**DATOS DEL DIRECTOR/A\***

Nombre: Paula Regina

Apellido: Alonso

Matrícula: 15739

Interno: 6710

Correo Electrónico: [pralonso@cnea.gov.ar](mailto:pralonso@cnea.gov.ar)

GAEN/ Gerencia Materiales/Departamento Transformaciones y Propiedades/División Aleaciones Especiales:

TNG: 322

Pertenezco a planta permanente: SI

\*Se recuerda que el presente formulario tiene carácter de declaración jurada.

Firma:

**PROYECTO DE BECA**

**Título** (máximo 150 caracteres): **Fundición de aleaciones base circonio de uso nuclear**

**Justificación de la solicitud del proyecto de beca** (*Incluyendo el proyecto institucional en el cual se encuadraría)*:

En la actualidad la CNEA utiliza la aleación Zircaloy-4 en las vainas de los elementos combustibles de los reactores nucleares de potencia. La aleación Zircaloy-4 tiene una composición de: 1,20-1,70 %Sn, 0,18-0,24 %Fe, 0,07-1,13 %Cr, <0,007 %Ni, 900-1500 ppm O, y el resto de Zr (% en peso).

En la última década, la necesidad de mejorar el rendimiento económico de los reactores nucleares a través de un incremento en el quemado del combustible con mayores niveles de temperatura, presión de agua y vapor, impulsó a la industria nuclear a reemplazar las aleaciones de Zircaloy por otras de mayor resistencia a la corrosión y menor absorción de hidrógeno. En este nuevo grupo de aleaciones se destacan las de composición Zr-1%Nb por ejemplo la M5 (francesa) o E110 (Rusa) [1,[**2**,[**3**]. En la Argentina, la CNEA pretende que las nuevas centrales nucleares de potencia instaladas en el país contengan elementos combustibles de fabricación nacional. Estos nuevos proyectos deberían acompañar el avance tecnológico internacional y utilizar aleaciones de mayores prestaciones que el Zircaloy-4.

Nuestra división está desarrollando nuevas aleaciones tipo Zr-1%Nb [4-7], cuenta para ello con el apoyo de un subsidio de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (PICT 2018 01671). Destacamos la presentación de una solicitud de patente [8] donde el agregado de tantalio incrementa la temperatura monotectoide, es decir que el aleante Ta permite tener la microestructura requerida para aplicaciones nucleares (αZr+Nb) a mayores temperaturas.

El proyecto actual de la DAE pretende diseñar un proceso de fabricación para aleaciones tipo Zr-1%(Nb,Ta) que permita abastecer a los laboratorios de la Gerencia Materiales de material propio para sus ensayos. Contempla, de acuerdo con bibliografía propia del sector [9], la fundición por arco con electrodo consumible en atmósfera de argón de modo de obtener contenidos de oxígeno controlados para favorecer las propiedades mecánicas de la aleación. La fabricación del electrodo puede realizarse por compactado o soldado de botones preparados en horno de arco con electrodo no consumible a partir de los materiales puros. El proceso de refusión con electrodo consumible permite la obtención de lingotes con mejoras en la homogeneidad. La automatización de este proceso asegura la reproducibilidad. Ambas condiciones son favorables para la reducción del tratamiento termomecánico posterior de los lingotes fundidos.

La DAE cuenta con el sistema de vacío multipropósito para procesos metalúrgicos (CENTORR VACUUM INDUSTRIES) que fue recientemente adaptado [10] para la obtención de botones de aleación de Zr1%(Nb,Ta) de aproximadamente 11 g y para la instalación de un sistema de refusión con electrodo consumible [11]. La puesta a punto de este último sistema es motivo del presente plan de beca.

Por lo tanto, proponemos en este proyecto de beca, los siguientes objetivos específicos:

Primer año:

* Diseñar el método de fabricación del electrodo consumible, las dimensiones del electrodo con relación al molde.
* Fabricar el electrodo.

Siguientes períodos:

* Elaborar de acuerdo a la bibliografía y al horno de refusión disponible una propuesta de ensayo de los parámetros de funcionamiento del horno, como la velocidad de fusión y la longitud del arco.
* Realizar los ensayos de refusión caracterizando metalográficamente los lingotes obtenidos hasta lograr los parámetros óptimos que aseguren la homogeneidad.

