

# CARRERA DEL INVESTIGADOR CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO

## Informe Científico<sup>1</sup>

PERIODO <sup>2</sup>: 01-01-2012 al 31-12-2013

### 1. DATOS PERSONALES

*APELLIDO:* RUSSO

*NOMBRES:* NELIDA ARACELI

*Dirección Particular: Calle: N°:*

*Localidad: M. B. Gonnet CP: 1897 Tel:*

*Dirección electrónica (donde desea recibir información, que no sea "Hotmail"):*

[nelidar@ciop.unlp.edu.ar](mailto:nelidar@ciop.unlp.edu.ar)

### 2. TEMA DE INVESTIGACION

ANALISIS Y DESARROLLO DE DISPOSITIVOS BASADOS EN FIBRAS OPTICAS DE APLICACIÓN EN COMUNICACIONES E INDUSTRIA

### 3. DATOS RELATIVOS A INGRESO Y PROMOCIONES EN LA CARRERA

*INGRESO: Categoría: Inv. Adjunto con Director Fecha: 27-07-1998*

*ACTUAL: Categoría: Inv. Adjunto sin Director desde fecha: 17-06-2011*

### 4. INSTITUCION DONDE DESARROLLA LA TAREA

*Universidad y/o Centro: CENTRO DE INVESTIGACIONES OPTICAS (CIOp)*

*Facultad:*

*Departamento:*

*Cátedra:*

*Otros:*

*Dirección: Calle: Camino Centenario e/505 y 508 N°:*

*Localidad: M. B. Gonnet CP: 1897 Tel: 0221-4715249*

*Cargo que ocupa: INVESTIGADOR ADJUNTO SIN DIRECTOR*

### 5. DIRECTOR DE TRABAJOS. (En el caso que corresponda)

*Apellido y Nombres:*

*Dirección Particular: Calle: N°:*

*Localidad: CP: Tel:*

*Dirección electrónica:*

<sup>1</sup> Art. 11; Inc. "e"; Ley 9688 (Carrera del Investigador Científico y Tecnológico).

<sup>2</sup> El informe deberá referenciar a años calendarios completos. Ej.: en el año 2014 deberá informar sobre la actividad del período 1°-01-2012 al 31-12-2013, para las presentaciones bianuales.

.....  
Firma del Director (si corresponde)

.....  
Firma del Investigador

## **6. EXPOSICION SINTETICA DE LA LABOR DESARROLLADA EN EL PERIODO.**

*Debe exponerse, en no más de una página, la orientación impuesta a los trabajos, técnicas y métodos empleados, principales resultados obtenidos y dificultades encontradas en el plano científico y material. Si corresponde, explicita la importancia de sus trabajos con relación a los intereses de la Provincia.*

La labor desarrollada, básicamente de tipo experimental, estuvo enfocada al análisis, implementación y modelado de diferentes dispositivos basados en tecnología de fibras ópticas, como es el caso de los láseres de fibra, las redes de Bragg en fibra óptica y los sensores de temperatura y deformación. En particular se pueden mencionar las siguientes actividades:

- Se desarrolló y publicó en la revista científica con referato internacional "Optics & Laser Technology", un modelo teórico que permite analizar temporal y espectralmente el comportamiento de un láser de fibra óptica autopulsado en régimen de mode-locking pasivo, por adición coherente de los pulsos que se propagan en cavidades acopladas e interactúan en el elemento reflectivo central. El modelo propuesto resuelve la ecuación de Schrödinger no lineal que describe la propagación de los campos eléctricos en ambas cavidades, usando el método de fraccionamiento del paso (Split Step Fourier Method) del cálculo numérico, mientras que el acople de los mismos en cada elemento reflectivo (FBG) se realiza mediante el método de la matriz de transferencia, que permite obtener la reflectividad y transmitancia de las redes. Los principales parámetros del sistema usados en los cálculos son: la dispersión de la velocidad de grupo, la automodulación de fase, el factor de ganancia, las pérdidas de la fibra y la dispersión de las FBGs (ver punto 7.1.).
- Si bien fueron aprobados algunos subsidios solicitados por el grupo de investigación, no se han efectivizado aun las cuotas comprometidas. Además, las grandes demoras y trabas para poder efectuar la importación de los componentes necesarios, junto con su elevado costo, hizo que no se pudieran implementar nuevas configuraciones de láseres de fibra que permitiesen generar pulsos de mayor potencia.
- Se continuo desarrollando el sistema de grabado de redes de Bragg en fibra óptica (FBG) utilizando un láser de Ti:Za que genera pulsos de 1 mJ y 100 fs de duración, en 800 nm. El grabado se realizó empleando una máscara de fase iluminada con la 3er. armónica (266 nm) del oscilador mencionado. Los resultados logrados se presentaron en la 98ª Reunión Nacional de Física de la Asociación Física Argentina (ver punto 13 del Informe). Además, tanto con este sistema como empleando un láser de Nd-YAG cuadruplicado en frecuencia, se grabó gran cantidad de FBG destinadas a funcionar como transductor de distintos sensores implementados.
- Sin embargo, no se ha podido implementar aún la automatización del grabado, tendiente a producir redes de diferentes características espectrales dependientes de la aplicación de las mismas. El diseño del sistema y el tiempo que demandará la implementación hacen que sea por sí mismo, el tema de un Trabajo Final de carrera de grado, o incluso (incluyendo algunas aplicaciones novedosas) podría ser tema de una Maestría. La intención a futuro es presentar un postulante a una beca para que lo tome a cargo bajo mi dirección.

