



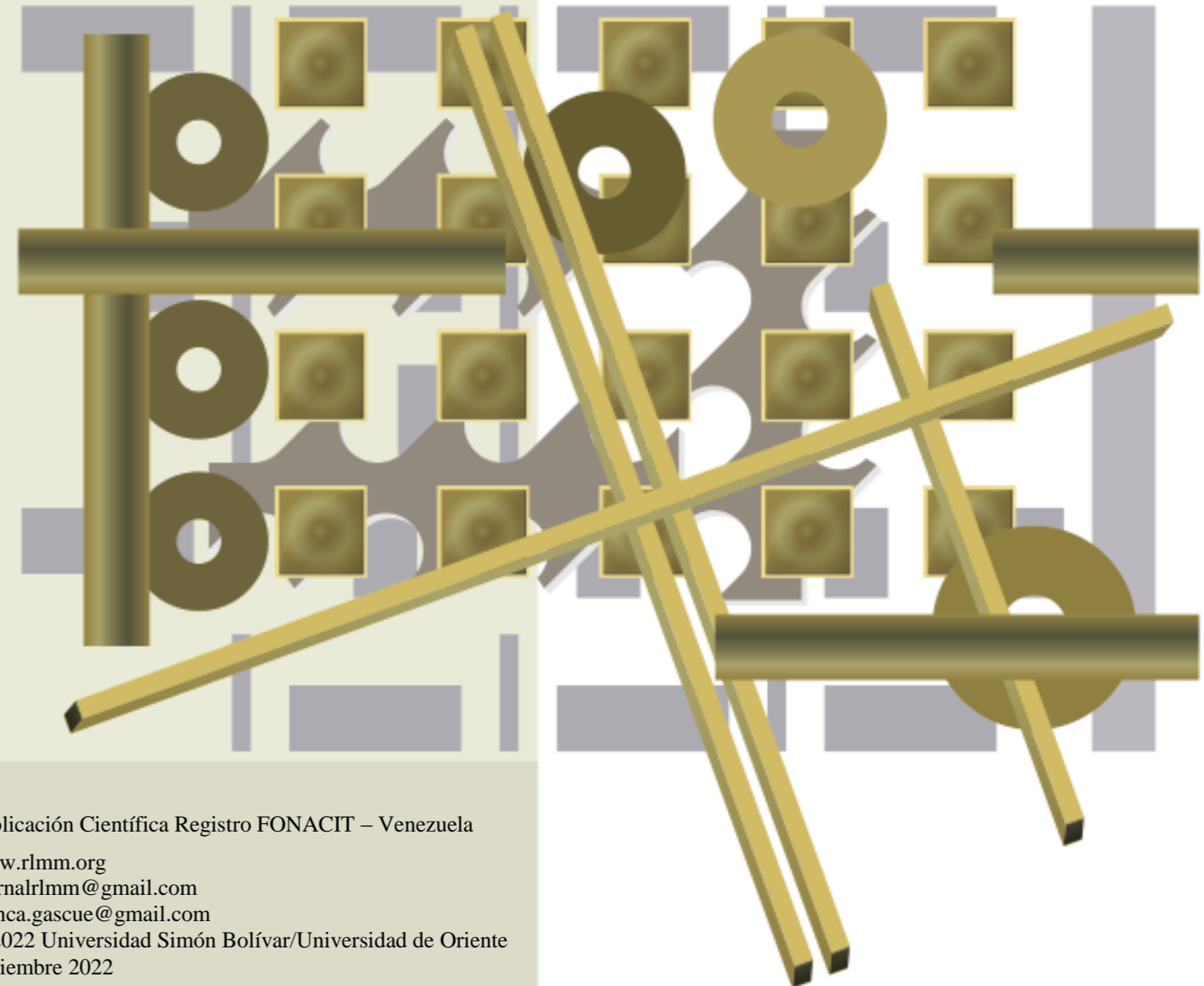
Revista Latinoamericana de Metalurgia y Materiales

Rev. LatinAm. Metal. Mater

Universidad Simón Bolívar
Caracas, Venezuela

Vol. S 9 (p.1-34)

Revista Latinoamericana de Metalurgia y Materiales



Dirección (address): Dpto. de Ciencia de los Materiales. Universidad Simón Bolívar (USB). Edif. MEM, 2do Piso, Of. 207C. Sartenejas, Baruta - Miranda, Aptdo 89000. Caracas 1080-A. Venezuela.
Teléfonos (Phone numbers): Directo: 0058-212-9063387 y 3389, ext. 104; 0058-212-9063930 / 3931 Fax: 0058-212-9063388

Publicación Científica Registro FONACIT – Venezuela

www.rlmm.org

journalrlmm@gmail.com

blanca.gascue@gmail.com

© 2022 Universidad Simón Bolívar/Universidad de Oriente
Diciembre 2022

EDITORIAL

Esta edición especial de la Revista Latinoamericana de Metalurgia y Materiales (RLMM) contiene algunas de las mejores presentaciones realizadas durante el “XI Congreso Científico de la UDO”, del área de Ingeniería y las ciencias básicas afines de Física y Química aplicada.

En la tarea de ganarle la lucha a la paralización de la Academia e Investigación, que conllevó la situación de retiro social declarada mundialmente desde marzo del 2020 producto de la pandemia originada por el virus COVID19, se celebró el “XI Congreso Científico de la UDO en modalidad online a finales del 2020”.

El XI Congreso estuvo a la vanguardia del reto virtual de la academia e investigación optimizando la visibilidad mundial en estos tiempos de cambio. Nació considerando las tendencias de los profesores, investigadores y tesis para compartir investigaciones con sus pares, a través de intercambios online semi-presenciales asistidos por diversas tecnologías. En esta ocasión el carácter online del XI Congreso propició la participación de los investigadores activos en el Oriente y resto del país, así como a los cientos de egresados y profesionales que se encuentran activos académicamente en Venezuela y en otras latitudes, enriqueciendo el nivel académico del evento y las oportunidades de intercambio científico.

Agradecidos con los revisores que colaboraron desde diferentes latitudes y, especialmente, con los autores por su interés en publicar sus resultados experimentales en este Suplemento especial de la RLMM.

Les invitamos a visitar nuestra página

web: www.rlmm.org

Donde podrán encontrar la versión digital correspondiente a este SUPLEMENTO número 9 de la RLMM.

Atentamente,

Blanca Rojas de Gascue
Editora RLMM

CONTENIDO: Suplemento S9 (2022)

CONTENTS: Supplementary Articles S9 (2022)

EDITORIAL

Rev. LatinAm. Metal. Mat. 2022, S9: 1

ARTÍCULOS SUPLEMENTO

SÍNTESIS, ANÁLISIS TÉRMICO Y CARACTERIZACIÓN ESTRUCTURAL DEL COMPUESTO Ag_2GeSe_3

Manuel Zambrano, Juan Rodríguez, Ernesto Calderon, Braulio Fernández, Luis Nieves, Leticia Mogollón

Rev. LatinAm. Metal. Mat. 2022, S9: 2-5

CONTROL PID MULTIVARIABLE DE UN PROTOTIPO DE HELICÓPTERO DE DOS GRADOS DE LIBERTAD UTILIZANDO ALGORITMOS EVOLUTIVOS

Ricardo Villalonga

Rev. LatinAm. Metal. Mat. 2022, S9: 6-11

PELÍCULAS PLÁSTICAS: PROCESAMIENTO DE DATOS DEL PROCESO DE GRANULACIÓN EN HERIDAS DE FRACTURAS ABIERTAS RECUBIERTAS CON PVC

Alexander Restrepo, Patricia Romero, Ernesto Pereira, Blanca Rojas de Gáscue

Rev. LatinAm. Metal. Mat. 2022, S9: 12-15

CUANTIFICACIÓN DE HIERRO TOTAL EN MUESTRAS DE MINERAL DE HIERRO A TRAVÉS DE LA TÉCNICA DE DIFRACCIÓN DE RAYOS X

Josué Mago, Iremis Cedeño

Rev. LatinAm. Metal. Mat. 2022, S9: 16-19

CARACTERIZACIÓN ESTRUCTURAL Y MAGNÉTICA DEL COMPUESTO CdGaCrSe_4

Leticia Mogollón, Vicente Sagredo y Joao Sinneiker

Rev. LatinAm. Metal. Mat. 2022, S9: 20-24

INSTRUCCIONES PARA EL AUTOR

Rev. LatinAm. Metal. Mat. 2022, S9: 25-31

INFORMACIÓN DE LA REVISTA

Rev. LatinAm. Metal. Mat. 2022, S9: 32-34

SÍNTESIS, ANÁLISIS TÉRMICO Y CARACTERIZACIÓN ESTRUCTURAL DEL COMPUESTO Ag_2GeSe_3

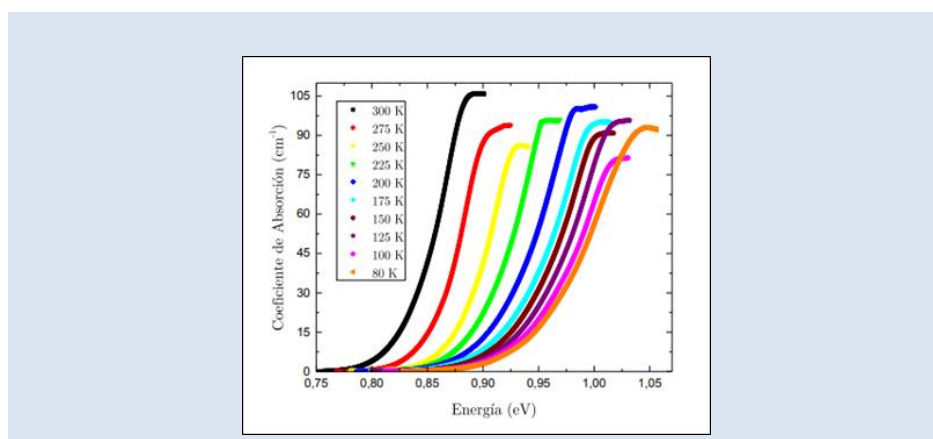
Manuel Zambrano¹, Juan Rodríguez², Ernesto Calderon¹, Braulio Fernández¹, Luis Nieves¹, Leticia Mogollón³.

1: Centro de Estudios de Semiconductores, Departamento de Física, Facultad de Ciencias, Universidad de Los Andes, Mérida 5101, Venezuela.

2: OPEMLab, Departamento de Física, Universidade Federal do Ceará Campus do Pici, 65455-900, Fortaleza - CE Brazil.

3: Universidad Politécnica Territorial de Mérida “Kléber Ramírez” (UPTMKR). Coordinación de Fomento de Investigación y Creación Intelectual (FICI). Grupo de Investigación de Nanotecnología (GINANO). Mérida-Venezuela.

* e-mail: zambraneof@gmail.com, ernestcalderon1@gmail.com, leticiamogollon@gmail.com.



RESUMEN

El compuesto ternario Ag_2GeSe_3 pertenece a la familia de los compuestos I_2IVVI_3 de derivación catiónica adamantana con empaquetamiento aniónico cúbico proveniente de la estructura esfalerita. Se obtuvieron muestras policristalinas sintetizadas por el método de transporte en la fase de vapor, cuya pureza de los elementos constituyentes eran de 5N. El semiconductor Ag_2GeSe_3 se caracterizó por las técnicas de análisis térmico diferencial, absorción óptica y difracción de rayos X, cuyos resultados indican que su punto de fusión se encuentra a una temperatura de 794 K, posee una brecha de energía directa de 0.851 eV a presión y temperatura ambiente, a su vez el patrón de difracción muestra la presencia de un 86,5 % de la fase principal Ag_2GeSe_3 y un 11,5 % de una fase secundaria identificada como GeSe. El refinamiento de los parámetros de celda establece que la fase principal del compuesto Ag_2GeSe_3 cristaliza en una estructura cuya simetría es monoclinica, con un grupo espacial $\text{C}2/c$ ($N^\circ 15$), $Z = 4$, y cuyo valor de los parámetros de la celda unidad son: $a = 6,775(8) \text{ \AA}$, $b = 22,581(3) \text{ \AA}$, $c = 11,635(5) \text{ \AA}$, con un ángulo $\beta = 97,08(2)^\circ$ y el volumen de la celda unidad $V = 1766,48 \text{ \AA}^3$. El refinamiento de parámetros convergió a las figuras de mérito $M(20) = 11,2$; $F(20) = 21,2$ (0,0052; 490); para 490 reflexiones independientes.

Palabras claves: Semiconductores; Síntesis; Estructura Cristalina; Absorción óptica.

SYNTHESIS, THERMAL ANALYSIS AND STRUCTURAL CHARACTERIZATION OF THE COMPOUND Ag_2GeSe_3

ABSTRACT

The ternary compound Ag_2GeSe_3 belongs to the I_2IVVI_3 family of adamantane cationic derivation compounds with cubic anionic packing originating from the sphalerite structure. Polycrystalline samples synthesized by the transport method in the vapor phase, whose purity of the constituent elements 5N, were obtained. The Ag_2GeSe_3 semiconductor was characterized by differential thermal analysis, optical absorption and X-ray diffraction techniques, the results of which indicate that its melting point is at a temperature of 794 K, has a

direct energy gap of 0.851 eV at pressure and room temperature, in turn the diffraction pattern shows the presence of 86.5% of the main phase Ag_2GeSe_3 and 11.5% of a secondary phase identified as GeSe. The refinement of the cell parameters establishes that the main phase of the compound Ag_2GeSe_3 crystallizes in a structure whose symmetry is monoclinic, with a space group $C2/c$ (No. 15), $Z = 4$, and whose value of the unit cell parameters are: $a = 6.775$ (8) Å, $b = 22.581$ (3) Å, $c = 11.635$ (5) Å, with an angle $\beta = 97.08$ (2) ° and the unit cell volume $V = 1766.48$ Å³. The refinement of parameters converged to the figures of merit $M(20) = 11.2$; $F(20) = 21.2$ (0.0052, 490); for 490 independent reflections.

Keywords: Semiconductors; Synthesis; Crystal Structure; Optical absorption

1. INTRODUCCIÓN

Los compuestos isoestructurales con ternarios de familias $I_2\text{-IV-VI}_3$ (con $I=\text{Ag}$, $\text{IV}=\text{Ge}$ y $\text{VI}=\text{Se}$) análogos en valencia a los semiconductores binarios $I\text{-VI}$ han sido de mucho interés debido a sus propiedades físicas y potenciales aplicaciones tecnológicas [1]. En particular en el desarrollo de sensores acústicos-ópticos, termoelectricos y fotovoltaicos [2]. Estos semiconductores poseen una baja brecha de energía y punto de fusión, lo cual representa una aplicación importante en las celdas fotovoltaicas.

2. PARTE EXPERIMENTAL

2.1 Síntesis y Análisis Térmico Diferencial (DTA)

El semiconductor fue sintetizado por el método de fusión directa y recocido de sus elementos puros con una pureza nominal del 99,999 %. Se calcularon y se pesaron estequiométricamente las cantidades exactas de los elementos constituyentes, se retiraron impurezas con ácido nítrico (HNO_3), ácido clorhídrico (HCl) y acetona (CH_3COCH_3). El lingote se preparó con un peso total de 6 g, calculado el peso molecular de Ag_2GeSe_3 se procedió a calcular la cantidad de cada elemento en el semiconductor, obteniéndose $\text{Ag} = 2,4599$ g, $\text{Ge} = 0,8278$ g y $\text{Se} = 2,7123$ g. Los elementos se depositaron en una capsulada de cuarzo a 10^{-6} Torr de vacío. La mezcla se mantuvo dos días a una temperatura de 230 °C, luego se aumentó gradualmente a una relación de 50 °C/día, culminando con una temperatura final de 1000 °C. El proceso de enfriamiento se realizó a una tasa de 10 °C/h hasta una temperatura de 600 °C, el proceso se realizó por 15 días. Las medidas se realizaron utilizando el equipo DTA-7 de la empresa Perkin-Elmer y el proceso consistió en moler 105 mg del compuesto Ag_2GeSe_3 en un mortero de ágata, posteriormente se introdujo en el equipo con tasas de calentamiento y enfriamiento de 40 °C/min para un intervalo entre 400 °C a 1.150 °C.