Referencias:

[1] Y.H. Jeong, B.K. Choi, J.H. Baek, M.H. Lee, S.Y. Park, J.Y. Park, J.W. Kim, H.G. Kim, “Zirconium alloy composition having excellent corrosion resistance for nuclear applications and method of preparing the same”. European Patent EP1930454A1, Korea Atomic Energy Research Institute, Korea Hydro & Nuclear Power Co. Ltd., 11/06/2008 Bulletin 2008/24.

[2] J. Böhmert, M. Dietrich, J. Linek. “Comparative studies on high-temperature corrosion of ZrNb1 and Zircaloy-4”. Nucl. Eng. Design 147 (1993) 53-58.

[3] D. Colburn, R. Comstock, T. Cook, M. Dahlback, J.P. Foster, A. Garde, P. jourdain, R. Kesterson, M. McClarren, L. Nuhfer, j. Partezana, K. Yueh, J.A. Boshers, P. File. “Zirconium alloys with improved corrosion resistance and method for fabricating zirconium alloys with improved corrosion”. United State Patent US2006/0243358A1, 02/11/2006.

[4] P.A. Ferreirós, D.P. Quirós, P.R. Alonso, G.H. Rubiolo. “Dynamic calorimetric data for thermodynamic modeling of Zr – Nb –Ta system”. Congreso: Materials Science and Engineering (MSE), (2018), Technische Universität Darmstadt, Darmstadt, Alemania.

[5] P.A. Ferreirós, P.R. Alonso, P.B. Bozzano, G.H. Rubiolo. “Observación de la fase precipitada en aleaciones de Zr-1Nb modificadas con Ta”. 5º Congreso Argentino de Microscopía (SAMIC), (2018), La Falda, Córdoba, Argentina.

[6] D.P. Quirós. Doctorado en Ciencia y Tecnología, Mención Materiales, Instituto Sabato (CNEA-UNSAM) “Estudio experimental del diagrama de equilibrio de fases Zr-Nb-Ta”. Director: P.R. Alonso. Co-director: P.A. Ferreirós.

[7] P.A. Ferreirós, P.R. Alonso, D.P. Quirós, E. Zelaya, G.H. Rubiolo. Accurate quantitative EDS-TEM analysis of precipitates and matrix in equilibrium (α+β) Zr-1Nb alloys with Ta addition. Journal of Alloys and Compounds, artículo aceptado, 2020, doi: https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2020.156372

[8] P.R. Alonso, P.A. Ferreirós, M.D. Forti, P.H. Gargano, L. Kniznik, L.A. Lanzani, G.H. Rubiolo. “Aleaciones de circonio con resistencia a la corrosión y temperatura de servicio mejoradas para usar en el revestimiento del combustible y las partes estructurales del núcleo de un reactor nuclear”. Solicitud de patente INPI 20180100400 21/02/2018. CNEA, UNSAM, CONICET, UTN.

[9] Leyt, Los procesos de fusión por arco de metales reactivos, CNEA-TE-3/41, Comisión Nacional de Energía Atómica dependiente de Presidencia de la Nación, Departamento de Metalurgia, Buenos Aires, Argentina (1970).

[10] ITGMAT92/2017 “Reemplazo de crisol de cobre en el horno de arco existente: diseño y fabricación” Alderete, C.; Ilarri, S.;Acosta, M; Quirós, D.P.; Ferreirós, P.A.; Rubiolo, G.H:; Torres, D.N.; Alonso, P.R.; González, R

[11] C.Alderete, S.Ilarri, M.Acosta, D.P.Quirós, P.A.Ferreirós, G.H.Rubiolo, D.N.Torres, P.R.Alonso, R.González, IT-GMAT-73/2017 CNEA; C.Alderete, S.Ilarri, M.Acosta, D.P.Quirós, P.A.Ferreirós, G.H.Rubiolo, D.N.Torres, P.R.Alonso, R.González, ITGMAT92/2017 CNEA.

**IDEA CONDUCENTE DE LA PROPUESTA**

La idea que subyace en esta propuesta de beca es optimizar el método de fundición y el diseño del proceso para la obtención de lingotes homogéneos de aleaciones base Zr.

**OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS DE ACUERDO AL PLAN ESTRATÉGICO DE CNEA 2015-2025 en los que se enmarca este proyecto:**

**OBJETIVOS ESTRATÉGICOS INSTITUCIONALES**

**COMBUSTIBLES NUCLEARES**

**Objetivo Estratégico 1**: Fortalecer e intensificar la capacidad de investigación, desarrollo e ingeniería en el campo de los elementos combustibles para centrales nucleares de potencia y reactores experimentales y de producción de radioisótopos. (pg. 50)

**CENTRALES NUCLEARES**

**Objetivo Estratégico 2**: Consolidar la autonomía tecnológica de CNEA en el campo de los reactores nucleares de potencia, posicionándose como la organización de soporte tecnológico de las centrales nucleares instaladas en el país y contribuyendo a la sustentabilidad de la operación durante todo su ciclo de vida. (pg. 58)

**ÁREAS TEMÁTICAS**

**COMBUSTIBLES NUCLEARES**

**Objetivo Estratégico 1**: Mantener y acrecentar la autonomía tecnológica para el desarrollo, el diseño, la ingeniería y la fabricación de los elementos combustibles para las centrales nucleares argentinas, actuales y futuras

**Objetivo Específico 1.1**: Desarrollar los elementos combustibles para las centrales CAREM. (pg. 117)

**INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO**

**INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN MATERIALES Y ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS**

**Objetivo Estratégico 1**: Generar y aplicar conocimiento científico y tecnológico, en el área de materiales y ensayos no destructivos y estructurales, para atender los requerimientos de CNEA y posibilitar su transferencia a otros sectores tecnológicos. (pg. 137)

**Objetivo Específico 1.1**: Mantener e incrementar la capacidad en investigación y desarrollo en materiales de uso nuclear: nuevos combustibles, materiales estructurales y funcionales, barreras de contención y matrices para inmovilización de residuos radioactivos. (pg. 137)

**Objetivo Específico 1.6**: Ampliar el conocimiento y desarrollar nuevos materiales y recubrimientos de interés para el sector tecnológico. (pg. 138)

**Codirector/a**

Codirector, Nombre y Apellido: Pablo Hugo Gargano

Correo electrónico del Codirector: [gargano@cnea.gov.ar](mailto:gargano@cnea.gov.ar)

GAEN/ Gerencia Materiales/ Departamento Transformaciones y Propiedades/ División Aleaciones Especiales

**Tema de carácter confidencial:** Si

**Tipo de beca** *(se puede marcar más de una opción)*:

A1D (Doctoral)

A1P (Graduados Grado) x

**Lugar de desarrollo de la beca**: CAC

**Breve resumen de las actividades de la beca:**

* Actualización bibliográfica.
* Diseño de un plan de ensayos para la fundición de la aleación base Zr en el horno de electrodo consumible.
* Preparación de los materiales de la aleación: corte, pesada y limpieza de los materiales puros;
* Ensayo de variables en la fundición en horno de arco con electrodo no consumible:
* Fabricación del electrodo.
* Velocidad de desplazamiento del electrodo.
* Longitud del arco.
* Elaboración de informes y difusión de resultados en medios nacionales o internacionales.

**Requisitos del postulante**

Título: Magíster en Ciencia y Tecnología de Materiales

Idioma/s: Conocimientos de inglés

Otros requisitos:

Formación en el área de Ciencia de Materiales con énfasis en la fundición de aleaciones metálicas.

Manejo de técnicas de caracterización de materiales.

Manejo de programas aplicados al análisis de datos.

Experiencia en técnicas de fundición.

Aptitudes personales:

Capacidad de trabajo en colaboración, creatividad, iniciativa, capacidad para resolver en forma independiente problemas emergentes, disposición a la formación permanente.

Conocimientos complementarios:

Manejo de PC

Otros

**ADJUNTOS REQUERIDOS**

Se recuerda adjuntar al siguiente formulario, con carácter de obligatorio, la siguiente documentación:

-Plan de capacitación del becario para el primer año

-CV del Director

-+CV del Codirector

**JEFE INMEDIATO**

Nombre: Claudio Ariel

Apellido: Danon

Email: danon@cnea.gov.ar

Comentarios:

Firma:

**JEFE SEGUNDO NIVEL DE APERTURA**

Nombre: Rubén Omar

Apellido: González

Email: [rugonz@cnea.gov.ar](mailto:rugonz@cnea.gov.ar)

Comentarios:

Firma: