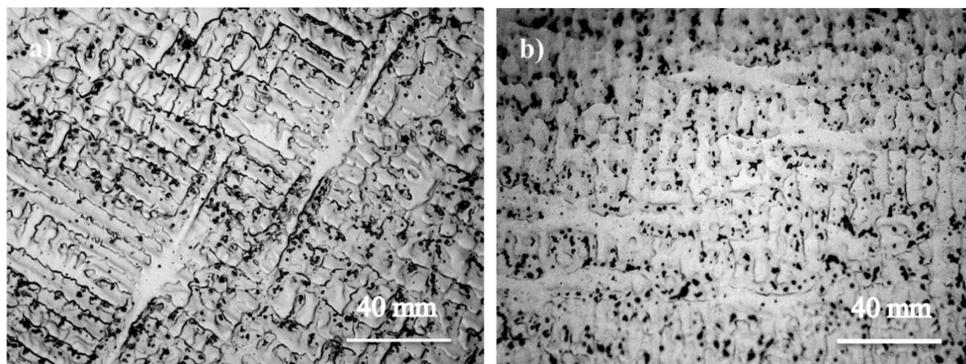
El comportamiento de redistribución de la solución y la distribución final de los elementos de aleación a través de la subestructura dendrítica en aleaciones a base de Ni está controlado principalmente por los valores pertinentes de  $k$  (coeficiente de distribución de equilibrio) y  $D_s$  (difusividad en el sólido) para el elemento de aleación de interés.

Los elementos con valores de  $k$  muy bajos pueden producir gradientes de concentración pronunciados a través de la subestructura dendrítica de la soldadura. Sin embargo, el gradiente elemental se puede eliminar si la difusión en estado sólido de ese elemento en particular es lo suficientemente alta como para promover la retrodifusión en el sólido (Dupont, Lippold, & Kiser, 2009).

### 3.3 EFECTO DEL APORTE TÉRMICO SOBRE LA MICROESTRUCTURA DE LA ZONA DE FUSIÓN

La figura 5 muestra la zona de fusión de las soldaduras en la que se observan estructuras de dendritas equiaxiales finas; la transformación de dendritas columnares gruesas a dendritas equiaxiales finas se debe a la mayor velocidad de enfriamiento. La velocidad de enfriamiento altamente mejorada conduce a un mayor subenfriamiento, disminuyendo los radios de nucleación críticos de las dendritas  $\gamma$  y, por lo tanto, aumenta su índice de nucleación y número de núcleos; esto se puede observar en la Figura 5a, en la que se aprecia mayor número de dendritas equiaxiales finas en comparación con la Figura 5b.

Figura 5. Las microfotografías de a) la zona de fusión a 50x con aporte bajo b) a 50x de aporte alto.



La formación de fases en las aleaciones está influenciada por la temperatura y la concentración de la aleación. La soldabilidad del Inconel-718 es bastante buena a comparación con otras superaleaciones base-Níquel (Agilan, Venkateswaran, & Sivakumar, 2014). Esto debido a que muestra una mayor resistencia contra la fractura durante la solidificación y fractura por envejecimiento (Dupont, Lippold, & Kiser, 2009).

Thornley (1973) señaló que, el mejor tamaño de grano en la soldadura se logra con aporte térmico bajo, además de existir una buena correlación entre el espacio de los brazos de las dendritas y el aporte térmico; los niveles de confianza para esta relación lineal son del 99.9%.

De igual manera Agilan, Venkateswaran & Sivakumar (2014), realizaron un estudio de cómo afecta el aporte térmico en la microestructura y en las propiedades mecánicas. Encontrando que la intensidad de la licuefacción aumenta cuando se disminuye el aporte térmico; además las grietas pueden observarse solamente en soldaduras con bajo aporte térmico.

Después de la soldadura, las fases TCP tales como sigma, P y Laves aparecen en la microestructura del metal soldado, ya sea como resultado del no equilibrio en la solidificación o después de la exposición prolongada a altas temperaturas (Juraj, 2016).

### 3.4 EFECTO DEL APORTE TÉRMICO SOBRE LA MICROESTRUCTURA DE LA ZONA AFECTADA POR EL CALOR

Dupont, Lippold, & Kiser (2009) reportaron que la presencia de Nb también causa que la aleación este propensa a severas segregaciones durante la solidificación. Esto da como resultado la formación de una película líquida y la fase Laves de bajo punto de fusión que precipita en la región interdendritica, que conduce a una mayor susceptibilidad a la fractura en caliente. Otros investigadores Manikandan, Sivakumar, Kamaraj, & Prasad (2012) y Dupont, Lippold, & Kiser, (2009)) reportaron problemas asociados mientras sueldan el Inconel 718 que incluye fractura en la solidificación, microfisuras y segregación de fases ricas en Nb en la ZAC y la ZF. La formación de la fase rica en Nb denominada como fase Laves deteriora las propiedades mecánicas tales como: ductilidad, fuerza y fractura por fatiga.