2.2 Difracción de Rayos X (DRX)

Los datos recopilados mediante esta técnica se obtuvieron en un difractómetro de muestras policristalinas SIEMENS, Modelo D5005. Los datos del patrón de difracción se obtuvieron en un rango de 2θ desde 10° hasta 75° con un paso de 0,02° y tiempo de exposición de 0,4 s/paso, obteniéndose el patrón que se muestra en la figura 1.

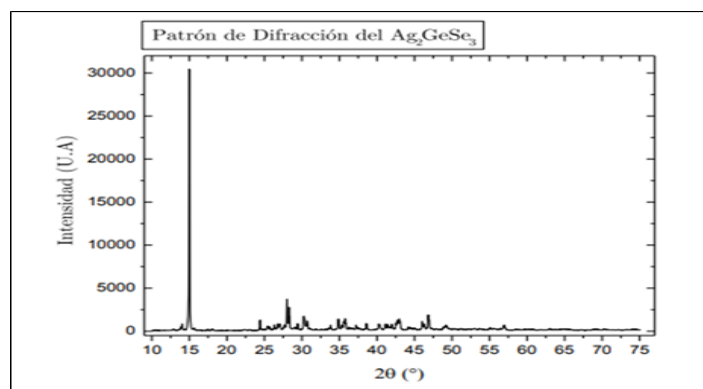


Figura 1. Patrón de difracción del compuesto Ag_2GeSe_3

2.3 Absorción Óptica

Se utilizó un sistema óptico conformado por: Un monocromador modelo Spex de tres redes de difracción (300, 600 y 1200 líneas/mm), una lámpara de halógeno de tungsteno de 1000 W regulada por un autotransformador tipo (Variac); una lente de cuarzo (40 mm ó 35 mm), un chopper para filtrar frecuencias no deseadas, por otra parte, para medir a bajas temperaturas se utilizó un criostato de la empresa Cryodyne modelo 22c/350C y un detector de germanio con respuesta espectral de 2,48 eV a los 0,62 eV (500 nm a 2000 nm). El chopper y el detector fueron conectados a un amplificador Lock-in, el cual conjuntamente con el monocromador fueron controlados por un interface de control conectada a un computador.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Síntesis y Análisis Térmico Diferencial (DTA)

La figura 2 del termograma de DTA del compuesto Ag_2GeSe_3 presenta dos transiciones de fase en la curva de calentamiento, la primera a una temperatura de $T=794$ K definida como el punto de fusión del material y la segunda a $T=860$ K asociada a una transformación sólido-sólido. En la curva de enfriamiento se observa una única fase para el compuesto Ag_2GeSe_3 a temperatura $T=903$ K definida como el punto de solidificación del compuesto.

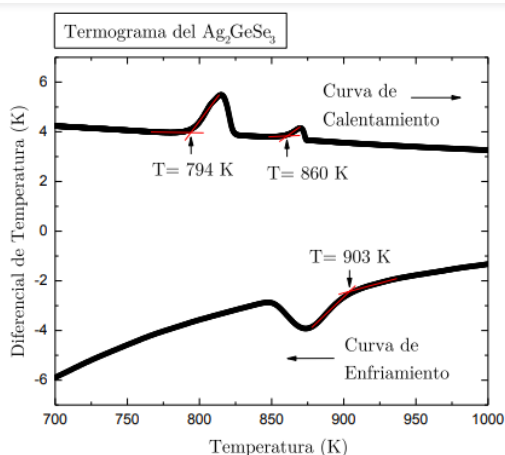


Figura 2. Termograma del Semiconductor Ag_2GeSe_3 . [6]

3.2. DRX

Para determinar la simetría cristalina, los parámetros de celda y posible estructura del compuesto Ag_2GeSe_3 se utilizaron el programa DICVOL 91 [3,4]. La primera indexación se realizó tomando en cuenta los picos del patrón de difracciones más intensas. Los resultados obtenidos para la primera indexación fueron una red cristalina monoclinica con parámetros de red; $a=24,594(6)$ Å, $b=7,186(2)$ Å, $c=13,254(2)$ Å, $\beta=91,93^0(2)$ y $V=2341,14$ Å³, con figuras de Mérito $M(20)=12,0$ y $F(20)=23,6$ (0,0064:132). Posteriormente fue realizado el proceso de refinamiento de parámetros de celda y asignación de posibles grupos espaciales con el programa NBS*AIDS [5] estableciendo que la fase principal del compuesto Ag_2GeSe_3 cristaliza en una estructura con simetría monoclinica, grupo espacial $C2/c$ (N° 15), $Z=4$, con parámetros de la celda unidad $a=6,775(8)$ Å, $b=22,581(3)$ Å, $c=11,635(5)$ Å, $\beta=97,08(2)^\circ$, y el volumen de la celda unidad $V=1766,48$ Å³. El refinamiento de parámetros convergió a las figuras de Mérito $M(20)=11,2$; $F(20)=21,2$ (0,0052; 490). Los máximos que no indexaron en la simetría de la fase estructural principal se asignaron a una fase secundaria de los binarios IV-VI₃ determinadas por Calvert [7] correspondiente al GeSe_3 con estructura monoclinica, grupo espacial $P21/c$ (14).

3.3. Absorción Óptica

Los espectros de absorción óptica fueron realizados en un rango desde 1181nm a 1674 nm (0,74 eV a 1,05 eV), para muestras de espesor de 0,050 cm. En la figura 3 se puede apreciar I_t/I_0 en función de la Temperatura desde 80 K hasta 300 K. La brecha de energía se determinó utilizando el modelo de Elliot-Toyosawa, se discriminó el primer término a bajas temperaturas para la contribución excitónica, no presente en las medidas. Para el semiconductor Ag_2GeSe_3 se determinó que la brecha de energía calculada de manera directa fue $E_g=0,851\text{eV}$ y con el modelo de Elliot-Toyosawa $E_g = 0,859 \text{ eV}$, obteniéndose una discrepancia del 0,93 % entre ambos valores. Se puede observar el comportamiento homotético característico de los semiconductores a brecha de energía directa y su respectivo ajuste teórico de los datos experimentales. La variación de la brecha de energía con la temperatura muestra una disminución a medida que la temperatura disminuye.

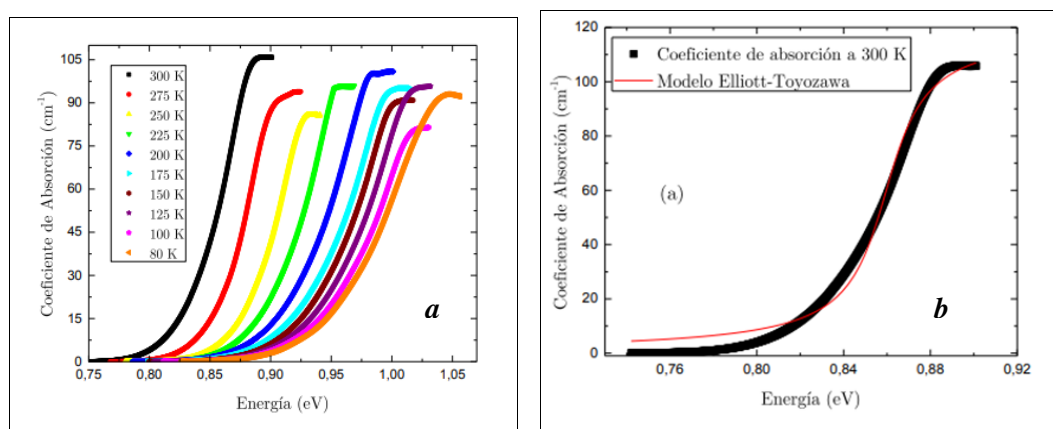


Figura 3. a) Coeficiente de absorción vs Energía en el rango de 300 K a 80 K para el Ag_2GeSe_3 [6], b) Ajuste del modelo de Elliot-Toyosawa para Ag_2GeSe_3 . [6]

4. CONCLUSIONES

Los resultados de este trabajo demostraron que el compuesto Ag_2GeSe_3 sintetizado por fusión directa de sus elementos constituyentes en proporción estequiometría, permite obtener cristales de calidad, su análisis de DTA mostró que poseen transiciones de fases estructurales, con una fase principal del ternario Ag_2GeSe_3 y otra fase secundaria del binario GeSe_3 y ambos crecen en una estructura monoclinica y diferentes grupos espaciales, es recomendable hacer estudios de difracción de rayos X de cristal único, para determinar sus estructuras cristalinas. Su caracterización óptica presenta una brecha de energía de un semiconductor de brecha estrecha, el efecto de la temperatura sobre la brecha de energía establece la existencia de procesos de dispersión que deben ser estudiados a temperaturas $T < 80^\circ\text{C}$

5. REFERENCIAS

- [1]. Calderón E, Villareal M, Fernández B, Salas M, Pérez J, Nieves L, *Rev. LatinAm. Metal. Mat.* 2013; 33(2): 265-271.
- [2]. Márquez R, Rincón C. *Materials Letters*, 1999; 40: 66-70.
- [3]. Boultif A, Loüer D. *J. Appl. Cryst.* 2004; 37: 724-731
- [4]. De Wolff, P. M. *J. Appl. Cryst.* 1968; 24: 108-113.
- [5]. Mighell D, Hubbard CR, Stalick JK, “NBS*AID80: A FORTRAN Program for Crystallographic Data Evaluation”, National Bureau of Standard (USA), Tech. Note 1141(NBS*AID91 es una versión mejorada del NBS*AIDS89).
- [6]. Rodríguez, J. 2016. Caracterización estructural y estudio en función de la temperatura de las propiedades ópticas de los semiconductores de la familia Ag_2GeSe_3 y Ag_2SnSe_3 , Tesis de Licenciatura. ULA.

[7]. Calvert L. National Research Council of Canada, Ottawa, Canada. ICDD Grant-in-Aid. (1978).

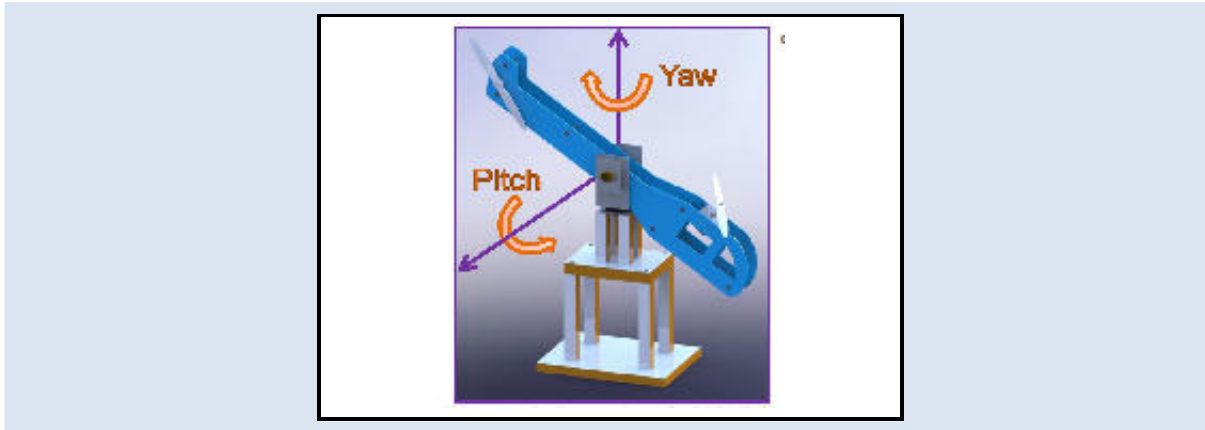
CONTROL PID MULTIVARIABLE DE UN PROTOTIPO DE HELICÓPTERO DE DOS GRADOS DE LIBERTAD UTILIZANDO ALGORITMOS EVOLUTIVOS

Ricardo Villalonga^{1*}, Luis Parraguez¹, Danilo Navarro¹, José Eduardo Rengel²

1: Universidad de Oriente, Núcleo de Anzoátegui, Postgrado en Ingeniería Eléctrica, Barcelona, Venezuela.

2: Universidad de Oriente, Núcleo de Anzoátegui. Departamento de Ingeniería Mecánica, Venezuela

* e-mail: villalonga.ricardo@gmail.com



RESUMEN

El desarrollo de aplicaciones de control para helicópteros representa un gran desafío por sus numerosos grados de libertad, su predominante dinámica no lineal y el fuerte acoplamiento entre sus variables. Para abordar esta problemática, se construyó un prototipo a escala de un helicóptero de dos grados de libertad (H2-GdL) utilizando materiales de bajo costo y tecnologías open source (Arduino y Scilab / Xcos). El modelo del prototipo se obtuvo con el toolbox de identificación de sistemas de MATLAB y luego se analizó la interacción entre las variables del sistema. Como estrategia de control, se emplearon controladores PID-2GdL ideales con filtro de primer orden y desacoplo estático. Los controladores se sintonizaron con los algoritmos evolutivos: optimización por enjambre de partículas (PSO) y búsqueda de cuco (CS), minimizando mediante simulación por lotes una función multiobjetivo que contempló los índices de desempeño IAE e IAU. Los mejores modelos identificados en lazo abierto con el método del error de predicción (PEM) presentaron estructuras Box Jenkins y ARMAX con una precisión moderada, los cuales arrojaron los menores errores durante la estimación y validación. La técnica de control aplicada permite obtener controladores PID con excelentes prestaciones, baja variabilidad, adecuada robustez para el seguimiento de la referencia y el rechazo de perturbaciones de carga con un mínimo error en estado estacionario y un esfuerzo de control aceptable.

Palabras Clave: H2-GdL, Arduino, Scilab, identificación de sistemas, desacoplo, PID-2GdL, PSO y CS.

MULTIVARIABLE PID CONTROL OF A TWO-DEGREE-OF-FREEDOM HELICOPTER PROTOTYPE USING EVOLUTIONARY ALGORITHMS

ABSTRACT

The development of helicopter control applications represents a great challenge due to its several degrees of freedom, its predominantly non-linear dynamics and the strong coupling between its variables. To tackle this problem, a scale prototype of a two-degrees-of-freedom (2-DOF) helicopter was built using low-cost materials and open source technologies (Arduino and Scilab / Xcos). The prototype model is obtained with the MATLAB systems identification toolbox and then the interaction between the system variables is analyzed. As a control strategy, ideal PID-2GdL controllers with first order filter and static decoupling were used. The controllers were tuned to the evolutionary algorithms: particle swarm optimization (PSO) and cuckoo search (CS), minimizing by batch simulation a multiobjective function that contemplated the performance indices IAE and IAU. The best models identified in open-loop with the prediction error method (PEM) presented Box Jenkins and ARMAX structures with a moderate precision, which yielded the minor errors during the estimation and validation. The applied control technique allows obtaining PID controllers with excellent performance, low variability, adequate robustness for reference tracking and load disturbance rejection with a

minimum error in steady state and an acceptable control effort.

Keywords: 2-DOF helicopter, Arduino, Scilab, system identification, decoupling, PID-2GdL, PSO and CS.

1. INTRODUCCIÓN

El H2-GdL es un sistema aerodinámico, multivariable, no lineal y altamente acoplado que permite observar un comportamiento simplificado del helicóptero real con un número reducido de grados de libertad. Consiste en un modelo de helicóptero montado sobre una base fija con dos hélices que son accionadas por motores de corriente continua. La hélice frontal controla la inclinación del helicóptero alrededor del eje de elevación o cabeceo (pitch) y la hélice trasera controla los movimientos alrededor del eje de dirección o guiñada (yaw), dichos ejes se muestran en la Figura 1. El control de un H2-GdL representa un gran desafío por el fuerte acoplamiento entre sus actuadores y la dinámica no lineal del sistema, motivo por el cual el H2-GdL es una elección frecuente para el estudio de diferentes estrategias de control (adaptativo, predictivo, óptimo, robusto, híbrido, entre otros.) en sistemas multivariables de dos entradas y dos salidas (TITO). Es por esta razón, que en este artículo se evaluó el control proporcional, integral y derivativo (PID) multivariable en un prototipo de H2-GdL desarrollado bajo un enfoque software in the loop (SIL).