- En cuanto a la posibilidad de grabar FBGs sobre distinto tipo de FO, se diseñó y avanzó en la implementación del sistema de hidrogenado tendiente a aumentar su fotosensibilidad a la radiación UV. El sistema diseñado consta de un tubo de 1/4" y un metro de largo, en el cual se alojarán las fibras en una atmósfera de hidrógeno a alta presión (~30 atm). Fue ensamblado por la empresa Swagelok y consta de un manómetro hasta 100 atm para control, dos entradas de gases (una para el hidrógeno y otra para un gas inerte que se usará para purgar el sistema) cada una con su válvula individual. En un extremo posee una válvula esférica para la carga y descarga de las fibras y en el otro, una válvula de aguja para el venteo del hidrógeno. Resta aún la adquisición de los balones con los gases. Asimismo, se está recabando todo el asesoramiento y la información necesaria para cumplir con las condiciones de seguridad requeridas para manejar este tipo de gases altamente inflamables como es el hidrógeno, así como los requerimientos que debe cumplir el lugar donde se lo instalará.
- En cuanto al estudio y determinación de la contracción polimérica de nuevas resinas de fotocurado, se continuó con la colaboración con los grupos de la Facultad de Ingeniería y del INTEMA de Mar del Plata. En este sentido, se hicieron estudios comparativos aplicando diferentes métodos ópticos: respuesta temporal de un interferómetro de Fizeau, sensores de Bragg y análisis espectral de la señal del Fizeau. Este último permitió salvar la indeterminación del primero permitiendo identificar el instante de cambio de sentido de la deformación (expansión/contracción) y se verificó su correspondencia con lo indicado por la FBG. Los primeros resultados se presentaron en la 98ª Reunión Nacional de Física de la Asociación Física Argentina (ver punto 13 del Informe). En el próximo período se escribirá un trabajo en extenso y se lo enviará para su publicación en una revista con referato internacional.
- Continuando con las aplicaciones de sensado, se comenzó a desarrollar un trabajo conjunto con el Dr. Raúl Zerbino y la Ing. Graciela Giaccio, quienes desarrollan sus actividades en el Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEMIT, CIC) y en la Facultad de Ingeniería de la UNLP, tendiente a analizar la evolución dimensional de muestras de concreto desde las primeras etapas de fraguado (partiendo del estado fresco) empleando dos técnicas ópticas y correlacionándolas con mediciones mecánicas tradicionales luego que el material ha fraguado (se ha rigidizado aunque con un nivel de resistencia sumamente bajo).  
Esta colaboración dio origen a la escritura del artículo científico "PORTLAND CEMENT MATERIALS ANALYZED FROM ITS EARLY CURING STAGES APPLYING FIBER OPTIC TECHNIQUES", Angélica Mesa Yandy, Nélica A. Russo, Raúl L. Zerbino, Graciela M Giaccio and Ricardo Duchowicz; enviado para su publicación en Optics and Lasers in Engineering.
- En el marco de los convenios celebrados entre CONICET y VENG S.A., llevados a cabo en el CIOp, se continuo con las tareas de asesoramiento y desarrollo de transductores para la implementación de los sensores de temperatura y deformación a ser instalados en prototipos de lanzadores satelitales.
- También se dictaron Cursos de Especialización, se continuó con la dirección de la Tesis Doctoral en Ingeniería de la Ing. Angélica Mesa Yandi, se realizaron tareas de evaluación de miembros de la CPA del CONICET, de evaluación artículos científicos presentados en la RPIC 2013, y otras actividades detalladas en el presente Informe.
- Finalmente, se comenzó a desarrollar una colaboración con los Dres. Torga y Morel del Laboratorio de Optoelectrónica y Metrología Aplicada (LOMA) de la Facultad Regional Delta de la UTN, tendiente a analizar la factibilidad de la implementación de un sistema para OCT en el

dominio espectral con una fuente laser sintonizable en 1550 nm. Los resultados preliminares obtenidos permitirán continuar con esta tarea en el próximo período.

## **7. TRABAJOS DE INVESTIGACION REALIZADOS O PUBLICADOS EN ESTE PERIODO.**

**7.1 PUBLICACIONES.** *Debe hacer referencia exclusivamente a aquellas publicaciones en las que haya hecho explícita mención de su calidad de Investigador de la CIC (Ver instructivo para la publicación de trabajos, comunicaciones, tesis, etc.). Toda publicación donde no figure dicha mención no debe ser adjuntada porque no será tomada en consideración. A cada publicación, asignarle un número e indicar el nombre de los autores en el mismo orden que figuran en ella, lugar donde fue publicada, volumen, página y año. A continuación, transcribir el resumen (abstract) tal como aparece en la publicación. La copia en papel de cada publicación se presentará por separado. Para cada publicación, el investigador deberá, además, aclarar el tipo o grado de participación que le cupo en el desarrollo del trabajo y, para aquellas en las que considere que ha hecho una contribución de importancia, deberá escribir una breve justificación.*

En el trabajo consignado a continuación, se realizaron las actividades vinculadas a su implementación experimental, análisis e interpretación de los resultados, modelado de los fenómenos estudiados, y escritura del correspondiente artículo científico. Se adjunta copia del mismo.

### **1.- “NUMERICAL AND EXPERIMENTAL COMPARISON OF AN ALL-FIBER APM LASER WITH TWO-COUPLED LINEAR CAVITIES”**

Emanuel. Paulucci, Nélica. A. Russo, Enrique E. Sicre, Ricardo Duchowicz  
Optics & Laser Technology, Vol. 48, 495-502, 2013  
doi: 10.1016/j.optlastec.2012.11.029  
ISSN: 0030-3992. Ed. Elsevier  
País de edición: The Netherlands

#### ***Abstract***

In this work, some properties of a two coupled cavities all-fiber laser as a function of the ratio between their optical lengths are analyzed. The laser is composed of an active primary cavity generated by an erbium-doped fiber and two fiber Bragg gratings (FBG1 and FBG2), and a passive cavity made with an appropriate length of standard optical fiber spliced to FBG2 and employing the Fresnel reflection at the other end of the pigtail. The operation of this additive-pulse mode-locking (APM) laser is based on the coherent addition of pulses that interact on a central reflective element which is a common component for both cavities. The developed model considers the propagation of electric fields into the system solving the non-linear Schrödinger equation (NLSE) through the Split-Step Method (SSM). Reflectivity and transmittance characteristics of the FBGs used as feedback elements are simulated by using the Transfer-Matrix Method (TMM). The main system parameters employed on the calculations are: group velocity dispersion (GVD), self-phase modulation (SPM), gain factor that includes the effects of self-

saturation, fiber losses and dispersion of the FBGs. Numerical results for the pulse width and the peak power of the output, obtained from the application of the numerical model, are compared with experimental values measured by varying the length of the auxiliary cavity. A good agreement between them is observed. When the auxiliary cavity length is reduced with respect to the main cavity length, both experimental and numerical results show a decrease in the temporal width with a corresponding increase in the repetition frequency of the pulses. If the main cavity length is made two or three times larger than the original one by varying the pigtail length, some of the laser output frequencies previously obtained are also founded. In those cases, similar values of the pulse width were found. This pulse width dependence with the repetition frequency was also verified by applying our mathematical model.

**7.2 TRABAJOS EN PRENSA Y/O ACEPTADOS PARA SU PUBLICACIÓN.** *Debe hacer referencia exclusivamente a aquellos trabajos en los que haya hecho explícita mención de su calidad de Investigador de la CIC (Ver instructivo para la publicación de trabajos, comunicaciones, tesis, etc.). Todo trabajo donde no figure dicha mención no debe ser adjuntado porque no será tomado en consideración. A cada trabajo, asignarle un número e indicar el nombre de los autores en el mismo orden en que figurarán en la publicación y el lugar donde será publicado. A continuación, transcribir el resumen (abstract) tal como aparecerá en la publicación. La versión completa de cada trabajo se presentará en papel, por separado, juntamente con la constancia de aceptación. En cada trabajo, el investigador deberá aclarar el tipo o grado de participación que le cupo en el desarrollo del mismo y, para aquellos en los que considere que ha hecho una contribución de importancia, deberá escribir una breve justificación.*

**7.3 TRABAJOS ENVIADOS Y AUN NO ACEPTADOS PARA SU PUBLICACION.** *Incluir un resumen de no más de 200 palabras de cada trabajo, indicando el lugar al que han sido enviados. Adjuntar copia de los manuscritos.*

En el trabajo mencionado a continuación, se realizaron todas las actividades vinculadas al desarrollo del mismo, es decir, la implementación experimental, el análisis e interpretación de los resultados y la escritura del correspondiente artículo. Se adjunta copia del manuscrito enviado.

#### **1.- “PORTLAND CEMENT MATERIALS ANALYZED FROM ITS EARLY CURING STAGES APPLYING FIBER OPTIC TECHNIQUES”**

Angélica Mesa Yandy, Nélide A. Russo, Raúl L. Zerbino, Graciela M Giaccio and Ricardo Duchowicz

Enviado a: Optics and Lasers in Engineering (Se adjunta copia del manuscrito)

ISSN: 0143-8166. Ed. Elsevier, The Netherlands.

#### ***Abstract***

In this work, three measurement techniques were applied to the analysis of the curing process of Portland cement samples, were a contraction/expansion process takes place.

Results obtained with Fiber Bragg grating (FBG) and Fizeau interferometric fiber optic sensors were compared to a commercial digital mechanical comparator. Fresh samples were started to measure simultaneously with both optical techniques. After solidify, they were also measured by the mechanical comparator. Results obtained with the tree techniques were similar within a relative uncertainty of  $10^{-4}$ .

The optical techniques employed, represent an improvement in the study of the curing processes, since they allow analyzing them from its early stages, even though the material is in a fresh state. This is not possible when mechanical methods are applied.