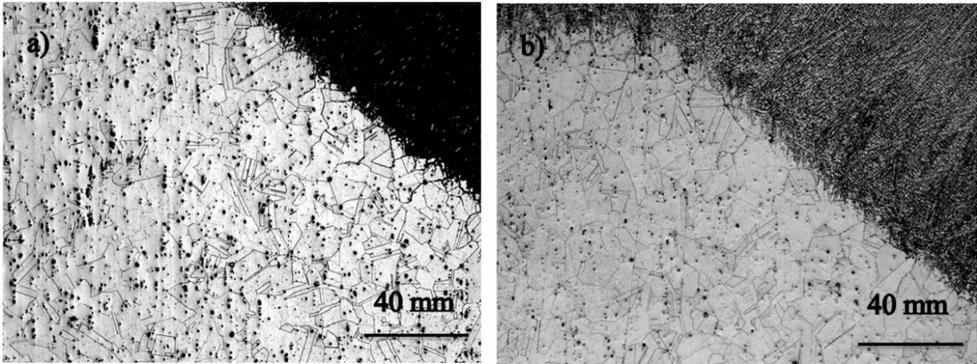
La adición de Nb también da como resultado la precipitación de carburos de niobio. Estos carburos actúan como fuentes concentradas de Nb durante el calentamiento rápido; resultando en la formación de líquido de tipo eutéctico intergranular. Este líquido intergranular es un requisito previo para la microfisuración ZAC (Thompson, Cassimus, Mayo, & Dobbs, 1985).

Cabe mencionar que Yongsoo, Byunghyun, Hyungjun, & Charghee (2002) reportaron que la fractura del Inconel durante la solidificación está estrechamente relacionado con  $\gamma$ /NbC y  $\gamma$ /Laves constituyentes eutécticos formados a lo largo de los límites de grano, una variación menor del Ni, Mo y Ti pueden tener una fuerte influencia en el rango de temperatura de solidificación y el tipo y cantidad de fases eutécticas formadas durante la solidificación; mientras que las fracturas de solidificación están estrechamente relacionadas con los constituyentes eutécticos de carburos y Laves formados a lo largo de los bordes de grano.

Manikandan, Sivakumar, Kamaraj, & Prasad (2012) reportaron la reducción de la fase Laves y como la segregación de niobio siguió una tendencia a bajas velocidades de enfriamiento, además de la separación interdendritica en la zona fusión; utilizando el helio como gas protector, controlando el pulso de corriente y la velocidad de enfriamiento en la soldadura.

La figura 6 muestra la interfaz entre la zona de fusión y la zona afectada por el calor, donde los límites de licuefacción y microfisuras normalmente existen (Agilan, Venkateswaran, & Sivakumar, 2014).

Figura 6. Las micrografías de a) la zona afectada por el calor a 5x con aporte bajo b) a 5x de aporte alto.

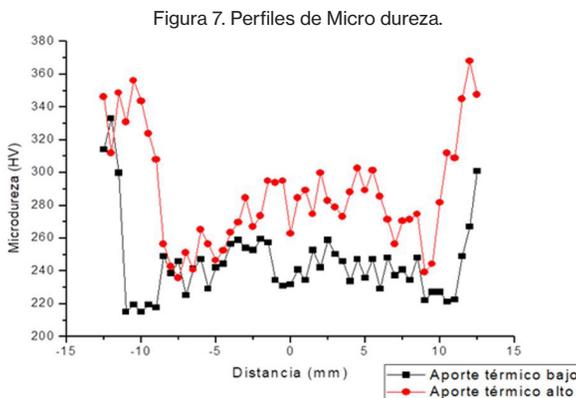


El uso de aporte térmico bajo, en general, promueve una buena soldabilidad, así como una reducción en el volumen del metal de soldadura que solidifica por lo que de este modo disminuye la deformación térmica y se promueven rápidas velocidades de deformación las cuales minimizan la segregación.

La selección del aporte de calor es un aspecto crucial del proceso de soldadura. Tiene un impacto considerable en la geometría del cordón de soldadura. El cordón de soldadura en forma de cuenco con el fondo más estrecho se debe a la menor entrada de calor en la superficie inferior, lo que provoca una menor fusión del metal en la costura de la junta. Sin embargo, el perfil del cordón de soldadura en forma de bañera se debe a la mayor entrada de calor, lo que provoca una mayor fusión del metal en la costura de la junta (Sonar, Balasubramanian, Malarvizhi, Venkateswaran, & Sivakumar, 2021).