2. PARTE EXPERIMENTAL

2.1. Diseño y Construcción del Prototipo

El prototipo fue diseñado y construido tomando como base el H2-GdL del fabricante Quanser y los prototipos desarrollados en otros trabajos. El control del H2-GdL se efectuó por medio de la comunicación serial (USB) entre un computador con el *software* Scilab / Xcos y la placa de desarrollo Arduino UNO, la cual realizó la lectura de las señales analógicas que indican las posiciones angulares en los ejes de *pitch* y *yaw* (variables controladas). Además, la placa Arduino UNO transmitió señales digitales tipo *PWM* de 5 Vcc de amplitud a las entradas de los amplificadores del *driver* L293B, el cual a su vez suministró en las respectivas salidas señales PWM con una amplitud menor a 12 VCC al motor principal y de cola (variables manipuladas). El voltaje de alimentación de los motores fue proporcionado por un adaptador eléctrico. El diagrama de bloques del sistema de adquisición de datos y control (SAD&C) se muestra en la Figura 1.



Figura 1. Prototipo de H2-GdL con ejes de rotación y diagrama de bloques del SAD&C

2.2. Identificación del Sistema

El modelo lineal del H2-GdL se obtuvo con la ayuda del *toolbox* de identificación de sistemas de MATLAB, utilizando un enfoque de identificación en lazo abierto con señales de excitación tipo *PWM* (*Pulse-Width Modulation*), una cantidad de 60 muestras y un período de muestreo de 0,1 seg, el cual fue seleccionado por medio del análisis del espectro de frecuencia de las señales medidas y la respuesta dinámica en lazo cerrado, cumpliendo con el teorema de Nyquist y Shannon. La primera mitad de los datos

registrados se utilizaron en la identificación y la otra mitad en la validación de los modelos. La Figura 2(a) muestra el diagrama de bloques con los mejores modelos paramétricos obtenidos, los cuales fueron seleccionados tomando en cuenta el menor error de predicción final (*FPE*), el menor error medio cuadrático (*MSE*), el menor número de parámetros posibles, la estabilidad absoluta y relativa, la autocorrelación de los residuos de las salidas, la correlación cruzada entre las entradas y los residuos de las salidas, que las funciones de transferencia fueran propias, el mejor ajuste de los datos de estimación y validación.

2.3. Evaluación del Acoplamiento

Partiendo del modelo obtenido, se evaluó la interacción entre las variables de entrada y salida del sistema, observando un mayor acoplamiento del voltaje del motor de pitch sobre el ángulo de yaw, que del voltaje del motor de yaw sobre el ángulo de pitch. Por lo tanto, para reducir dicha interacción en estado estacionario o en bajas frecuencias se obtuvo el desacoplador estático mostrado en la Figura 2(b).

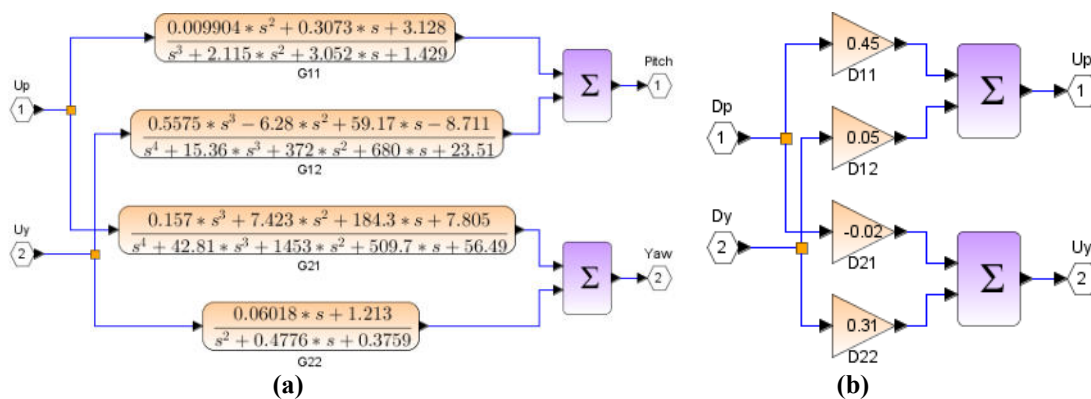


Figura 2. Diagramas de bloques del modelo lineal del H2-GdL (a) y de la red de desacoplo estático (b).

2.4. Sintonización de los Controladores PID de 2-GdL

Con el propósito de garantizar un buen compromiso entre el seguimiento del punto de consigna (servo control) y el rechazo de perturbaciones externas (control regulatorio), reduciendo a su vez el efecto del ruido en la señal de control, se implementó la forma ideal del controlador PID de 2-GdL con filtrado de la señal medida (1) dada por Alfaro y Vilanova [1].

$$U(s) = K_p \cdot \left[\left(\beta + \frac{1}{T_i \cdot s} \right) \cdot R(s) - \left(1 + \frac{1}{T_i \cdot s} + T_d \cdot s \right) \cdot \left(\frac{1}{T_f \cdot s + 1} \right) \cdot Y(s) \right] \quad (1)$$

donde $U(s)$ es la señal de salida del controlador, $Y(s)$ es la variable controlada del proceso, K_p es la ganancia proporcional, T_i es la constante de tiempo integral, T_d es la constante de tiempo derivativa, β es la ponderación del punto de consigna (*set-point*), T_f es la constante de tiempo del filtro de primer orden de la señal medida, que viene dada por $T_f = T_d / N$, donde N es llamada ganancia derivativa.

La sintonización de los controladores primero se realizó utilizando la herramienta *PID Tuner* de MATLAB bajo un enfoque de diseño equilibrado, y luego a través de los algoritmos evolutivos *PSO* y *CS*, los cuales fueron implementados con el *software* Scilab / Xcos en un computador con sistema operativo Windows 7 de 64 bits. Para *PSO* se empleó el algoritmo desarrollado por Parraguez [2], considerando una topología de vecindario del mejor global, un control de inercia constante, un factor de forma normal, un peso de inercia $w = 0,729$, una constante cognitiva $c_1 = 1,49445$ y una constante social $c_2 = 1,49445$. Con respecto a *CS*,

se aplicó el algoritmo elaborado por Yang [3] con una probabilidad de descubrimiento de huevos ajenos $p_a = 0,25$. Ambos algoritmos contemplaron una dimensión del problema de 8 variables $[K_{p(\theta)}, T_{i(\theta)}, T_{d(\theta)}, \beta_\theta, K_{p(\psi)}, T_{i(\psi)}, T_{d(\psi)}, \beta_\psi]$ con $T_f = T_d / 5$, un tamaño de la población o número de nidos de 10 soluciones y un número máximo de 100 iteraciones. El dominio de búsqueda fue acotado entre un límite inferior de $[0.1, 0.1, 0, 0, 0.1, 0.1, 0, 0]$ y un límite superior de $[15, 5, 5, 1, 15, 5, 5, 1]$. La función multiobjetivo consistió en la minimización de los índices de desempeño de la integral del valor absoluto del error (*IAE*) y la integral del valor absoluto del esfuerzo de control (*IAU*). La función de costo total (J_T) fue:

$$J_\theta = p_{e(\theta)} \cdot J_{IAE(\theta)} + p_{u(\theta)} \cdot J_{IAU(\theta)} \tag{2}$$

$$J_\psi = p_{e(\psi)} \cdot J_{IAE(\psi)} + p_{u(\psi)} \cdot J_{IAU(\psi)} \tag{3}$$

$$J_T = J_\theta + J_\psi \tag{4}$$

donde p_e y p_u son los pesos que permiten dar mayor o menor relevancia a los términos de la función multiobjetivo, dependiendo de los requerimientos establecidos. Los índices *IAE* e *IAU* vienen dados por:

$$J_{IAE} = \int_0^\infty |e(t)| \cdot dt \quad \text{y} \quad J_{IAU} = \int_0^\infty |u(t)| \cdot dt \tag{5}$$

En la optimización se consideraron pesos iguales a la unidad. La evaluación de la función multiobjetivo fue realizada mediante simulación por lotes de un diagrama de bloques elaborado en el entorno Xcos de Scilab, el cual contempló señales de referencia y perturbaciones externas tipo escalón unitario.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las Figuras 3 y 4 se muestran las respuestas dinámicas y las señales de control obtenidas aplicando los controladores PID-2GdL ideales con filtro sintonizados con *PID Tuner*, *PSO* y *CS*. En el cuadro de leyendas de las variables controladas se indican los parámetros de los controladores $[K_p, T_i, T_d, T_f, \beta]$ siendo $T_f = T_d / 5$, junto con los valores característicos de la respuesta dinámica para el seguimiento de la referencia: el sobreimpulso máximo (M_p), el tiempo de asentamiento (t_s) para el criterio del 2% de la salida en estado estacionario y el tiempo de subida (t_r) para una respuesta subamortiguada (10-90%).

En la Tabla 1 se observan los valores de costo del error y del esfuerzo de control obtenidos para cada grado de libertad utilizando *PID Tuner* y los algoritmos evolutivos (*PSO* / *CS*), también se indica la iteración donde se encontró el mejor costo total y el tiempo de ejecución para el número máximo de iteraciones.

Tabla 1. Resultados obtenidos con *PID Tuner* y los algoritmos evolutivos.

Método	$J_{IAE(\theta)}$	$J_{IAU(\theta)}$	$J_{IAE(\psi)}$	$J_{IAU(\psi)}$	Mejor costo total	Iteración del mejor costo total	Tiempo de ejecución [min]
<i>PID Tuner</i>	5,686	29,407	7,204	18,277	60,575	N/A	N/A
<i>PSO</i>	2,478	29,562	1,796	17,136	50,973	87	36,077
<i>CS</i>	2,445	29,615	1,558	17,343	50,961	89	89,898

Los controladores PID-2GdL sintonizados con *PID Tuner* bajo el enfoque de diseño equilibrado produjeron el menor sobrepaso para el seguimiento de la referencia, pero grandes sobreimpulsos ante la presencia de perturbaciones de carga, lo cual se evidencia en las respuestas dinámicas de la Figura 3. Además, según la Tabla 1 se puede inferir que los controladores obtenidos con esta herramienta presentaron mayor error y acciones de control menos bruscas como se muestra en la Figura 4. *PSO* demostró ser más rápido en culminar el total de las iteraciones con respecto a *CS* de acuerdo a la Tabla 1; sin embargo, ambos convergieron a valores

óptimos con costos totales (J) muy cercanos y las respuestas transitorias presentaron el menor error (IAE) y un esfuerzo de control (IAU) moderado. Los controladores con mayor robustez fueron los obtenidos mediante el algoritmo de $PID-Tuner$ para el ángulo de $pitch$ y PSO para el ángulo de yaw . Las salidas de los controladores mostradas en la Figura 4 revelan que los controladores sintonizados con los algoritmos evolutivos son más agresivos, aunque presentan un buen compromiso entre el seguimiento de la referencia y el rechazo de perturbaciones de carga. El espacio de búsqueda establecido para los algoritmos evolutivos permite obtener dos esquemas adicionales de control: PI-D con filtrado de la señal medida para $\beta = 1$ e I-PD con filtrado de la señal medida para $\beta = 0$.

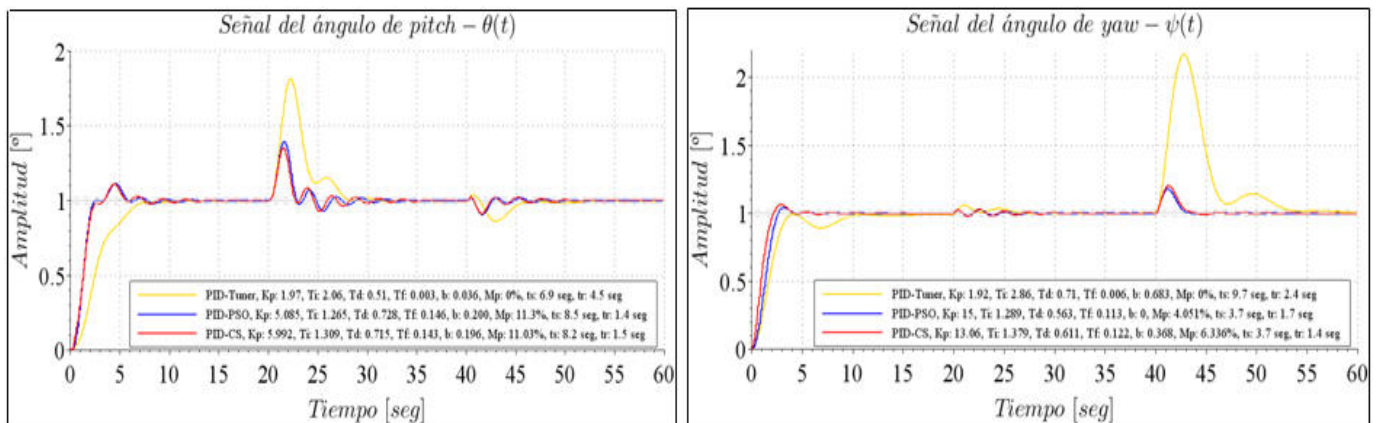


Figura 3. Respuestas dinámicas de $\theta(t)$ (arriba) y $\psi(t)$ (abajo) obtenidas con los controladores sintonizados con $PID Tuner$, PSO y CS .

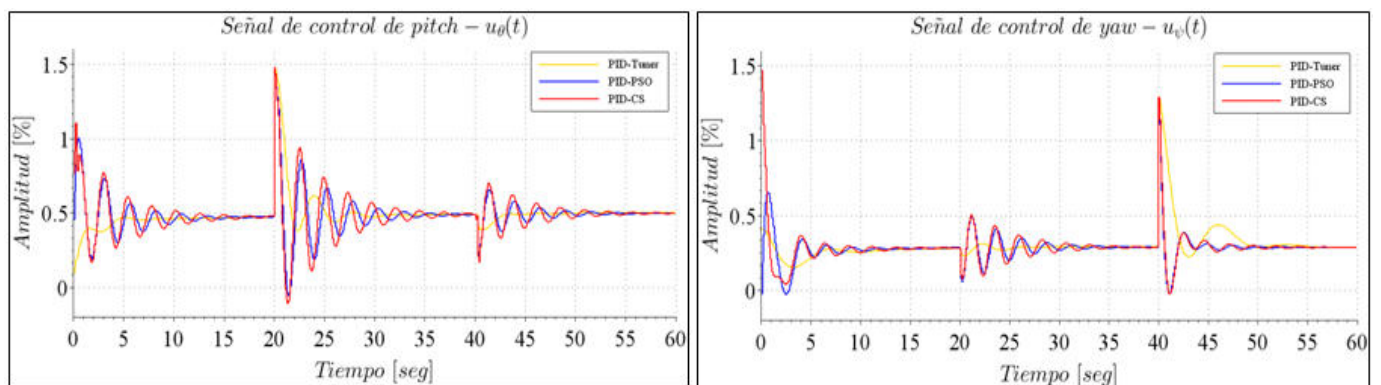


Figura 4. Señales de control $u_{\theta}(t)$ (arriba) y $u_{\psi}(t)$ (abajo) obtenidas con los controladores sintonizados con $PID Tuner$, PSO y CS .

4. CONCLUSIONES

La identificación del H2-GdL con el *toolbox* de MATLAB arrojó modelos moderadamente precisos que contemplaron parte de la dinámica de la planta real utilizando señales de excitación tipo pulso de amplitud y período constante. La aplicación del desacoplador estático sobre el prototipo redujo la interacción entre las variables en régimen estacionario con un consecuente aumento de la estabilidad del sistema. El mejor desempeño durante las pruebas funcionales de la plataforma experimental se obtuvo con los controladores PID-2GdL sintonizados con los algoritmos evolutivos tanto para el seguimiento de la referencia como para el

rechazo de perturbaciones de carga, mientras que los controladores obtenidos con *PID Tuner* arrojaron tiempos de asentamiento muy grandes. La entonación de los controladores PID-2GdL mediante algoritmos evolutivos (*PSO / CS*) y simulación por lotes utilizando las herramientas Scilab / Xcos representa una excelente estrategia para sintonizar con éxito sistemas de control *MIMO* con fuertes interacciones.