**7.4 TRABAJOS TERMINADOS Y AUN NO ENVIADOS PARA SU PUBLICACION.**

*Incluir un resumen de no más de 200 palabras de cada trabajo.*

**7.5 COMUNICACIONES.** *Incluir únicamente un listado y acompañar copia en papel de cada una. (No consignar los trabajos anotados en los subtítulos anteriores).*

**7.6 INFORMES Y MEMORIAS TECNICAS.** *Incluir un listado y acompañar copia en papel de cada uno o referencia de la labor y del lugar de consulta cuando corresponda.*

**8. TRABAJOS DE DESARROLLO DE TECNOLOGÍAS.**

**8.1 DESARROLLOS TECNOLÓGICOS.** *Describir la naturaleza de la innovación o mejora alcanzada, si se trata de una innovación a nivel regional, nacional o internacional, con qué financiamiento se ha realizado, su utilización potencial o actual por parte de empresas u otras entidades, incidencia en el mercado y niveles de facturación del respectivo producto o servicio y toda otra información conducente a demostrar la relevancia de la tecnología desarrollada.*

En el período anterior se comenzó a implementar una estación de grabado de redes de Bragg en fibra óptica (FBGs), aplicando la técnica de la máscara de fase y utilizando como iluminación UV, la emisión de un laser de Nd-YAG cuadruplicado en frecuencia. Posteriormente el sistema fue adaptado para poder emplear también la emisión de un láser de femtosegundos triplicado en frecuencia, a la vez que se mejoraron los elementos de posicionamiento y alineación. Esto permitió aumentar la estabilidad mecánica del sistema y asegurar la repetibilidad de las redes obtenidas, así como también mejorar sus características espectrales. Ambos desarrollos alcanzaron resultados muy satisfactorios y los productos generados (FBGs) son de calidad comparable a los producidos comercialmente en el exterior. La importancia de este desarrollo realizado en el CIOp radica en que estos elementos constituyen el transductor básico de numerosos sistemas de sensado óptico, además de sus aplicaciones en dispositivos para comunicaciones por fibra

óptica (filtros de canal, ecualizadores de ganancia en amplificadores ópticos, compensadores de dispersión cromática, etc.).

En este contexto, y dado que el CIOp viene participando desde hace unos años en desarrollos tecnológicos vinculados a la actividad aeroespacial, en el período informado (2012-2013) se continuó realizando el asesoramiento científico y desarrollo de sensores de fibra óptica basados en redes de Bragg para monitorear la salud estructural de vehículos espaciales, en particular, sensores de temperatura y de esfuerzo o deformación. Particularmente, se fabricaron los elementos transductores mencionados con el objeto de realizar las pruebas y ensayos necesarios para este emprendimiento.

El sistema diseñado está integrado por un subsistema sensor (compuesto por sensores de esfuerzo y temperatura, implementados en fibra óptica y distribuidos por la estructura a ser monitoreada, para lo cual son multiplexados en longitud de onda) y un subsistema de interrogación espectral (componente activo formado por un laser sintonizable de fibra óptica, cuya función es medir ópticamente la estructura a través de la fibra que lo vincula a los sensores y transmitir la información generada utilizando el canal de telemetría). Un requerimiento muy exigente que debe cumplir el sistema que se está implementando es que debe ser operativo durante la etapa crítica del lanzamiento.

La labor realizada se encuadra en los siguientes convenios establecidos entre el CONICET y la empresa VENG S.A., llevados a cabo en el CIOp:

- 1.- Título: "Desarrollo, calificación y construcción de sensores basados en guías de onda ópticas". Res. 825 - CONICET (22/05/09). Período: 01/06/09 al 30/11/10.
- 2.- Título: "Desarrollo de sensores de fibra óptica e integrados" de aplicación en los prototipos de lanzadores satelitales. Res. 3277-CONICET (01/12/10). Período: 01/12/10 al 30/08/12.

Así como en el siguiente convenio celebrado entre el CONICET, la empresa VENG S.A. y la Fundación Innova-T, también llevado a cabo en el CIOp:

- 3.- Título: "Desarrollo, calificación y construcción de sensores basados en guías ópticas" destinados a la aviónica y sistema de navegación, guiado y control del prototipo de lanzador satelital Tronador II. Res. 2837 – CONICET (12/08/13). Período: 12/08/13 al 31/12/14.

**8.2 PATENTES O EQUIVALENTES.** *Indicar los datos del registro, si han sido vendidos o licenciados los derechos y todo otro dato que permita evaluar su relevancia.*

**8.3 PROYECTOS POTENCIALMENTE TRANSFERIBLES, NO CONCLUIDOS Y QUE ESTAN EN DESARROLLO.** *Describir objetivos perseguidos, breve reseña de la labor realizada y grado de avance. Detallar instituciones, empresas y/o organismos solicitantes.*

**8.4 OTRAS ACTIVIDADES TECNOLÓGICAS CUYOS RESULTADOS NO SEAN PUBLICABLES** *(desarrollo de equipamientos, montajes de laboratorios, etc.).*

**8.5 Sugiera nombres (e informe las direcciones) de las personas de la actividad privada y/o pública que conocen su trabajo y que pueden opinar sobre la relevancia y el impacto económico y/o social de la/s tecnología/s desarrollada/s.**

**9. SERVICIOS TECNOLÓGICOS.** *Indicar qué tipo de servicios ha realizado, el grado de complejidad de los mismos, qué porcentaje aproximado de su tiempo le demandan y los montos de facturación.*

**10. PUBLICACIONES Y DESARROLLOS EN:**  
**10.1 DOCENCIA**

**10.2 DIVULGACIÓN**

**11. DIRECCION DE BECARIOS Y/O INVESTIGADORES.** *Indicar nombres de los dirigidos, Instituciones de dependencia, temas de investigación y períodos.*

Se solicitó al CONICET la Co-Dirección de una BECA PG TIPO II LATINOAMERICANA, cuya beneficiaria es la Ing. Angélica María Mesa Yandy, con el objeto de finalizar el Trabajo de Tesis propuesto para la obtención del grado de Doctor en Ingeniería de la UNLP.

El tema de investigación es “APLICACIONES DE LA FIBRA OPTICA EN LÁSERES, SENSORES, Y PROCESADO DE SEÑALES”.

Actualmente en proceso de evaluación por parte de CONICET.

**12. DIRECCION DE TESIS.** *Indicar nombres de los dirigidos y temas desarrollados y aclarar si las tesis son de maestría o de doctorado y si están en ejecución o han sido defendidas; en este último caso citar fecha.*

**Co-Dirección de Tesis de Doctorado en Ingeniería de la Universidad Nacional de La Plata:**

**Tesista:** Ing. Angélica María Mesa Yandy, egresada de la Universidad Tecnológica de Pereira - Colombia y actualmente beneficiaria de una Beca con Países Latinoamericanos Tipo I del CONICET.

**Trabajo de tesis propuesto:** “DISEÑO, DESARROLLO, CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DE DISPOSITIVOS DE FIBRAS ÓPTICAS: APLICACIONES EN LÁSERES, SENSORES, Y PROCESADO DE SEÑALES”.

Fecha de inicio (admisión en la Carrera): 28 de Agosto de 2012. Actualmente en ejecución.

El Doctorado en Ingeniería de la UNLP ha sido acreditado por la CONEAU por 6 años y categorizado con nivel A (Res. N° 1069/11).

**13. PARTICIPACION EN REUNIONES CIENTIFICAS.** *Indicar la denominación, lugar y fecha de realización, tipo de participación que le cupo, títulos de los trabajos o comunicaciones presentadas y autores de los mismos.*

- 1.- 97ª REUNIÓN NACIONAL de FÍSICA de la ASOCIACIÓN FÍSICA ARGENTINA – AFA' 2012**, Villa Carlos Paz, Córdoba, Argentina, 25 al 28 de septiembre de 2012. Se adjunta copia de los certificados respaldatorios.

Trabajos presentados:

- 1.1.- "**SENSOR DE VIBRACIONES EMPLEANDO REDES DE BRAGG DE FIBRA ÓPTICA**"; Mesa Yandi A. M., Russo N. A., Arenas G., Duchowicz R.  
Presentación mural.
- 1.2.- "**DESARROLLO DE UN SISTEMA DE FABRICACIÓN DE REDES DE BRAGG EN FIBRA ÓPTICA FOTOSENSIBLE**"; Noriega S. B., Russo N. A., Duchowicz R., Mesa Yandi A. M.  
Presentación mural.

- 2.- 98ª REUNIÓN NACIONAL de FÍSICA de la ASOCIACIÓN FÍSICA ARGENTINA – AFA' 2013**, San Carlos de Bariloche, Río Negro, Argentina, 24 al 27 de septiembre de 2013. Se adjunta copia de los certificados respaldatorios.

Trabajos presentados:

- 2.1.- "**GRABADO DE REDES DE BRAGG EN FIBRA ÓPTICA FOTOSENSIBLE UTILIZANDO UN LÁSER DE FEMTOSEGUNDOS TRIPLICADO EN FRECUENCIA**"; Noriega S. B., Giordana A., Russo N. A., Mesa Yandi A. M., Duchowicz R.  
Presentación mural.
- 2.2.- "**ANÁLISIS COMPARATIVO DEL EMPLEO DE DOS TÉCNICAS ÓPTICAS EN EL MONITOREO DE PROCESOS DE POLIMERIZACIÓN DE RESINAS FOTOCURABLES**"; Mesa Yandi A., Russo N. A., Arenas G., Duchowicz R.  
Presentación mural.

- 3.- VIII TALLER DE ÓPTICA Y FOTOFÍSICA "TOPFOT 2012"**, de la Red de Laboratorios de Óptica y Fotofísica de Argentina. Centro Científico Tecnológico CONICET La Plata, Argentina; 23 y 24 de mayo de 2012. Tema: "Óptica y Fotónica en Sistemas Aeroespaciales". Se adjunta copia del correspondiente certificado de asistencia.

- 4.- JORNADA SOBRE CIENCIA Y TECNOLOGÍA EN COMUNICACIONES ÓPTICAS - JCO 2013** - Lugar: Centro Científico Tecnológico CONICET La Plata, Argentina. Fecha: 11 de septiembre de 2013. Organizada por el Comité Territorial de Óptica de Argentina, la jornada contó con la participación de representantes de entes gubernamentales, sectores académicos, industria y empresas. El encuentro tuvo por objeto realizar un diagnóstico en términos de las demandas y necesidades que tiene nuestro país en este campo y elaborar propuestas y recomendaciones que sirvan de base para la implementación de políticas de investigación, formación de recursos humanos y desarrollo de tecnologías. Se participó de la mesa de discusión y de la elaboración de propuestas que fueron incluidas en el documento final.