### 3.5 EFECTO DEL APORTE TÉRMICO SOBRE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS

Los perfiles de microdureza de las soldaduras se muestran en la Figura 7. Como un caso general, el valor de dureza en la zona de fusión es mayor que el ZAC, debido a la formación de fases secundarias.



La baja velocidad de enfriamiento y el menor gradiente de temperatura entre el límite de fusión y la línea central para soldaduras con alto aporte térmico, conduce a una mayor segregación en la zona de fusión y ZAC relativamente más ancha. Esto a su vez aumenta la dureza en la zona de fusión y las zonas más blandas en ZAC. En esta coyuntura, la ZAC es la parte más débil de la soldadura (Manikandan, Sivakumar, Kamaraj, & Prasad, 2012).

## 4 CONCLUSIONES

- La intensidad del aporte térmico afecta la geometría de la soldadura.
- El espacio interdendrítico en la soldadura fue incrementando de  $4\mu\text{m}$  a  $7\mu\text{m}$  con el aporte térmico de  $0.9033\text{ KJ mm}^{-1}$  y  $1.806\text{ KJ mm}^{-1}$  respectivamente.
- La disposición del Nb a segregarse se puede atribuir al alto contenido de Fe en la aleación; ya que esto disminuye la solubilidad del Nb en el Ni; además la licuefacción constitucional de los carburos MC ricos en Nb y la disolución de la fase  $\delta$  promueven la segregación del Nb en el límite de grano.
- La presencia de NbC puede causar microfisuras por licuación en la ZAC, esto debido a la licuefacción constitucional del NbC.
- La tendencia de la licuefacción en el límite de grano aumenta con aporte térmico bajo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agilan, M., Venkateswaran, T., & Sivakumar, D. (2014). Effect of Heat Input on Microstructure and Mechanical Properties of Inconel 718 EB Welds. *ELSEVIER*, 656-662.

ASTM E112-13. (s.f.). *Standard Test Methods for Determining Average Grain Size*.

Dupont, J., Lippold, J., & Kiser, S. (2009). *Welding Metallurgy and weldability of nickel-base alloys*. New Jersey: Wiley.

Funderburk, S. (1999). A look at HEAT Input. *Welding Innovation vol.XVI*, 1-4.

Juraj, B. (2016). GCP and TCP phases presented in nickel-base superalloys. *ELSEVIER*, 936-941.

Kang, P., & Dazhong, W. (2020). Estudio sobre las prestaciones del proceso de perforación de la superaleación a base de níquel Inconel 718 con herramientas de perforación de diferentes microtexturas. *180(105658)*.

Manikandan, S., Sivakumar, D., Kamaraj, M., & Prasad, K. (2012). Laves Phase Control in Inconel 718 weldments. *Researchgate*, 5.

Muralidharan, B., Shankar, V., & Gill, T. (1996). *Inconel 718 Alloy-A Review*. Indira Ghandi Centre for Atomic Reserch: Kalpakkam, Kalpakkam (India).

Pavan, P., Talari, M., Babu, N., Rehman, A., & Srirangam, P. (2023). Efecto del tratamiento térmico sobre la microestructura y las propiedades mecánicas de las aleaciones de fricción rotativa soldadas diferentes IN718 a SS304L. *Ciencias Aplicadas*, 13(6), 3584.

Ram, G., Reddy, A., Rao, K., & Reddy, G. (2005). Microstructure and mechanical properties of Inconel 718 electron beam welds. *Materials science and technology*, 21(10), 1132-1138.

Sonar, T., Balasubramanian, V., Malarvizhi, S., Venkateswaran, T., & Sivakumar, D. (2021). Una visión general sobre la soldadura de la aleación Inconel 718-Efecto de los procesos de soldadura en la evolución microestructural y las propiedades mecánicas de las juntas. *Caracterización de materiales*, 174. 110997.

Sowards, J. (2014). *6.09 Weldability of Nickel-Base Alloys*.

Thompson, R., Cassimus, J., Mayo, D., & Dobbs, J. (1985). The Relationship Between Grain Size and Microfissuring in Alloy 718. *Welding Research*, 91-97.

Thornley, J. (1973). Effect of Heat Input on Properties of Inconel Filler Metal 82 Weld Deposits. *WELDING RESEARCH SUPPLEMENT*, 355-358.

Xiao, H., Li, S., Han, X., Mazumder, I., & Song, L. (2017). Laves phase control of Inconel 718 alloys using quasi-continuous-wave laser additive manufacturing. *Elsevier*, 330-339.

Yongsoo, A., Byunghyun, Y., Hyungjun, K., & Charghee, L. (2002). Effect of Dilution on the Behavior of Solidification Cracking in PTAW Overlay Deposit on Ni-Base Superalloys. *METALS AND MATERIALS International*, 469-477.