5. REFERENCIAS

- [1]. Alfaro V, Vilanova R. “Conversion formulae and performance capabilities of two-degree-of-freedom PID control algorithms”, in 17th *IEEE International Conference on Emerging Technologies & Factory Automation, ETFA 2012*, September 17-21, 2012, Kraków, Polonia.
- [2]. Parraguez, L. “Control predictivo basado en modelos mediante algoritmos evolutivos paralelos”, Trabajo de Grado de Maestría, Universidad de Oriente, Barcelona, Venezuela, 2014.
- [3]. Yang, X. “Cuckoo search (CS) algorithm. Version 1.3.0.0”, *The MathWorks, Inc.*, 2013. [Online]. Available: <https://la.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/29809-cuckoo-search-cs-algorithm>.

PELÍCULAS PLÁSTICAS: PROCESAMIENTO DE DATOS DEL PROCESO DE GRANULACIÓN EN HERIDAS DE FRACTURAS ABIERTAS RECUBIERTAS CON PVC

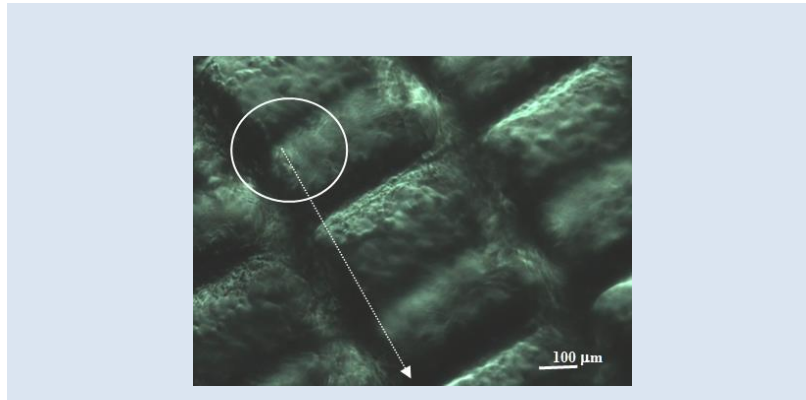
Alexander Restrepo¹, Patricia Romero^{2*}, Ernesto Pereira², Blanca Rojas de Gásque³

1: Postgrado de Traumatología y Ortopedia de la Universidad de Oriente. Hospital Universitario Antonio Patricia de Alcalá, Cumaná, Venezuela.

2: Universidad Politécnica Territorial del Oeste de Sucre Clodosbaldo Russián. PNF, Farmacia.

3: Universidad de Oriente. Laboratorio de Polímeros. Instituto de Investigaciones de Biomedicina y Ciencias Aplicadas "Dra. Susan Tai". IIBCAUDO, Cumaná, Venezuela.

* e-mail: patricia2075@gmail.com



RESUMEN

Con el objetivo de medir la eficacia en el proceso de granulación de un tratamiento con películas de poli(cloruro de vinilo), PVC, derivadas de las bolsas de suero fisiológico, en heridas de fracturas abiertas se realizó un estudio analítico de casos, de tipo longitudinal y prospectivo, desde enero de 2017 hasta febrero de 2019. El proceso de tratamiento y aplicación de las películas se realizó en un lapso de 8 semanas para cada paciente. Se atendieron un total de 20 pacientes en este estudio. Las variables analizadas para el estudio fueron: crecimiento y profundidad de la herida, cicatrización, exudado, cultivos realizados, antibioticoterapia, extensión de la herida, tiempo de lesión, granulación y desbridamiento. Como resultado, 20 pacientes (90 %) con heridas de 15 cm² hasta 110 cm², cicatrizaron en un promedio de 3 a 5 semanas. La caracterización de las películas de PVC, evidenció que su diseño en forma de canales y escalones microscópicos, es un factor que favoreció la granulación unido a la fisiología y biología misma del proceso de cicatrización. Como conclusión, el tratamiento acompañado del uso de películas de PVC no planas en heridas de fracturas abiertas III A y III B, es un procedimiento sencillo y confiable, que permite disminuir el tiempo de cicatrización en las heridas con gran daño tisular y exposición ósea a bajos costos en un promedio de 3 a 5 semanas.

Palabras claves: Heridas, fracturas abiertas, poli(cloruro de vinilo) (PVC).

DATA PROCESSING OF THE GRANULATION PROCESS IN OPEN FRACTURE WOUNDS TREATED WITH PLASTIC FILMS (PVC)

ABSTRACT

With the objective of measuring the efficacy in the granulation process of a treatment with poly(vinyl chloride), PVC, films, derived from saline bags, in open fracture wounds, an analytical study of cases, of longitudinal and prospective type, was carried out from January 2017 to February 2019. The process of treatment and application of the films was performed over a period of 8 weeks for each patient. A total of 20 patients were seen in this study. The variables analyzed for the study were: wound growth and depth, healing, exudate, cultures performed, antibiotic therapy, wound extension, lesion time, granulation, and debridement. As a result, 20 patients (90 %) with wounds from 15 cm² to 110 cm² healed in an average of 3 to 5 weeks. The characterization of the PVC films showed that their design in the form of channels and microscopic steps is a factor that favored granulation together with the physiology and biology of the healing process itself. In

conclusion, the use of non-flat PVC films in open fracture wounds III A and III B, is a simple and reliable procedure, which allows to reduce the healing time in wounds with great tissue damage and bone exposure at low costs in an average of 3 to 5 weeks.

Keywords: wounds, open fractures, polyvinyl chloride (PVC).

1. INTRODUCCIÓN

Ante el déficit de recursos en la atención hospitalaria, y el elevado costo que involucra el tratamiento de las heridas complejas, nace como alternativa de tratamiento como apósito, el uso de películas de poli(cloruro de vinilo), más conocido por sus siglas como PVC, el cual representa una técnica efectiva y de bajo costo. Esta técnica, aplicada por primera vez en Colombia, por el Doctor David Feliciano [1], fue utilizada, para el manejo del abdomen abierto. La misma, fue descrita como *Bolsa de Bogotá*, y actualmente es denominada por él mismo como *Bolsa de Borráez*. En virtud de las ventajas que pudieron ser observadas con el uso del PVC, en cuanto a la protección de las estructuras de la cavidad abdominal y formación de tejido de granulación peri lesional, se planteó estudiar, el uso de las películas plásticas y flexibles de PVC, obtenidas de empaques de solución fisiológica, glucofisiológica y ringer lactato, en el tratamiento de las heridas complejas, infectadas y con exposición ósea, en pacientes ingresados en la unidad de Cirugía Ortopédica y Traumatología, del Hospital Universitario Antonio Patricio de Alcalá, HUAPA, de la Ciudad de Cumaná, Estado Sucre, Venezuela.

2. PARTE EXPERIMENTAL

2.1 Población

La muestra incluyó 20 pacientes en edades comprendidas entre 18 y 62 años (desde noviembre de 2017 hasta febrero de 2019), con diagnóstico de fracturas abiertas III A y III B según Gustillo & Anderson (1976), secundario a presentar traumatismos de alta energía, con heridas entre los 15 cm² hasta 110 cm², previo consentimiento informado y firmado.

2.2 Tratamiento aplicado a los pacientes del HUAPA (Película de PVC)

Se caracterizó la estructura química de una película de poli(cloruro de vinilo), PVC, la cual fue aplicada a los 20 pacientes hospitalizados en el servicio de Traumatología y Ortopedia del HUAPA, durante un lapso de 8 semanas. La película, forma parte del empaque de solución fisiológica al 0,9 %, glucofisiológica y ringer lactato. Las micrografía fueron obtenidas en un Microscopio de Luz Polarizada (MOLP) marca Olympus modelo BX50 y analizadas con el Programa TPSdig.

2.3 Procedimiento y aplicación de la muestra

Durante el lavado de las heridas, se utilizó solución fisiológica al 0,9 %, y posteriormente se realizó desbridamiento quirúrgico y fijación externa. Se procedió a cubrir la herida con las películas de PVC, cubriéndose éste con gasas o compresas y fijándolas con vendas de tela estéril, repitiendo el procedimiento cada 3 días hasta lograr la granulación completa e incluso la epitelización. Se monitoreo el tiempo de evolución de la enfermedad actual, examen físico general, y tipo de heridas.

2.4 Procesamiento de Datos

El proceso de tratamiento se realizó en un lapso de 8 semanas para cada paciente. Las variables analizadas fueron: crecimiento y profundidad de la herida, cicatrización, exudado, cultivos realizados, antibioticoterapia, extensión de la herida, tiempo de lesión, granulación y desbridamiento. Se evaluaron los resultados de acuerdo a la variable (tamaño de la úlcera) en función del tiempo en semanas. Utilizando *Statgraphics 10.1.*, se realizó la prueba de Mann-Whitney para detectar diferencias significativas en función del tiempo de estudio, además, se realizó, una correlación de Spearman para determinar la relación entre las variables durante el proceso de granulación.

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

3.1 Caracterización del Poli(cloruro de vinilo), PVC

En el espectro FTIR de la película de PVC, se observaron bandas características del poli(cloruro de vinilo), (PVC): entre 2975 cm^{-1} y 2858 cm^{-1} , existe una banda de gran intensidad, que corresponde al stretching del CH sp^3 (Figura 1a). Se destacan las señales características del PVC por las vibraciones del enlace C-Cl entre 698 cm^{-1} y 613 cm^{-1} . Como el PVC es plastificado, se manifestaron también las bandas de un plastificante de tipo ftalato (Ester de ácido ftálico) [2], destacándose la señal intensa del grupo carbonilo $\text{C}=\text{O}$ a 1731 cm^{-1} . En las micrografías MOLP (Figuras 1b) de esta película que presentó cierta rugosidad al tacto, se apreciaron en la superficie unos canales, los cuales definieron unas protuberancias de forma rectangular, que midieron $200\mu\text{m} \times 350\mu\text{m}$ ($\pm 20\mu\text{m}$). Esta morfología superficial de canales y prominencias que evidenció este estudio, puede estar facilitando la fase proliferativa, específicamente el proceso de granulación de la herida [3].

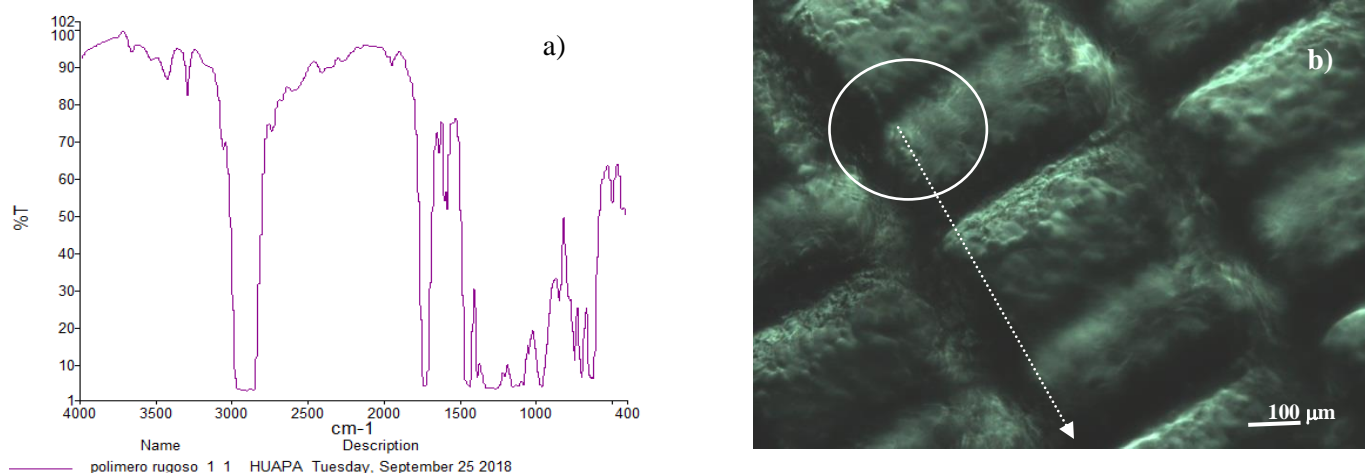


Figura 1. a) Espectro FTIR de la película plástica de PVC b) Micrografías MOLP de la superficie de la película rugosa utilizada en las heridas.

3.2 Cicatrización de las heridas tratadas con películas de PVC

La cicatrización de las heridas, fue muy efectiva en las primeras semanas con el uso del PVC; y el tamaño de la muestra da validez para el estudio [4]. En las primeras cuatro semanas, hubo una cicatrización del 50 %, el resto de las semanas se puede estimar una cicatrización de 12,5 % aproximadamente por semana, no hay mayor variación, y las siguientes no fueron significativas. Se examina el centro y la dispersión de la distribución de la extensión de la herida y su evolución de cicatrización presentada en los pacientes, comparándolos la primera y la última semana. Se evaluó, cómo el tamaño de la muestra puede afectar la apariencia de la gráfica de caja. El centro de dispersión de la caja en la primera semana, es de 32 cm^2 ; mientras que en la última semana es de 26 cm^2 . La caja de rango intercuartil, representa el 50 % intermedio de los datos, y además muestra la distancia entre el primer cuartil y el tercer cuartil (Q3-Q1). Los bigotes representan los rangos del 25 % de valores de datos de la parte inferior y el 25 % de la parte superior, excluyendo los valores atípicos.

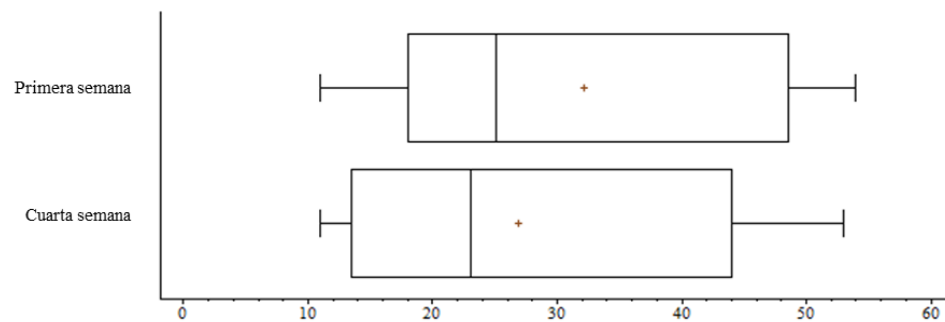


Figura 2. Gráfico de caja y bigotes: Extensión de la herida a la primera y última semana.

Al hacer referencia a la relación entre el tamaño de la media y la variabilidad de la frecuencia de crecimiento y su relación con la profundidad de la herida, esta relación es de 14,61 %, obteniendo poco porcentaje de variación en cuanto al crecimiento de tejido de granulación en su profundidad. El crecimiento de tejido de granulación tuvo un mínimo 0,5 cm y un máximo de 0,95 cm, con un rango de crecimiento en profundidad de 0,45 por cada semana de estudio. En cuanto a la extensión de la herida, con respecto a la media y la variabilidad de la frecuencia de crecimiento, se obtiene un 48,77 %, detectándose un gran porcentaje de variación en la extensión de la herida. Se registró como extensión de crecimiento un mínimo de 8,0 mm y máximo de 54,0 mm con un rango de crecimiento en profundidad de 46,0. La frecuencia de exudado representó un mínimo de 3,0 y máximo de 100,0 con un rango de exudado de 97,00, y con un porcentaje de variación 132,48%.

El tamaño de la muestra, afecta el intervalo de confianza y la potencia de la prueba. Con una desviación o variación de 15,94 en la primera semana con respecto a 14,75 en la última semana de tratamiento con PVC en pacientes hospitalizados por fracturas abiertas, sujetos a este estudio, se logra determinar, que tiene una significancia estadística menor de 0,05; lo que confirma la hipótesis que el tratamiento acompañado del uso de películas de PVC es efectivo en el proceso de granulación y/o cicatrización de heridas, en fracturas abiertas III A y III B según Gustilo y Anderson [5]. El mayor porcentaje de crecimiento de tejido de granulación, ocurrió en las primeras 4 semanas de tratamiento, en comparación a la granulación y crecimiento en extensión y profundidad de la herida con respecto a la que se registra después de la semana 8 o últimas semanas de tratamiento; teniendo esta, un *Valor Mann Whitney* 156,50.

4. CONCLUSIONES

En esta investigación, al analizar las películas de PVC de superficie rugosa en el microscopio óptico de luz polarizada, se apreciaron en las mismas, unas protuberancias de forma rectangular. Existe además, una morfología en forma de canales y surcos (planteada en este estudio, como canales y surcos de *Restrepo, Pereira y Rojas*), que pudieran estar facilitando la fase proliferativa, del proceso de granulación de las heridas. El tratamiento de datos indicó que existe una relación directa entre el tratamiento acompañado del uso de películas de PVC y la cicatrización de las heridas, y que se favoreció el crecimiento del tejido de granulación, tanto en profundidad como en extensión.

5. REFERENCIAS

- [1]. Borrález O, Alfonso M. *Rev. Colomb. Cir.* 2009; 24:236-243.
- [2]. Navarro R, Pérez M, Tardajos MG, Reinecke H, *Macromolecules.* 2010; 43 (5): 2377-2381.
- [3]. Silva MA, Vieira MGA, Maçumoto ACG, Beppu MM. *Polym. Test.* 2011; 30: 478-484.
- [4]. Collinge C. *J. Orthop Trauma.* 2014. 8(1):620–625.
- [5]. Gustilo RB, Anderson JT. *J. Bone Joint Surg. Am.* 1976; 58(4):453–458.

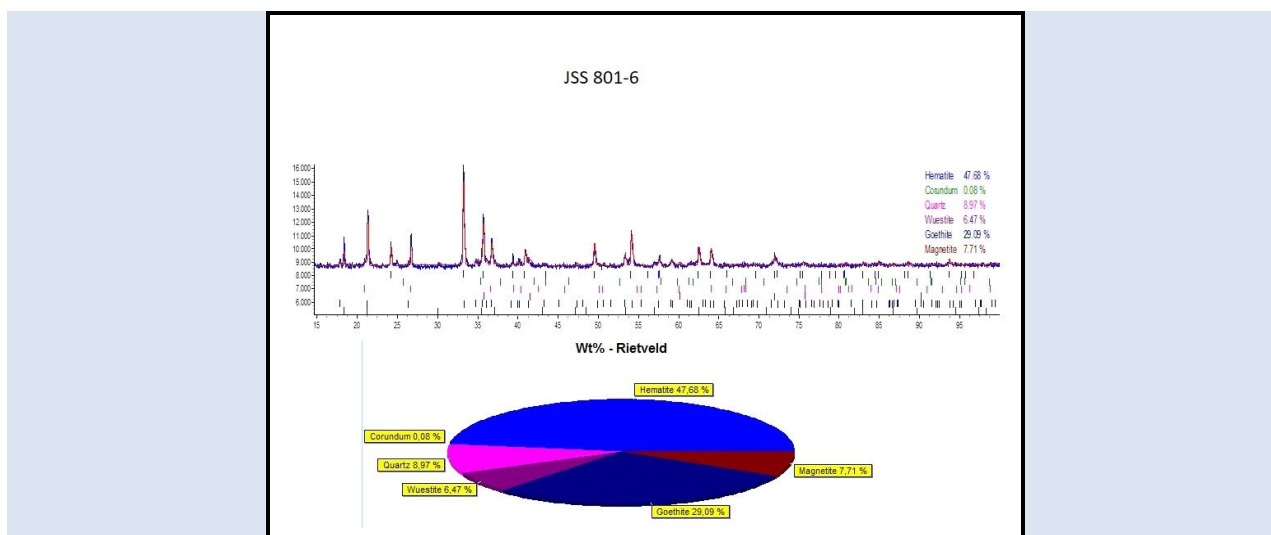
CUANTIFICACIÓN DE HIERRO TOTAL EN MUESTRAS DE MINERAL DE HIERRO A TRAVÉS DE LA TÉCNICA DE DIFRACCIÓN DE RAYOS X

Josué Mago¹*, Rafael Guevara¹, Iremis Cedeño²

1: Laboratorio de Materiales de la empresa Servolab C.A., Puerto Ordaz, Venezuela.

2: Universidad Nororiental Privada Antonio José de Sucre, Puerto Ordaz, Venezuela.

* e-mail: operaciones@servolab.com.ve



RESUMEN

El siguiente trabajo consiste en el desarrollo de un método con el propósito de obtener el porcentaje de hierro total en muestras de mineral de hierro mediante la técnica de Difracción de rayos X. Para lograrlo se realizaron análisis en un difractor de rayos X y se analizaron los resultados de forma cuantitativa a través de softwares especializados. La variabilidad de las características mineralógicas y estructurales que están presentes en el mineral de hierro obtenido de las diferentes áreas de explotación en la mina no pueden ser identificadas con las técnicas de caracterización tradicionales, no es suficiente con identificar el porcentaje de Hierro total como normalmente se ha establecido, sino que es importante determinar las fases cristalinas en que se encuentra el Hierro en la naturaleza. Esta investigación es de tipo descriptiva y sigue un diseño experimental. Se utilizaron 6 muestras patrón de mineral de hierro y con la finalidad de establecer un patrón y cumplir con los requerimientos para el análisis estadístico que sustentó y validó la técnica, se repitió el análisis de cada muestra 5 veces, se comprobó que el instrumento se encontraba calibrado. Los resultados obtenidos demostraron la factibilidad de realizar este análisis mediante la técnica en cuestión.

Palabras Claves: Difracción, Ferromagnético, Hierro, Longitud de onda, Mineral, Muestra, Policristal, Rayos X

QUANTIFICATION OF TOTAL IRON IN SAMPLES OF IRON ORE THROUGH THE X-RAY DIFFRACTION TECHNIQUE

ABSTRACT

The following work consists of the development of a method with the purpose of obtaining the percentage of total iron in iron ore samples by means of the X-ray diffraction technique. To achieve this, analyzes were carried out in an X-ray diffractometer and the results quantitatively through specialized software. The variability of the mineralogical and structural characteristics that are present in the iron ore obtained from the different exploitation areas in the mine, cannot be identified with traditional characterization techniques, it is

not enough to identify the percentage of total iron as normally has been established, but it is important to determine the crystalline phases where iron is found in nature. This research is descriptive and follows an experimental design. 6 standard samples of iron ore were used. In order to establish a pattern and meet the requirements for the statistical analysis that supported and validated the technique, the analysis of each sample was repeated 5 times. It also showed that the instrument is calibrated. The results obtained demonstrated the feasibility of performing this analysis using the technique in question.

Keywords: Diffraction, Ferromagnetic, Iron, Wavelength, Mineral, Sample, Polycrystal, X-rays.

1. INTRODUCCIÓN

La técnica analítica tradicionalmente utilizada para la determinación de Hierro total es análisis por vía húmeda (Digestión ácida). Esta consiste fundamentalmente en el uso de reactivos químicos tóxicos y ácidos corrosivos, para tratar la muestra. Este procedimiento genera residuos peligrosos que se traducen en pasivos ambientales, elevados costos de consumible y además de un mayor número de profesionales para realizar dichos análisis, aunado a esto el largo tiempo de análisis, por consiguiente, mayor tiempo de respuesta al momento de reportar el porcentaje de Hierro en la muestra. Por otra parte, se utiliza la técnica de espectroscopia de fluorescencia de rayos X con la cual solo se obtiene información elemental de la muestra y requiere curvas de calibración, para lo cual se necesitan estándares certificados de altos costos. Cabe destacar que la importancia de esta investigación se fundamenta no solo en la identificación de las fases cristalinas y amorfas de las muestras a través de difracción de rayos X de muestras policristalinas sino en utilizar el método de *Rietveld* para la cuantificación de las fases presentes en el mineral de hierro. Con esta información se tomarán medidas correctivas para el balance químico del mineral de hierro y darle las características de acuerdo a las necesidades requeridas.

2. PARTE EXPERIMENTAL

2.1. Selección y preparación de las muestras

Para el desarrollo de esta investigación se utilizaron 6 muestras estándar para realizar el análisis. En la tabla 1 se muestra el % de hierro total certificado de cada muestra.

Tabla 1. Porcentajes de hierro total certificado

ESTANDAR	% FE T
JSS 803-6	65,50
JSS 805-1	68,04
NIST 692	59,58
NIST 693	65,11
JSS 801-6	61,75
JSS 805-2	66,22

Posteriormente se inició la preparación limpiando el portamuestras con agua y secando levemente con un paño de microfibra, se procede a esparcir el mineral en el portamuestras, luego se debe presionar la muestra con el fin de que quede compacta, una vez compacta la muestra, se retira el excedente con un portaobjeto de vidrio. Una vez lista la muestra se procede a introducir en el difractor.

2.2. Geometría interna del equipo.

Los parámetros de la geometría interna del difractor fueron los siguientes: Rendija dispersiva: 1 mm, Knife slit: 3 mm, Rendija soller: 2.5 mm, Filtro de Níquel, Detector Lynxeye Bruker.

2.3.- Parámetros del software *DiffractionCommander* del equipo D2 PHASER

Los parámetros del software de adquisición de datos del difractómetro fueron los siguientes: Rotación: 20 rpm, Tubo Rx: 30 kv/ 10 ma, Time: 1.00, 2 theta start: 10° - finish 100°, Incremento: 0.02, Apertura: 5°.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Difractogramas

Se obtuvieron 5 difractogramas para cada una de las muestras estándar seleccionadas, la figura 1 muestra uno de ellos, a manera de ejemplo.

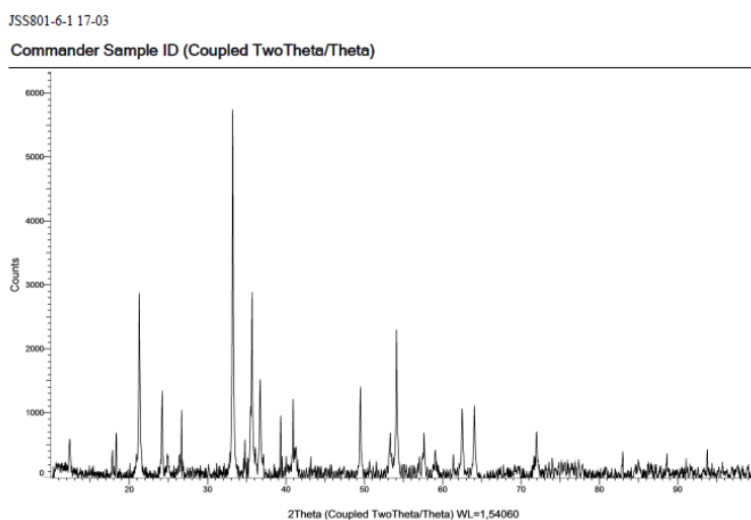


Figura 1. Difractograma de la muestra JSS 801-6, ensayo 1

3.2. Identificación de fases y análisis cualitativo

La identificación de cada difractograma obtenido se realizó mediante el software *Diffracsuite Eva*, la Figura 2 presenta los resultados obtenidos a partir de la figura 1.

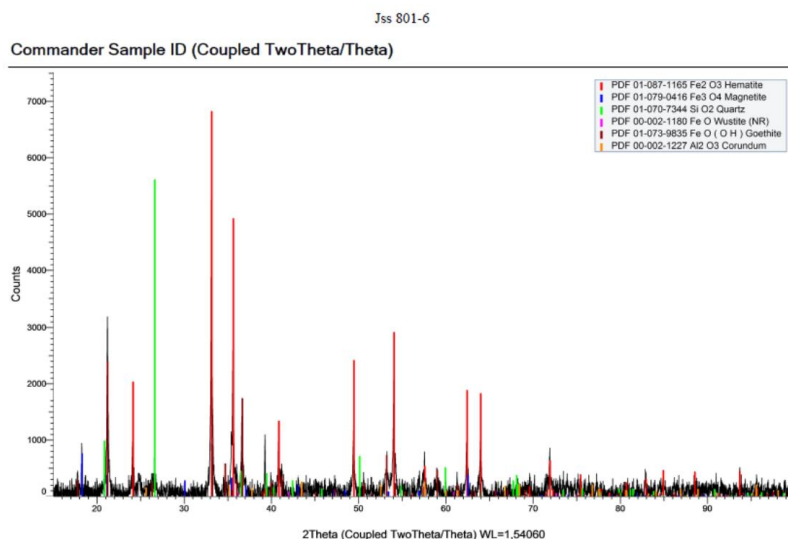


Figura 2. Difractograma de la muestra JSS 801-6, identificando fases presentes, mediante el software *Diffracsuite Eva*

La cuantificación de las fases se realizó empleando el método de *Rietveld* que consiste en un ajuste teórico del patrón de difracción aplicando un modelo matemático que incluye factores estructurales y experimentales, mediante el software *DIFFRAC.TOPAS* (Figura 3).

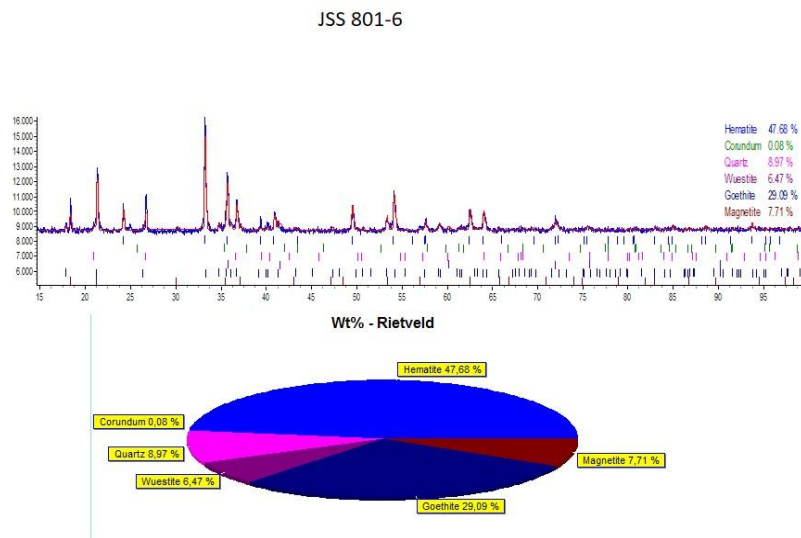


Figura 3. Representación de la cuantificación de la muestra JSS 801-6

3.3. Descripción del análisis cuantitativo

Para realizar el cálculo del factor de conversión se deben tomar en cuenta los pesos atómicos de los elementos que componen las fases en estudio, por ejemplo, Hematita (Hierro 56 y Oxígeno 16), el propósito de esto es conocer el porcentaje de hierro de cada fase.

$$\text{masa total} = (56 \times 2) + (16 \times 3) = 160 \text{ g mol}$$

$$\% \text{ hierro} = ((56 \times 2)) / 160 = 0.7$$

Luego de obtenidos los valores de los factores de conversión para las diferentes fases se multiplicaron los porcentajes de las fases obtenidas mediante el software de cuantificación por factores de conversión. Posteriormente se sumaron los porcentajes de hierro total de cada fase a fin de obtener el porcentaje de hierro de toda la muestra analizada.

4. CONCLUSIONES

De esta investigación se concluye que el método de cuantificación de hierro total en muestras de mineral de hierro a través de la técnica de difracción de rayos X, demuestra una buena precisión y exactitud en sus resultados y eficacia en tiempo y recursos. Los resultados del análisis estadístico, y la comparación del valor de hierro total del certificado y el valor promedio obtenido en el laboratorio para cada muestra, demostraron que no hubo diferencias significativa entre ellos, validando la implementación del método.

5. REFERENCIAS

- [1]. <http://geologiavenezolana.blogspot.com/2010/10/recursos-minerales-de-venezuela.html>
- [2]. <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/pertab/fe.html>
- [3]. Mottana A, Crespi R. & Liborio G. *Minerales y Rocas, Guías de la naturaleza*. Barcelona. Editorial Grijalbo. 1978.
- [4]. Jenkins R, Snyder R, *Introduction to X-ray powder diffractometry*, 132. 1996. p. 47-94.
- [5]. Cullity BD, *Elements of X-ray diffraction*, Second edition, 1978 p. 81-99.
- [6]. Depool R, Monasterio D, *Probabilidad y estadística, aplicaciones a la ingeniería*. 2013.