- 14. CURSOS DE PERFECCIONAMIENTO, VIAJES DE ESTUDIO, ETC.** Señalar características del curso o motivo del viaje, período, instituciones visitadas, etc.

**15. SUBSIDIOS RECIBIDOS EN EL PERIODO.** *Indicar institución otorgante, fines de los mismos y montos recibidos.*

1.- SUBSIDIO INSTITUCIONAL A LOS MIEMBROS DE LA CARRERA DEL INVESTIGADOR CIENTIFICO Y TECNOLÓGICO - Resolución N° 2410/12  
Institución otorgante: CIC  
Año: 2012  
Monto recibido: \$ 5600

2.- SUBSIDIO INSTITUCIONAL A LOS MIEMBROS DE LA CARRERA DEL INVESTIGADOR CIENTIFICO Y TECNOLÓGICO – Resolución N° 243/13  
Institución otorgante: CIC  
Año: 2013  
Monto: \$ 6000

Además, en el período informado se formó parte del Grupo de Investigación beneficiario de los siguientes subsidios a Proyectos de Investigación y Desarrollo:

I) Institución otorgante: CONICET  
Nombre del Proyecto: "ESTUDIOS Y APLICACIONES DE LAS TECNOLOGÍAS FOTÓNICA Y DE FIBRAS ÓPTICAS"  
Código: PIP CONICET N° 112-201101-00397 KE3 (2012-2014 GI)  
Director: Dr. Ricardo Duchowicz  
Duración: 3 años (2012-2014)  
Monto: \$ 300000 (100.000 \$ por año)

II) Institución otorgante: Facultad de Ingeniería de la UNLP  
Título del Proyecto: "ESTUDIOS Y APLICACIONES DE LA TECNOLOGÍA DE LAS FIBRAS ÓPTICAS"  
Código: I169  
Director: Dr. Ricardo Duchowicz  
Duración: 3 años (01/01/2012-31/12/2015)  
Monto: \$ 9000 por año

**16. OTRAS FUENTES DE FINANCIAMIENTO.** *Describir la naturaleza de los contratos con empresas y/o organismos públicos.*

**17. DISTINCIONES O PREMIOS OBTENIDOS EN EL PERIODO.**

**18. ACTUACION EN ORGANISMOS DE PLANEAMIENTO, PROMOCION O EJECUCION CIENTIFICA Y TECNOLÓGICA.** *Indicar las principales gestiones realizadas durante el período y porcentaje aproximado de su tiempo que ha utilizado.*

**19. TAREAS DOCENTES DESARROLLADAS EN EL PERIODO.** *Indicar el porcentaje aproximado de su tiempo que le han demandado.*

19.1.- *DICTADO DE CURSOS.*

Curso de Especialización: "SENSORES DE FIBRAS ÓPTICAS", solicitado por la empresa PDV S.A. (Petróleos de Venezuela S.A.) y dictado en el Centro de Investigaciones Ópticas de La Plata del 25 de febrero de 2013 al 1º de marzo de 2013, con una duración de 32 hs. Asistieron al mismo profesionales ingenieros y técnicos de la empresa. Coordinador: Dr. Ricardo Duchowicz.

19.2.- *ACTIVIDADES DE DIVULGACIÓN.*

Se brindaron charlas informativas y demostraciones respecto de las actividades desarrolladas por el LAMECO (Laboratorio Metrológico para las Comunicaciones Ópticas) del CIOp, durante las jornadas organizadas habitualmente tanto por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, como por la Pcia. de Buenos Aires a través de la CIC.

**20. OTROS ELEMENTOS DE JUICIO NO CONTEMPLADOS EN LOS TÍTULOS ANTERIORES.** *Bajo este punto se indicará todo lo que se considere de interés para la evaluación de la tarea cumplida en el período.*

20.1.- *TAREAS DE EVALUACIÓN:*

1) *Miembro del Comité de Evaluación del Personal de Apoyo a la Investigación y Desarrollo del CONICET, que se desempeña en el Centro de Investigaciones Ópticas de La Plata (Unidad Ejecutora). Años: 2012 y 2013.*

El Comité de Evaluación tiene la función de asesorar al Directorio del CONICET sobre la calificación de los informes anuales reglamentarios y a la Junta Técnica sobre las solicitudes de promoción del Personal de Apoyo a la Investigación y Desarrollo que se desempeña en los Centros y Unidades que conforman la Red Institucional del CONICET (Resolución 0089/2012).

2) *Reviewer de los trabajos presentados en la "XV Reunión de Trabajo en Procesamiento de la Información y Control (RPIC2013)", realizada entre el 18 y el 20 de septiembre de 2013 en el Intituto Balseiro (CNEA UNCuyo), San Carlos de Bariloche, Argentina.*

20.2.- *OTRAS TAREAS DESARROLLADAS:*

*Participación en la elaboración del informe: "CIENCIA Y TECNOLOGÍA PARA LAS COMUNICACIONES ÓPTICAS EN ARGENTINA, Encuentro entre empresas, industria y sectores académicos para pensar y debatir el rumbo de las Comunicaciones Ópticas en Argentina y articular propuestas de acción conjunta," generado a partir de la Jornada de Comunicaciones Ópticas realizada el 11 de septiembre de 2013 en el Centro Científico Tecnológico CONICET La Plata.*

*Dicho documento fue presentado en el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva. En él se describe el estado de situación del área y se identifican tres regiones: Córdoba (Universidad Nacional de Córdoba), La Plata (Centro de Investigaciones Ópticas) y Bariloche (Instituto Balseiro) que, si bien tienen como eje común de trabajo las comunicaciones ópticas, individualmente poseen conocimiento y experiencias que los hacen complementarios.*

*En este contexto, se está trabajando de manera conjunta con los otros dos grupos mencionados, en la redacción de una propuesta que tiene como objetivo general la creación de una plataforma tecnológica nacional comprendida por dichos laboratorios (Red Argentina de Laboratorios de Comunicaciones Ópticas, RALCO). Ellos capitalizarán el conocimiento y la experiencia en cada zona geográfica a través de servicios específicos y estratégicos para diseñar, desarrollar, caracterizar y realizar control de calidad de sistemas de comunicación por fibra óptica. El objetivo general es el desarrollo de tecnología (fotónica, electrónica e informática) nacional, así como de servicios tecnológicos de alto nivel en el área de las comunicaciones ópticas. A su vez, cada nodo tendrá objetivos específicos a desarrollar.*

- 21. TITULO Y PLAN DE TRABAJO A REALIZAR EN EL PROXIMO PERIODO.** *Desarrollar en no más de 3 páginas. Si corresponde, explicita la importancia de sus trabajos con relación a los intereses de la Provincia.*

**“ANÁLISIS Y DESARROLLO DE DISPOSITIVOS BASADOS EN FIBRAS ÓPTICAS DE APLICACIÓN EN COMUNICACIONES E INDUSTRIA”**

La actividad de investigación y desarrollo a realizar en el próximo período seguirá estando orientada al análisis, diseño, implementación y caracterización de nuevos dispositivos fotónicos basados en fibras ópticas (u otro tipo de guías de onda ópticas), aplicables tanto en sistemas de comunicaciones ópticas de alta capacidad de transmisión de información, como en el desarrollo de sensores de diversos parámetros para diferentes aplicaciones tecnológicas en los campos de la ingeniería civil, industrias automotriz, aeroespacial, del petróleo, diagnóstico médico por imágenes, etc. La metodología a emplear será esencialmente de tipo experimental, complementada con modelados fenomenológicos de los dispositivos implementados.

Una de las líneas en las que se pretende investigar es en el ***Análisis de la estabilidad dimensional de materiales a base de cemento portland en estado fresco.***

Un aspecto particular de los materiales elaborados con cemento portland como es el caso del hormigón o de morteros es que en los mismos se produce una contracción en el volumen del material. Esto se debe a diversas causas pero lo principal es que los productos de hidratación del cemento ocupan menos volumen que la suma de los volúmenes de agua y cemento sin hidratar. Por tal motivo es que resulta necesario en piezas de grandes dimensiones incorporar partículas inertes, los agregados, para conferir al material estabilidad dimensional y evitar la generación de fisuras cuando existen restricciones externas. En gran medida dichas contracciones se producen luego que el material ha fraguado (se ha rigidizado aunque con un nivel de resistencia sumamente bajo) y a medida que se va eliminando el agua de los poros (contracción por secado), pero también se pueden producir contracciones en piezas aisladas (que no pierdan agua hacia el exterior) por el mismo desarrollo de la hidratación. Sin embargo

en estado fresco también pueden producirse cambios dimensionales por eliminación de agua (exudación o asentamiento plástico). Por este motivo en algunas aplicaciones donde se quiere evitar la contracción (como el sellado de espacios) o cuando quieren evitarse juntas (como pisos sin juntas) se recurre a la incorporación de aditivos expansivos con el fin de compensar la subsiguiente contracción. Existen diferentes alternativas que incluyen desde la introducción de agentes generadores de gases (como  $H_2$ ) que ya en estado fresco provocan una expansión, hasta la adición de productos (por ej  $CaOH_2$  sobrecalcinado) que se expanden dentro del material en estado endurecido durante el proceso de hidratación. El estudio de los procesos de estabilidad dimensional relacionados con los productos de hidratación del cemento resulta de gran interés ya que varios casos de degradación por fisuración temprana se deben a las características de los cementos empleados. En los últimos años se ha prestado mucha atención a los casos de fisuración temprana de pastas, morteros y hormigones de cemento portland. Sin embargo son muy limitados los métodos para valorar los cambios dimensionales en estado plástico (fresco), esto es antes que se produzca el fraguado del material, ya que cualquier dispositivo que se fije sobre el material en estado fresco provoca alteraciones sobre el mismo. Una alternativa para realizar tales determinaciones la brindan los métodos ópticos. Las principales ventajas de los sensores basados en fibra óptica radican en su pequeño tamaño, bajo costo y la posibilidad de ser inmunes a interferencia electromagnética. Así por ejemplo, las redes de Bragg grabadas en fibra óptica (FBG) constituyen sensores extremadamente sensibles, en los que la información se extrae a partir del monitoreo de las variaciones producidas sobre sus características espectrales por el parámetro a sensar. Además, pueden ser embebidas en diversos materiales sin degradar su resistencia, permitiendo el monitoreo del estado de grandes estructuras en el área de la construcción, o el seguimiento del proceso de curado de materiales compuestos utilizados en la fabricación de componentes en la industria aeronáutica, automotriz, etc. Por otro lado, los sensores interferométricos permiten efectuar mediciones no contactantes con precisión sub-micrométrica.