## SOBRE O ORGANIZADOR

**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 Ourenseño 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

Abonos orgánicos 159, 163

Administración Estratégica 54, 76, 89, 92, 94, 102

Agricultura sostenible 159

Alimentos nutraceuticos 165

Análisis de puestos 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77

Aporte térmico 215, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225

### C

Capacidades dinámicas 2, 21, 25

Competitividad 2, 9, 14, 28, 30, 34, 39, 41, 45, 47, 48, 49, 51, 52, 53, 54, 63, 66, 74, 76, 77, 79, 81, 86, 87, 88, 90, 93, 124

Comportamiento organizacional 104

Compost 159, 163

Conocimiento 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 28, 30, 33, 47, 48, 50, 51, 55, 59, 61, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 93, 100, 119, 126, 127, 128, 130, 131, 132, 154, 202

Cuenca 170, 171, 174

### D

Desarrollo web 133

Descripción de puestos 39, 42, 47, 50, 56, 58, 62, 63, 67, 72, 73, 74, 75, 76, 77

Deslizamiento 170, 174

Dimensiones culturales 103, 104

Dinámica molecular 197

### E

Ecosistema empresarial 2

Ecosistemas de investigación 126, 128, 129, 130

Educación 19, 24, 26, 34, 35, 89, 93, 101, 102, 113, 117, 118, 121, 127, 129, 130, 131

Electrocatalyst 185, 195, 196

Emisiones potenciales 175, 181, 182, 183

Empresa 7, 10, 12, 15, 19, 20, 21, 22, 24, 26, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 37, 40, 42, 43, 44, 45, 47,

49, 50, 51, 53, 54, 56, 58, 61, 63, 64, 65, 67, 70, 72, 74, 75, 76, 77, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88,  
89, 91, 92, 93, 94, 95, 97, 99, 100, 101, 104, 105, 107, 108, 111, 112, 216

Era digital 113, 116, 123

## F

Factor de conversión 175, 180

Formación profesional 113, 131

Fuel cell 185, 186, 196

## G

GDPR 143, 148

GEI 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183

Gestión del conocimiento 2, 3, 4, 5, 13, 18, 20, 79, 80, 81, 85, 86, 87, 88

Gestión de recursos humanos 39, 66, 73

Gestión de residuos 159

Gestión empresarial 2, 7, 8, 18, 21

GTAW 215, 216, 217, 218, 221

## I

Inambari 170, 171, 172, 174

Incendios forestales 175, 176, 177, 183, 184

Inconel 718 215, 216, 217, 218, 222, 223, 225, 226

Innovación 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 26, 27, 28,  
29, 30, 31, 32, 33, 34, 36, 46, 48, 52, 53, 63, 66, 74, 75, 80, 83, 90, 91, 102, 114, 121, 128,  
130, 132, 184

Innovación sostenible 1, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22

## L

Legislazione argentina 143, 151, 152

Legislazione messicana 143, 154

Livello adeguato 143, 149, 150

## M

Maíz pigmentado 165, 166

Michoacán 113, 114, 116, 119, 120, 123, 124, 125, 164, 215

## N

Nanoquímica 197

## O

Oxygen reduction 185, 186, 187, 191, 192, 193, 194, 195, 196

## P

Patrones de diseño 133

Peligro geológico 170, 174

Perfil del puesto 39, 72

Pigmentos vegetales 165

Planeación 20, 22, 34, 54, 76, 82, 97, 103, 104, 105, 106, 108, 109, 111, 112, 177

Pyme 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 13, 16, 17, 18, 20, 21, 22, 38, 39, 40, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 51, 52, 53, 54, 55, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 67, 71, 72, 73, 74, 75, 79, 81, 87, 105, 111, 112, 124

Pyme familiar 79

PYMES 38, 39, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 48, 49, 50, 51, 53, 54, 55, 57, 58, 59, 60, 61, 63, 66, 68, 74, 75, 79, 81, 83, 88, 89, 90, 93, 94, 96, 101, 102

## Q

Química de materiales 197

## R

Rendimientos a escala 26

Residuos cítricos 159, 160, 163

Riesgo de desastre 170, 174

Rotating disc electrode 185, 188, 191

## S

Segregación y microestructura 215

Software 112, 133, 134, 136, 141, 142, 213

## T

Tafel slope 185, 193, 194, 195

Transformación Digital 89, 90, 91, 92, 93, 94, 100, 101, 102

Trasferimento internazionale di dati 143

Turismo cultural 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 227

## U

Universidades 4, 24, 125, 126, 128, 129, 130, 132, 227

## Z

Zea mays 165