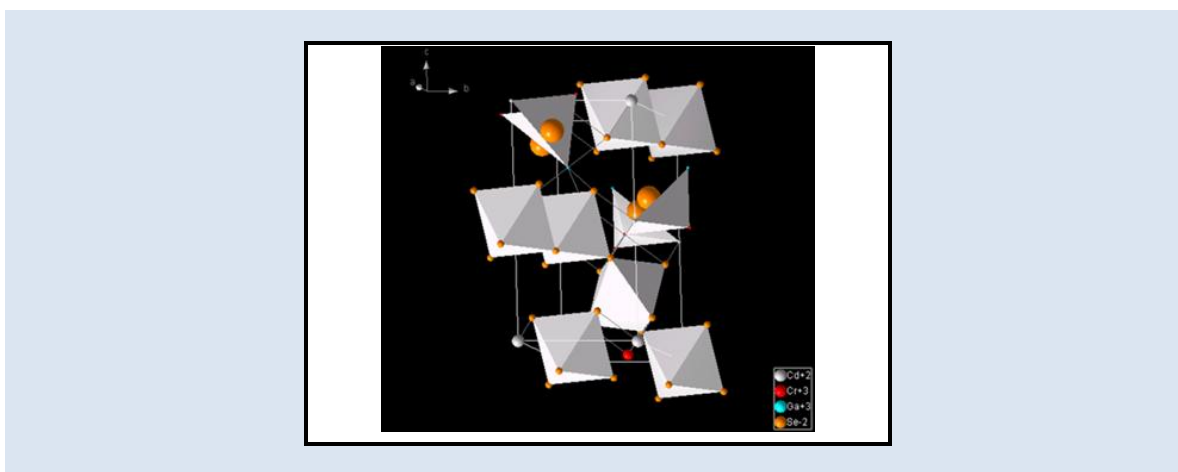
CARACTERIZACIÓN ESTRUCTURAL Y MAGNÉTICA DEL COMPUESTO CdGaCrSe₄Leticia Mogollón^{1*} Vicente Sagredo² y Joao Sinneiker³

1*: Universidad Politécnica Territorial de Mérida “Kléber Ramírez” (UPTMKR). Programa Nacional de Formación en Radioimagenología (PNFR). Grupo de Investigación de Nanotecnología (GINANO). Mérida, Venezuela.

2: Universidad de Los Andes (ULA). Facultad de Ciencias. Departamento de Física. Grupo de Magnetismo. Mérida, Venezuela.

3. Universidad Federal de Rio de Janeiro. Instituto de Física. Brasil.

* e-mail: leticiamogollon@gmail.com, sagredo@ula.ve

**RESUMEN**

El compuesto CdGaCrSe₄ perteneciente a la familia II III₂ VI₄ muestra interesantes propiedades magnéticas y de transporte para construcción de dispositivos magnéticos. La muestra fue sintetizada por fusión directa de los elementos constituyente en proporciones estequiometrias en una cápsula de cuarzo sellada y calentada hasta 925°C. El crecimiento se realizó por transporte químico en fase de vapor, bajo atmósfera de Selenio, las temperaturas de Carga y de deposición fueron 800°C y 750°C respectivamente, se utilizó el CrCl₃ como agente transportante, el tiempo de crecimiento fue de 20 días. El registro del patrón de difracción de Rayos X en muestra policristalina se realizó en un difractómetro Siemens D5005, operando a 30 Kv y 15 mA, con un monocromador de haz divergente de grafito (Cu Kα = 1,54056 (Å)). En una configuración geométrica θ/2θ en el rango (10- 100°) con un paso 0,020° y tiempo de conteo de 35s/paso. El indexado y refinamiento indica que cristaliza en una simetría Romboedral perteneciente al Grupo Espacial P-31c, con parámetros de celda *a* = 3,6088 (6) Å y *c* = 40,5574(1) Å. La caracterización magnética de la Magnetización (ZFC y FC) y la Susceptibilidad (χ_{AC}) mostró un comportamiento ferrimagnético a partir de una temperatura de transición T = 124,07 K, con un μ_{efectivo} = 3,05μB y un proceso Reentrant a temperaturas por debajo de 95 K

Palabras Claves: Semiconductores, estructura cristalina, ferrimagnetismo, reentrant.

STRUCTURAL AND MAGNETIC CHARACTERIZATION OF THE CdGaCrSe₄ COMPOUND**ABSTRACT**

The CdGaCrSe₄ compound belonging to the II III₂ VI₄ family shows interesting magnetic and transport properties for the construction of magnetic devices. The sample was synthesized by direct fusion of the constituent elements in stoichiometric proportions in a sealed quartz capsule and heated to 925 °C. The growth was carried out by chemical transport in the vapor phase, under a Selenium atmosphere, the loading and deposition temperatures were 800 °C and 750 °C respectively, CrCl₃ was used as a transporting agent, the

growth time was 20 days. The recording of the X-ray diffraction pattern in a polycrystalline sample was carried out in a Siemens D5005 diffractometer, operating at 30 Kv and 15 mA, with a graphite divergent beam monochromator ($\text{Cu K}\alpha = 1.54056 \text{ \AA}$). In a configuration geometric $\theta / 2\theta$ in the range (10- 100°) with a step 0.020° and a count time of 35s / step. Indexing and refinement indicates that it crystallizes in a Rhombohedral symmetry belonging to Space Group P-31c, with cell parameters $a = 3.6088 (6) \text{ \AA}$ and $c = 40.5574 (1) \text{ \AA}$. The magnetic characterization of Magnetization (ZFC and FC) and Susceptibility (χ_{AC}) showed a ferrimagnetic behavior at a transition temperature $T = 124.07 \text{ K}$, with a $\mu_{\text{effective}} = 3.05\mu\text{B}$ and a Reentrant process at temperatures below 95 K.

Keywords: Semiconductors, crystal structure, ferromagnetic, reentrant.

1. INTRODUCCIÓN

El compuesto CdGaCrSe_4 es un semiconductor magnético que posee una estructura cristalina Romboedra que distribuye sus átomos magnéticos en dos redes: una de Cr^{+2} y otra de Cr^{+3} que causan interacciones ferromagnéticas [1], creando acoplamientos de competencias magnética entre ellas, para generar frustración de clúster y polarizaciones magnéticas que producen procesos reentran de vidrio de Espín a temperaturas por debajo de su temperatura de transición magnética (TC). Este proceso reentrant de vidrio de spin causa un colapso del orden ferromagnético de acuerdo a la teoría de campo medio, con inestabilidad termodinámica en los puntos críticos de transiciones e irreversibilidad en las curvas de Magnetización y de Susceptibilidad AC y ausencia de histéresis en las curvas de Magnetización en función del Campo Magnético [2].

2. PARTE EXPERIMENTAL

2.1.- Síntesis y crecimiento

El compuesto CdGaCrSe_4 fue sintetizado por fusión directa de los elementos constituyentes puros 4N y 5N pesados en las proporciones estequiometrias 1:1.1.4, con una masa de 1,5 g en una capsula de cuarzo de 20 cm de largo y 18 mm de diámetro interno. Los crecimiento se realizaron utilizando la técnica de reacción Química en fase de vapor, en hornos de dos zonas calentándolos hasta una temperatura de 925 K, las muestras sintetizadas fueron pulverizadas colocadas en cápsulas de cuarzo con dimensiones de 16 mm de diámetro y 19 cm de largo, luego selladas en un vacío aprox. de 10^5 torr, su crecimiento se realizó en atmósfera de selenio ($m = 0,0507 \text{ g}$) y CdCl_3 como agente transportador con una masa de 0,0068 g, la Temperatura de carga = 820 °C y la Temperatura de deposición de 750 °C, el crecimiento se realizó durante 20 días. Las muestras fueron analizadas por Microscopia Electrónica de Barrido (MEB-EDX).

2.2 Difracción de Rayos X (DRX) en muestras policristalina

Los estudios de rayos X se realizaron en muestras policristalina, por técnicas difractométricas. Los monocristales fueron pulverizados en un mortero de ágata hasta obtener un polvo homogéneo, luego fue pasada por un tamiz para obtener cristallitos de tamaño no mayor a 5,3 mm. Este fino polvo fue espolvoreado sobre un porta-muestra previamente cubierto con una fina capa de vaselina. Los datos de difracción de rayos-X se tomaron a temperatura ambiente en un difractómetro Siemens D5005, equipado con radiación de $\text{Cu K}\alpha$ ($\lambda = 1.54059 \text{ \AA}$), 30 Kv y 15 mA), en configuración $\theta/2\theta$, con un monocromador de grafito de haz difractado. El rango de medida de 2θ fue de 10-100° el paso del barrido fue de 0.020 y el tiempo de conteo fue de 35 s/paso.

2.3 Magnetización ZF y ZFC y Susceptibilidad Magnética AC

Los datos para el estudio de la dinámica magnética se realizaron en un Magnetómetro tipo SQUID (Superconducting Quantum Interference Device) Marca Quantun Design modelo 5S en el Instituto de Física de la Universidad de Sao Paulo Brasil. Se tomaron medidas de magnetización FC Y ZFC en función de Temperatura y Campo Magnético (H), y las Susceptibilidades Magnéticas AC (χ_{AC}) se midieron en función de Temperatura y a diferentes Frecuencias.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1.-Síntesis y Crecimiento

Las condiciones de crecimiento se encuentran expuestas en la tabla 1. Las muestras estaban conformadas por cristales de dimensiones milimétricas, de color negro metálico homogéneo.

Tabla 1. Condiciones de crecimiento del compuesto CdGaCrSe_4

M_m (g)	Agente Transportante	M_T (g)	M_{Se} (g)	T_c (°C)	T_d (°C)	%	Color	Dimensión
1,450	CrCl_3	0,0680	0,0507	800	750	80	Negro Metálico	Polvo

M_m = Masa muestra, M_T = Masa Agente transportante, M_{Se} = Masa Selenio, T_c = Temperatura de Carga, T_d = Temperatura de deposición, % = porcentaje de masa transportada,

Los estudios de Microscopia Electrónica de Barrido (MEB-EDX) establecieron que la proporción estequiometría del compuesto CdGaCrSe_4 en Cd: Ga: Cr: Se cómo 1:1:1:4, además permitieron observar la morfología de los pequeños cristalitas de forma de placas hexagonales de diferentes espesores y tamaños como se muestran en la figura 1.

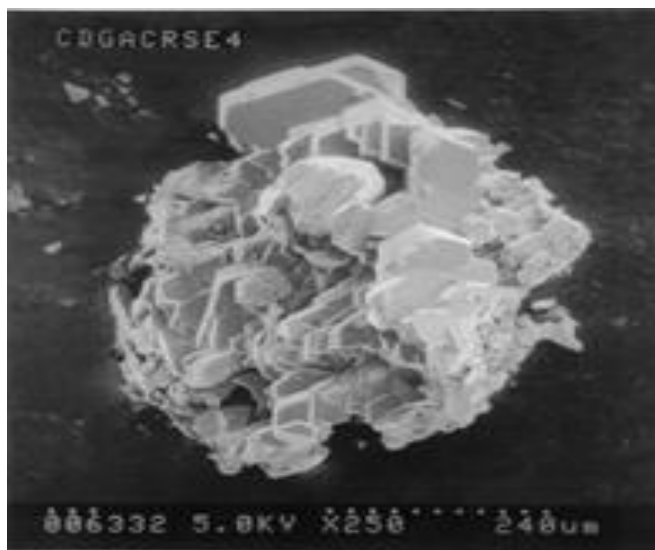


Figura 1. Micrografía de Microscopia Electrónica de Barrido (MEB-EDX) del compuesto CdGaCrSe_4

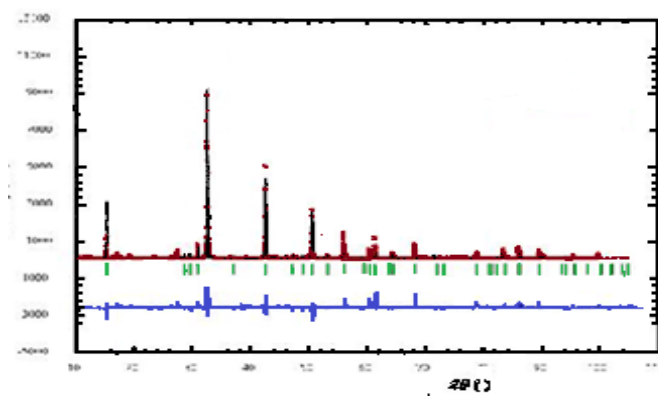
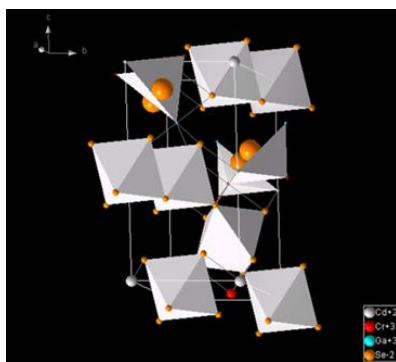
3.2. DRX

Se indexaron los patrones de difracción (ver Figura 2) con el programa Dicvol91, obteniéndose una solución en el sistema hexagonal, para el refinamiento de los parámetros de celda se utilizó el Programa NBS, coincidente con el estudio de difracción en polvo perteneciente a la ficha PDF- 40-1404.

La tabla 2 muestra el resultado obtenido del refinamiento Rietveld (Programa FULPROF) del patron de difracción, que permitió obtener la representación tridimensional de la celda unidad de la estructura cristalina representada en la figura 3.

Tabla 2. Resultados del refinamiento Rietveld del Compuesto CdGaCrSe₄

Parámetros Cristalográficos	
Sistema Cristalino	Romboedral
Grupo Espacial	R-3mc
a(Å)	3,6088(6)
c(Å)	40,5574(1)
V(Å) ³	527,30(5)
Z	1
Back ground	Función Polinomial
Función de pico	Pseudo Voigth
Numero de Parámetros	26
R _i	15,2
R _p	13,7
R _{wp}	8,6
R _{exp}	12,43
Chisq	5,32

**Figura 2.** Difractograma y Refinamiento Rietveld del Compuesto CdGaCrSe₄**Figura 3.** Proyección tridimensional de la celda unidad de la estructura Cristalina del Compuesto CdGaCrSe₄

Las distancias de enlaces entre los cationes y aniones son Cd - Se = 2,409 Å, Ga-Cr-Se = 2,409(2) Å, mientras que la distancia Cr - Cr = 3,333(2) Å, es mucho menor que la distancia de las estructuras tetragonales reportadas para otros compuestos. Igualmente se tiene una distorsión en los ángulos de enlace para los octaedros centrados en los aniones de CdSe₆, GaSe₆ y CrSe₆ está entre 92,47 - 87,53 ° y la del tetraedro Cd-Se-Cr /Ga-Se-Cd son de : 73,98-92,47° respectivamente.

3.3.- Magnetización vs Temperatura, Susceptibilidad Magnética AC vs T y M vs H

Las medidas de Magnetización versus Temperatura a un Campo Magnético de 100 Oe, se puede observar que presenta un pequeño proceso de irreversibilidad en las curvas de ZFC y FC el cual se inicia a temperaturas menores a $T = 95$ K, lo cual permite suponer la existencia de frustraciones magnéticas a bajas Temperaturas.

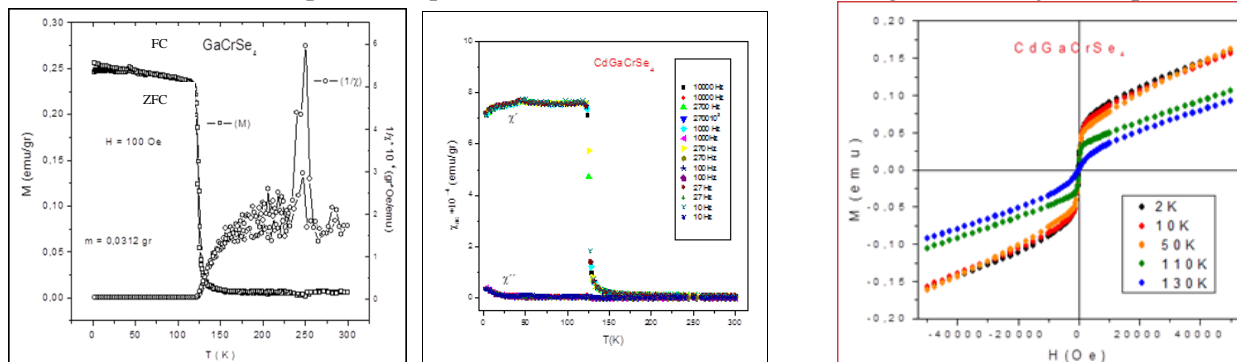


Figura 4 a) Magnetización (ZFC y FC) Vs T y $1/\chi$ vs T, b) χ_{AC} Vs T a (10-1000)Hz y c) M Vs H (2, 10,50,110 y130)K

Las curvas de Susceptibilidad AC muestran un comportamiento Reentrant que está presente en todo el rango de frecuencia desde 10 a 1000 Hz. En la tabla 2, se muestran los ajuste de las curvas de Magnetización Vs T de acuerdo al Modelo de Block y de Cluster para determinar los parametros de interacción y Temperaturas de Transición de fases magneticas considerando los trabajos de Balzer para espinelas [3].

Tabla 2. Parámetros obtenidos de los ajustes de la Magnetización y el inverso de la susceptibilidad en función de la Temperatura del Compuesto CCdGaCrSe₄

Masa (gr)	H (Oe)	T _c (K)	C (emu/g*Oe)	χ ₀ (emu/gr*Oe)	σ	θ _p (K)	μ _{efectivo} (μ _B)	MODELO DE BLOCK		MODELO DE CLUSTER	
								M(0) (emu/g)	B	M(0) (emu/g)	C _s
0,0312	100	124,07	2,64x10 ⁻²	2,3x10 ⁻⁴	7,2x10 ²	370,20	3.05	0,252	6,0x10 ⁻⁵	0,246	2,75x10 ³
	500	126,38	1,86x10 ⁻²	3,2x10 ⁻⁴	1,3x10 ³	288,51	3.15	1,022	1,3x10 ⁻⁴	0,984	154,94

H: Campo magnético, T_c: Temperatura de transición, C: Constante de Curie, χ₀: Susceptibilidad Magnética inicial, σ, θ_p: Temperatura Paramagnética, μ_{efectivo}: Momento magnético Efectivo, M(0): Magnetización inicial: Constante de Block, C: Constante de Cluster Magnético

Las curvas M vs H a T < T_c muestran ausencia de ciclos de histéresis y procesos reversibles a cada Temperatura medida, lo que permite confirmar la presencia de un comportamiento de acoplamiento de frustración magnético tipo Reentrant.

3. CONCLUSIONES

El compuesto CdGaCrSe₄ cristaliza en una simetría Romboedral, con empaquetamiento cúbico de aniones, con un comportamiento Reentrant a temperatura menores de 95 K, sin histéresis debido a las competencias magnéticas presentes en las mallas magnéticas de los cationes Cr⁺² y Cr⁺³.

4. REFERENCIAS

[1]. Leticia Mogollón de Chalbaud. Síntesis, Crecimiento, Caracterización Estructural y Propiedades magnéticas del sistema CdGa_{2-2x}Cr_{2x}Se₄. Tesis Doctoral. ULA. (2005).
 [2]. Silva P, Mogollon de Chalbaud L, Ter Haar E, Sagredo V. Journal of Magnetism and Magnetic Materials.2004; 272–276
 [3]. P. Baltzer, et al., Phys. Rev.1966; 151: 367.

TITULO DEL MANUSCRITO

NombreA ApellidoA¹, NombreB ApellidoB^{1*}, NombreC ApellidoC²

1: Dirección de Afiliación 1 (*colocar dirección completa*)

2: Dirección de Afiliación 2 (*colocar dirección completa*)

* e-mail: nombre@correo.com (*colocar la dirección email del autor de correspondencia*)

RESUMEN

El presente documento establece las instrucciones detalladas para la preparación del manuscrito para arbitraje en la Revista Latinoamericana de Metalurgia y Materiales (RLMM). El Resumen no debe ser mayor a 300 palabras.

Palabras Claves: Instrucciones para autor, Formato, Plantilla MS-Word, Estilos.

TITLE OF THE MANUSCRIPT

ABSTRACT

The present document presents the detailed instructions for the edition of the manuscripts submitted to the Revista Latinoamericana de Metalurgia y Materiales (RLMM). The abstract should be no longer than 300 words.

Keywords: Guide for Authors, Format, MS-Word Template, Styles.

1.- INTRODUCCIÓN

Los trabajos remitidos a la RLMM son manejados bajo estricta confidencialidad durante su revisión, y deben ser trabajos de investigación "originales" que no hayan sido publicados previamente y que no se encuentren en un proceso de revisión por alguna otra revista. Si el trabajo es aceptado, éste no debe ser publicado en otra revista en la misma forma, ni en cualquier otro idioma diferente al usado en la preparación del artículo, sin la expresa autorización de la RLMM.

Desde el año 2006, el Comité Editorial de la RLMM asume el reto de lograr reducir los tiempos asociados al proceso de revisión de los trabajos remitidos, planteándose como objetivo inicial que la fase de arbitraje no supere un lapso de seis (6) meses para notificar a los autores de la aceptación o no de sus artículos remitidos.

El proceso de arbitraje es realizado por al menos por dos (2) especialistas en el área de pertinencia del trabajo remitido (aunque usualmente se remite a 3 árbitros), quienes evaluarán el trabajo sobre la base de originalidad y mérito. Los árbitros pueden ser nacionales o internacionales, y no estarán adscritos a la o las instituciones a las que se encuentran afiliados los autores del trabajo.

Si se establece que se requiere una revisión del manuscrito remitido, se le brindará a los autores un lapso máximo de dos (2) meses a partir de la fecha en la cual reciban los comentarios de los árbitros o evaluadores, para realizar la revisión del manuscrito y concretar su re- envío online, a través del portal www.rlmm.org, a la RLMM para su consideración final. Un manuscrito revisado pero remitido por los autores luego de tres (3) meses, será considerado como un nuevo artículo.

Asimismo, es importante para el Comité Editorial de la RLMM reducir el tiempo dedicado a las actividades de edición (formato) del manuscrito. Por esta razón se recomienda a los autores hacer uso de las instrucciones de formato indicadas en el presente documento, a fin de poder difundir en versión electrónica el artículo en su

versión final (revisada).

Completado este proceso, los autores recibirán un correo de aceptación, por parte del respectivo Editor de Área, realizándose primeramente una publicación "on-line" del trabajo antes de su aparición en la versión final de la revista.

Es importante notar que la RLMM **cobra un cargo correspondiente a 15 US\$ por página editada de cada artículo regular a ser publicado**. El monto recaudado será utilizado para mantener al día el pago de nuestro servidor, costos de publicación digital y para financiar parcialmente la publicación de la RLMM en la base de datos ScieLo (indispensable para mantener nuestra categoría de Revista tipo A en COLCIENCIAS).

El sometimiento para evaluación de un trabajo tendrá un costo de US\$ 5 que deberán ser cancelados al enviar el manuscrito por medio de Pay Pal. Tal contribución no garantizará de ninguna manera la aceptación del trabajo, que estará dada posteriormente por los méritos del mismo. No obstante, si el artículo es aceptado este monto sería considerado en el pago final total del artículo, pero en ningún caso reembolsable si el resultado es de rechazo.

El pago es obligatorio para poder proceder a la publicación de los artículos y se solicitará una vez que el artículo sea aceptado. Los autores deben asegurarse de disponer de esos fondos en el momento de enviar el manuscrito, por lo que deberán hacer entrega de una carta compromiso de pago al momento de introducir un artículo.

2.- PARTE EXPERIMENTAL

Márgenes de 2,00 cm por cada lado, excepto el superior que debe ser de 2,50 cm, en papel tamaño carta.

Usar letra Times New Roman y escribir todo el texto a espacio simple. Los artículos pueden ser escritos en español, portugués o inglés.

La primera página del manuscrito debe contener: título del trabajo, autores, afiliación y dirección, correo electrónico del autor "a quien corresponda", resumen y palabras claves, tal y como se ejemplifica en el inicio de este documento.

El título del artículo debe ser escrito en el idioma utilizado para el texto general del mismo, usando el siguiente formato: mayúsculas, tamaño 12 y centrado.

Debajo y centrado deben aparecer nombre y apellido de los autores. De ser necesario, indicar con superíndices numéricos arábigos si existe más de una afiliación. La afiliación de todos los autores debe incluir el nombre de la institución de cada autor y su dirección completa, y obviando cualquier correo electrónico.

Debajo de la afiliación, colocar el correo electrónico del autor de correspondencia (corresponding author). Identificar con un asterisco en la línea de autores el nombre del autor o autores a quienes pertenecen los correos electrónicos (máximo dos autores).

El resumen del trabajo no debe ser mayor de 300 palabras escrito en dos de los idiomas mencionados, correspondiendo el primer resumen al idioma usado para el manuscrito (ej. español e inglés o portugués e inglés). Una lista de 3-4 palabras claves debe aparecer a continuación de cada resumen en los idiomas seleccionados.

Antes del texto de resumen, debe colocarse la palabra "Resumen" o "Abstract" en el formato mostrado, según sea el caso. En la siguiente línea iniciar el texto del resumen con un párrafo justificado. Luego del texto del resumen, colocar las palabras claves, en itálicas tal y como se muestra en esta plantilla.

2.1.- Texto principal

Todo el texto debe ser escrito en tamaño 11, párrafos justificados y sin sangría, con un espaciado entre párrafo de 4 pts, a excepción de los espaciados entre párrafos y títulos o subtítulos que se indican en la siguiente sección.

Toda abreviatura, acrónimo y símbolo debe ser definido en el texto en el momento que es presentado por primera vez.

2.1.1.- Títulos

Todos los títulos de las secciones principales (títulos de 1 nivel) serán numerados con números arábigos, a saber: 1. Introducción, 2. Parte Experimental, 3. Resultados y Discusión, 4. Conclusiones, 5. Agradecimientos y 6. Referencias. Deben estar en negritas, mayúsculas, tamaño 11, alineados a la izquierda.

Títulos de 2 niveles (Ej. 3.1 Materiales, 3.2 Ensayos, etc.) deben estar en negritas, minúsculas con la primera letra en mayúscula, alineados a la izquierda, con el color indicado.

Subtítulo de Tercer Nivel (Ej. 3.2.1 Análisis Térmico, 3.2.2 Análisis Morfológico, etc.), deben estar en itálicas sin negrita, minúsculas con la primera letra en mayúscula, justificados.

3.- RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

3.1.- Figuras y Tablas

Los autores deben ubicar las Figuras y Tablas inmediatamente después de ser citadas en el texto, tal y como desean que aparezcan en la versión final del artículo y centradas. Se recomienda que las figuras y tablas ocupen un ancho máximo de 8,00cm, ya que será ubicadas en un formato de 2 columnas al momento de la diagramación final del artículo aceptado para su publicación.

Las figuras deben presentar sus respectivos títulos en tamaño 10 y numerados con números arábigos de acuerdo a orden de aparición, ubicado en la parte inferior para las figuras (ver Figura 1). Similarmente en el caso de las tablas, pero colocando el título en la parte superior de ésta. El tamaño de letra de los rótulos, leyendas, escala y títulos de ejes de las figuras, deben estar entre 10-11 pts una vez definido el tamaño definitivo.

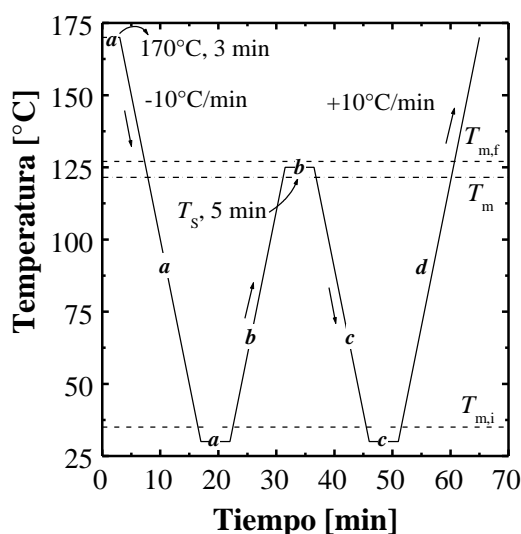


Figura 1. Tratamiento térmico de autonucleación aplicado en un equipo DSC a un PELBD.

En las tablas (ver Tabla 1), el encabezado de las columnas debe ir en itálica y en tamaño 10, el texto restante de la tabla en igual tamaño y sin itálica (incluyendo título de la tabla), y las notas al pie de tabla en tamaño 9. Igualmente numeradas por orden de aparición.

Tabla 1. Características de las resinas de PET empleados en el trabajo.

<i>Propiedades</i>	<i>PET-1</i>	<i>PET-2</i>	<i>PET-3</i>
Tipo	Copol.	Copol.	Homopo l.
Contenido de ácido isofáltico [% mol] ^a	2,32	2,28	-
Contenido de dietilenglicol [% mol] ^a	2,57	2,52	1,85

a: Determinación realizada por Resonancia Magnética Nuclear de protones (RMN-H1) en solución.

No se deben usar líneas verticales para definir columnas. Sólo se permite el uso de líneas horizontales, trazándose al menos 3 líneas con el ancho de la tabla que delimite el alto de la misma y que separe el encabezamiento de las columnas del resto del texto de la tabla (ver Tabla 1).

Se prefiere el uso del sistema de unidades SI. Si el texto es escrito en español o portugués, usar como separador decimal la “coma” y no el “punto”.

Cuidar la resolución de las figuras u objetos para garantizar su calidad al visualizar en pantalla e imprimir. Para las fotos se recomienda una resolución igual o superior a 300 dpi, y que las mismas sean insertadas a partir de archivos de imágenes con los siguientes formatos JPG, GIF o TIF (*evitar el formato BMP*).

En las figuras se debe cuidar el grosor de los ejes y trazados de curvas (superior a 0,5 ptos), así como tamaño de los símbolos (igual o superior a 7 ptos). Se debe evitar la presentación de figuras obtenidas por digitalización vía escáner, ya que puede traer problemas de calidad.

Colocar las figuras, fotos u otros objetos desvinculados de los programas que le dieron origen, lo cual permite un archivo con un menor tamaño y minimizar los riesgos de alguna modificación involuntaria de su contenido.

En la elaboración de figuras o ilustraciones es recomendable **no editar** usando las opciones de dibujo que ofrece el MS-Word. Si se hace, se sugiere al final agrupar todos los elementos que forman la figura y hacer un “copiado y pegado especial” como imagen en el mismo programa y colocar en “línea con el texto” lo cual evita que la figura flote y se desplace del lugar deseado en el texto (para esto último, hacer clic en la figura y seleccionar en el menú Formato, la opción “Imagen...” e ingresar a la ficha “Diseño”). De no seguirse las recomendaciones anteriores, no hay garantía de conservar la edición realizada a la figura, durante los ajuste finales de formato que requiera realizar el equipo de trabajo de la revista.

En caso de que las figuras contengan elementos a color, sólo se garantizan los mismos en la visualización digital del artículo, más no en la reproducción del número impreso cuando salga en circulación, por lo que se recomienda usar colores que sean emulados en una escala de grises que permita su distinción al imprimir en calidad láser en blanco y negro.

3.2.- Ecuaciones y estructuras químicas

Las estructuras químicas deben ser editadas con el uso de algún programa adecuado de dibujo para tales fines.

3.2.1.- Ecuaciones

Van centradas en la columna, identificadas con un número entre paréntesis numerando de forma correlativa desde 1 a medida que aparecen en el texto:

$$F = m \cdot a \quad (1)$$

Se debe definir con claridad el nombre de cada una de las variables que constituyen la ecuación y se prefiere el uso de exponentes fraccionarios para evitar el símbolo de raíz. Cuidar que el tamaño de las letras y símbolo no sea superior a 11 ptos.

4.- CONCLUSIONES

Ingresar las conclusiones del trabajo en formato de párrafos. Evitar conclusiones largas y el uso de viñetas.

5.- AGRADECIMIENTOS

Colocar agradecimiento de ser necesario. Esta sección es opcional.

6.- MINIBIOGRAFÍA DE AUTORES

Para agregar después de las referencias Bibliográficas los autores deberán enviar una breve reseña curricular de cada uno, en el mismo idioma del trabajo. La mini biografía debe especificar en menos de 80 palabras lo siguiente: **ORCID (obligatorio)**, grados académicos, institución donde los obtuvo, actual afiliación institucional y líneas de investigación. La misma podrá ir acompañada de una Foto (opcional según decidan los autores).

6.- REFERENCIAS

Cuando la cita implique la conveniencia de mencionar el nombre del autor o autores, indicar con un número arábigo entre corchete en línea con el texto antecedido por el apellido o apellido según los casos siguientes:

Un autor (Ej. Pérez [1] evaluó los...)

Dos autores (Ej. Liu y Gómez [2] evaluaron los...)

Más de dos autores: Indicar sólo el apellido del primer autor seguido de término latín “et al.” en itálica (Ej. Pérez et al. [3] evaluaron los...).

Cuando la cita corresponde a un concepto general, fundamento, planteamiento, etc., que no requiere la mención al autor o autores, la cita se hace usando sólo el número entre corchete al final de la idea (típicamente al final de una oración o párrafo).

En el caso de una figura tomada sin modificación alguna de un trabajo ya publicado, no es suficiente con citar una referencia, ya que se puede estar violando “Derechos de Autor” (este es particularmente importante en caso de que la fuente bibliográfica sea un artículo científico). Es necesario que el título de la figura haga mención al “permiso de reproducción” otorgado por la editorial responsable de la publicación de donde se ha tomado la cita, permiso el cual debió ser oportunamente gestionado por los autores del manuscrito a ser remitido a la RLMM.

Seguir el formato indicado a continuación de acuerdo al tipo de referencia a:

- [1]. Fillon B, Wittman JC, Lotz B, Thierry A. J. Polym. Sci. B: Polym. Phys. 1993; 31 (10): 1383-1393.
- [2]. Brydson JA. *Plastics Materials*, 7ma Ed. Oxford (Inglaterra): Butterworth Heinemann Ltd., 1999, p. 151-159 (o Cap. 1, según convenga).
- [3]. Yoshimura M, Suda H, “Hydrothermal Processing of Hydroxyapatite: Past, Present, and Future”. En: Brown PW, Constantz B (eds.), *Hydroxyapatite and Related Compounds*. Boca Raton (EE.UU.): CRC Press Inc., 1994, p. 45-72.
- [4]. Zhang M, Huang J, Lynch DT, Wanke S, “Calibration of Fractionated Differential Scanning Calorimetry Through Temperature Rising Elution Fraction”. En: *Proceedings del 56th Annual SPE Technical Conference (ANTEC) 1998*. Georgia (EE.UU.): Society of Plastics Engineers, 1998, p. 2000-2003.
- [5]. Santana OO. *Estudio de las Fractura de Mezclas de Policarbonato con Acrilonitrilo-Butadieno-Estireno*, Tesis Ph.D. Barcelona (España): Universitat Politècnica de Catalunya, 1997.
- [6]. Norma ASTM D 790-02, *Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials*, Vol. 8.01, Filadelfia (EE.UU.): American Society for Testing and Materials, 2003.

- [7]. Takahashi M, Adachi K, Menchavez RL, Fuji M, J, Mat. Sci. 2006 [On-Line]; 41 (7): 1965 – 1972 [citado 10-May-2006]. ISSN (on-line): 1573-4803
- [8]. Othmer K. Encyclopedia of Chemical Technology [en línea]. 3rd ed. New York: John Wiley, 1984 [citado 3-ene-1990]. Disponible a través de: DIALOG Information Services, Palo Alto (California, USA).

MINIBIOGRAFÍA DE AUTORES (Foto opcional según decidan los autores)

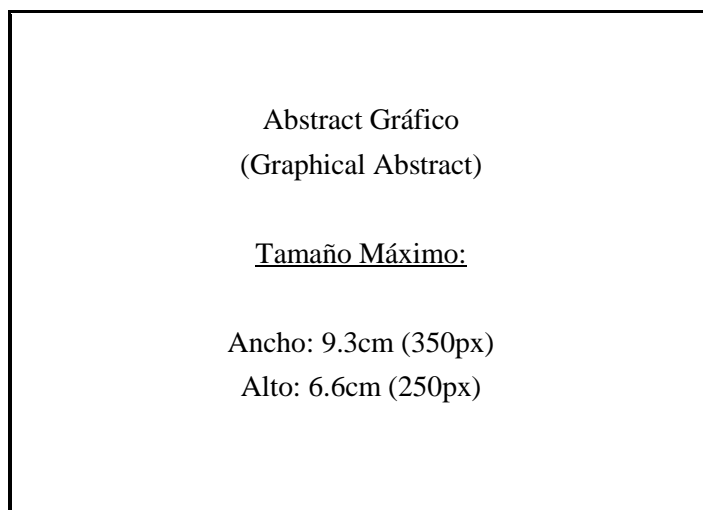
Ejemplo:



FLORENCE CROISIER recibió su MSc en Ciencias Químicas por la University of Liège (ULg, Belgium) en 2007. Ella está finalizando su Ph.D. bajo la supervisión del Profesor C. Jérôme en el Center for Education and Research on Macromolecules (ULg, Belgium). Su investigación se enfoca en la preparación de Quitosano en forma de nanofibras con estructura multicapa, utilizando una combinación de electrospinning y otras técnicas de deposición. (ORCID: 0000-0003-4255-6106)

Resumen Gráfico (Graphical Abstract)

Para la versión online de la RLMM, se les pide a los autores que incorporen un Resumen Gráfico (Graphical Abstract) de su trabajo. Este resumen gráfico debe ser: Una figura original (no utilizada en su totalidad en la escritura del manuscrito), a color, cuyo tamaño horizontal esté entre 300 a 350px (7.9 a 9.3cm), y con una tamaño vertical entre 200 a 250px (5.3 a 6.6cm). Se les invita a los autores a visitar los últimos números de la RLMM, donde podrán observar diferentes tipos y modelos de resúmenes gráficos.



ENVÍO DEL MANUSCRITO

Para la versión sometida a arbitraje, el Autor de Correspondencia DEBERÁ remitir vía la página web: www.rlmm.org (previo registro como usuario) su manuscrito en formato .PDF (siguiendo las instrucciones según esta plantilla). Adicionalmente es OBLIGATORIO que el Autor ingrese todos los autores del manuscrito (llenando todos los campos requeridos por el sistema por cada autor adicional), y que de igual forma anexe la lista de sugerencias de posibles árbitros para su trabajo como “Archivo Adicional” utilizando la planilla titulada “RLMM-PostulacionArbitros.doc”, que puede ser descarga de la página web de la revista.

Mientras el proceso de Arbitraje esté en curso, todas las versiones corregidas del manuscrito deberán ser enviadas en formato .PDF; sí el manuscrito es aceptado para su publicación en la RLMM, el Editor o el Editor de Sección de turno se comunicará con el Autor de Correspondencia para pedirle la versión final aceptada del manuscrito en formato .DOC (la cual será utilizada para el proceso de diagramación final) y cualquier otro archivo adicional, tal como la planilla de "Transferencia de Copyright".

Con respecto al tamaño de los archivos subidos, los Autores deberán trabajar con manuscritos cuyo tamaño no exceda los 6 MB.

DERECHOS DE AUTOR Y PERMISOS DE REPRODUCCIÓN

El autor que representa el trabajo remitido (autor de correspondencia) debe remitir al Comité Editorial una comunicación de conformidad debidamente firmada, en donde hace transferencia a la RLMM de los "Derechos de Autor" (Copyright) del trabajo remitido una vez que éste es aceptado por la RLMM. Para ello, debe descargar, del sitio WEB de la RLMM la planilla de "Transferencia de Derechos de Autor" y subirla como “Archivo Adicional” en el sistema online en formato PDF o formato de imagen (JPG o TIFF).

La reproducción de cualquier material publicado por la RLMM se puede realizar, siempre y cuando se haya solicitado el permiso correspondiente a la revista.

INFORMACIÓN SOBRE LA REVISTA

1. TEMÁTICA Y ALCANCE

La Revista Latinoamericana de Metalurgia y Materiales, **RLMM** (Latin American Journal of Metallurgy and Materials), es una publicación científica, dedicada al campo de la Ciencia e Ingeniería de Materiales. La **RLMM** fue creada en el año 1981 ante la necesidad de mantener informados a los investigadores, profesionales y estudiantes de los avances científicos básicos y tecnológicos alcanzados en Iberoamérica en Ciencia e Ingeniería de Materiales. Su principal interés es la publicación de trabajos arbitrados originales de investigación y desarrollo en ciencia e ingeniería de los materiales (metales, polímeros, cerámicas, biomateriales, nuevos materiales y procesos y materiales compuestos).

- a. **Artículos Regulares:** Son contribuciones libres por parte de autores que desean divulgar los resultados de sus investigaciones y desarrollos en la **RLMM**. Estos artículos son arbitrados por pares (ver Proceso de Revisión por Pares).
- b. **Artículos invitados:** Son artículos que escriben reconocidos expertos iberoamericanos por invitación especial del Comité Editorial de la **RLMM**. Estos artículos también son arbitrados por pares (ver Proceso de Revisión por Pares).
- c. Artículos publicados en números especiales de la **RLMM** denominados **SUPLEMENTOS** y que son dedicados a publicar proceedings de congresos específicos. Estos artículos son arbitrados por comisiones "ad hoc" nombradas por los organizadores de dichos eventos.

2. PROCESO DE REVISIÓN POR PARES

Los trabajos remitidos a la **RLMM** son manejados bajo estricta confidencialidad durante su revisión, y deben ser trabajos de investigación "originales" que no hayan sido publicados previamente y que no se encuentren en un proceso de revisión por alguna otra revista. Los trabajos son enviados a un mínimo de tres árbitros cuyas instituciones de adscripción sean diferentes a las de todos los autores del artículo.

En el momento de enviar su artículo, el autor de correspondencia también deberá enviar una planilla (cuyo formato se encuentra en las normas para autores) con una lista de sugerencias de posibles árbitros para su trabajo.

Si el trabajo es aceptado, éste no debe ser publicado en otra revista en la misma forma, ni en cualquier otro idioma diferente al usado en la preparación del artículo, sin la expresa autorización de la **RLMM**.

El Comité Editorial de la **RLMM** hace lo posible para que la fase de arbitraje no supere (salvo en casos excepcionales) un lapso de seis (6) meses para notificar a los autores de la aceptación o no de sus artículos remitidos.

Si se establece que se requiere una revisión del manuscrito remitido, se le brindará a los autores un lapso de tres (3) meses a partir de la fecha en la cual reciban los comentarios de los árbitros, para realizar la revisión del manuscrito y concretar su re-envío a la **RLMM** para su consideración final. Un manuscrito revisado pero remitido por los autores luego de los tres (3) meses establecidos, será considerado como un nuevo artículo.

Asimismo, es importante para el Comité Editorial de la **RLMM** reducir el tiempo dedicado a las actividades de edición (formato) del manuscrito. Por esta razón es necesario que los autores hagan uso de las instrucciones de formato indicadas en la siguiente sub-sección, a fin de poder difundir en versión electrónica el artículo en su versión final (revisada) en un plazo de tres (3) meses, a partir de la fecha de envío a los autores de las observaciones realizadas por los árbitros y por el propio Comité Editorial.

Completado este proceso, los autores recibirán la carta/e-mail de aceptación definitiva donde se podrá indicar el volumen en el cual será publicado su trabajo, realizándose primeramente una publicación "on-line" del trabajo antes de su aparición en la versión impresa de la revista.

3. INDEXACIÓN

La **RLMM** se encuentra indexada en las siguientes bases de datos e índices bibliográficos:

- Scopus (Elsevier)
- CSA Engineering Research Database: Incluida en los siguientes índices:
 - CSA / ASCE Civil Engineering Abstracts
 - Earthquake Engineering Abstracts
 - Mechanical & Transportation Engineering Abstracts
- CSA High Technology Research Database with Aerospace: Incluida en los siguiente índices:
 - Aerospace & High Technology Database
 - Computer and Information Systems Abstracts
 - Electronics and Communications Abstracts
 - Solid State and Superconductivity Abstracts
- CSA Materials Research Database with METADEX: Incluida en los siguiente índices:
 - Aluminium Industries Abstracts
 - Ceramic Abstracts / World Ceramic Abstracts
 - Copper Data Center Database
 - Corrosion Abstracts
 - Engineered Materials Abstracts: Indexada en los siguientes sub-índices
 - Advanced Polymer Abstracts
 - Composite Industry Abstracts
 - Engineered Materials Abstracts, Ceramics
 - Materials Business File
 - Metals Abstracts/METADEX
- Catálogo LATINDEX: Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
- PERIÓDICA: Índice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias

- REVENCYT: Índice y Biblioteca Electrónica de Revistas Venezolanas de Ciencia y Tecnología.
- SciELO Venezuela: Scientific Electronic Library Online - Venezuela. *Ingresada a la Colección ScieLo Venezuela certificada el 30 de junio de 2008. Acceso disponible a través de las web: "SciELO Venezuela", para ver las versiones completas de los artículos publicados en los números 1 y 2 de los volúmenes 22 al 29 y el número 2 del volumen 21, en formato HTML.*

De interés para investigadores venezolanos:

Desde el año 2007, la **RLMM** es clasificada por el **Observatorio Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (ONCTI)** como una **Publicación Tipo "A"** al estar indexada en el *Catálogo Latindex*, en SciELO- Revistas Certificadas y por obtener un puntaje de 78,3 en la *Evaluación de Mérito* del año 2007 realizada por el **FONACIT**, puntaje que supera apreciablemente el mínimo de 55,0 puntos exigidos.

4. CODIGO DE ETICA

Para garantizar la publicación de trabajos científicos de alta calidad y originalidad, los editores de área de la **RLMM** aplican un proceso de revisión por pares inflexible con estrictos principios y códigos de ética.

No serán aceptados para su publicación trabajos con contenidos que no sean novedosos o que hayan sido enviados simultáneamente a otras revistas. Tampoco se aceptará el envío de trabajos traducidos a partir de otro artículo que ya esté publicado en otro idioma. Cualquier trabajo que presente un posible conflicto de intereses será rechazado por los editores.

Los autores que deseen publicar sus artículos en la **RLMM** deben revisar sus trabajos, de tal manera que los datos y métodos utilizados en la investigación se presenten detalladamente en el artículo, de tal forma que otros investigadores puedan replicar el trabajo. Sus hallazgos de investigación deben ser presentados con precisión acompañados de una discusión objetiva que destaque su importancia.

Al enviar su trabajo, los autores deberán tener las medidas, cálculos y datos, que sustentan sus resultados, disponibles para los árbitros de la revista, quienes frecuentemente suelen solicitarlos.

Si después de la publicación de su artículo, los autores detectan errores o inexactitudes omitidos en su trabajo original, deben comunicarlas a los editores de la revista.

Los autores no deben enviar trabajos con imágenes, textos o datos que ya hayan sido publicados, lo cual será considerado por los editores de la **RLMM** como plagio. Citar las fuentes no debe omitirse en ningún caso, incluso cuando sean sus propias publicaciones.

En los trabajos de revisión que requieran incluir imágenes o datos ya publicados, los autores además de citar la fuente, deberán solicitar la autorización escrita del titular original, y presentarla a la **RLMM** junto a su manuscrito.

Si después de la publicación de un trabajo en la **RLMM**, se recibiera la denuncia de plagio, o de alguna manipulación irregular de un resultado o imagen, el cuerpo editorial procederá a estudiarlo y si se confirma, la **RLMM** procederá a corregir (en caso de error por omisión) o retirar el trabajo.

El plagio será considerado por parte de los editores de la **RLMM** una violación de los códigos de ética, por lo que procederán a rechazar categóricamente tales trabajos.