En este contexto, se continuará con el trabajo en colaboración recientemente iniciado con el Dr. Raúl Zerbino y la Ing. Graciela Giaccio, quienes desarrollan sus actividades en el Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEMIT, CIC) y en la Facultad de Ingeniería de la UNLP. Particularmente, se aplicarán diferentes tipos de sensores basados en fibra óptica que permitirán caracterizar el comportamiento en variadas condiciones de materiales a base de cemento portland de diferente composición.

Otra actividad a realizar es el ***Desarrollo de un sistema OCT con fuente de barrido en 1550 nm.***

La Tomografía de Coherencia Óptica (OCT) es una técnica de imagen óptica no invasiva que proporciona en tiempo real, imágenes 1D en profundidad, 2D en sección transversal y volumétricas 3D, con resolución micrométrica y profundidad de imagen de milímetros. Las imágenes de OCT (tomográficas, o por secciones) proporcionan información estructural de una muestra, basada en la luz retrodispersada desde diferentes capas de material dentro de ella. La técnica OCT de formación de imágenes es considerada el análogo óptico a los ultrasonidos, sin embargo, logra una mayor resolución mediante el uso de longitudes de onda del infrarrojo cercano, a costa de la disminución de la profundidad de penetración. Además de la alta resolución, la característica no-contactante y la ventaja de ser no invasiva, hace que sea muy adecuada para analizar muestras tales como tejidos biológicos (en diagnóstico médico) y materiales o piezas industriales (permite también hacer profilometría). Se basa en el interferómetro de Michelson y en el principio de interferometría de baja coherencia, que mide el tiempo de regreso de una luz reflejada a diferentes profundidades en una muestra. Básicamente, se analiza la interferencia de dos haces, uno de referencia y otro retrodispersado por la muestra, lo que permite determinar a qué distancia se encuentra la superficie ensayada.

Se realiza una gráfica con las diferentes distancias calculadas y se obtiene una imagen en sentido axial (A-scan). El registro repetido de múltiples A-scan contiguos y su alineación apropiada permiten construir una imagen bidimensional, la tomografía. En general, las mediciones en OCT se pueden realizar con fuentes de luz de banda ancha o con láseres sintonizables de banda estrecha. Si bien existen dos tipos principales de OCT: en el dominio del tiempo (Time-Domain, TD-OCT) y en el dominio o espacio de Fourier (Fourier-Domain, FD-OCT) (que a su vez puede ser: el de dominio espectral (Spectral-Domain, SD-OCT) y el de fuente de barrido (Swept Source, SS-OCT)), aquellos basados en el dominio de Fourier están reemplazando a la tecnología Time-Domain en la mayoría de las aplicaciones, ya que ofrecen ventajas significativas en la sensibilidad y la velocidad de imagen. En particular, la OCT de fuente de barrido es una técnica que codifica las frecuencias en el tiempo. Esto permite superar los principales inconvenientes de la OCT en el dominio espectral, que son la baja sensibilidad cuando se desean profundidades más largas de formación de imagen y la resolución. La configuración consiste esencialmente en un interferómetro de Michelson que utiliza un láser sintonizable de banda estrecha, barrido en el tiempo a través de un amplio espectro, para la producción de la interferometría de coherencia parcial, y un fotodetector para convertir la luz codificada temporal en un A-scan. Una transformación de Fourier de la señal detectada al barrer en frecuencia la fuente de luz, produce el perfil axial de reflectividad/scattering deseado.

En este contexto, y en función de los resultados alentadores obtenidos en las pruebas preliminares realizadas en el período anterior, se continuará el trabajo en colaboración que comenzó a desarrollarse con los Dres. Jorge Torga y Eneas Morel, del Laboratorio de Optoelectrónica y Metrología Aplicada (LOMA) de la Facultad Regional Delta de la UTN. Se pretende desarrollar un sistema aplicando la técnica de OCT con láser de barrido, con el objeto de implementar aplicaciones como medición de espesores, análisis de materiales multicapa, confección del perfil de piezas mecánicas, etc. Para ello se utilizará un láser de fibra óptica sintonizable en el rango de 1520 nm a 1580 nm mediante un filtro Fabry-Perot, y la señal detectada por un fotodiodo será procesada con un adquisidor de frecuencia de muestreo apropiada, lo que permitirá observar fenómenos dinámicos y ampliar el rango de profundidades medibles, en comparación con la FD-OCT standard.

Por otro lado, otras actividades que se pretende desarrollar y que quedaron pendientes del período anterior son la ***Inscripción en forma directa, punto a punto, tanto de redes de Bragg como de redes de período largo sobre distintos tipos de fibra óptica, y su posterior aplicación en dispositivos sensores o para comunicaciones.***

Para ello se utilizará un láser de Ti:Za disponible en el CIOp, el cual genera pulsos de 1 mJ y 100 fs en 800 nm, y una estación de microposicionamiento con movimientos x-y-z- $\theta$ , empleada para maquinado de materiales con dicho laser, la cual permite la escritura por ablación de diferentes estructuras en distinto tipo de sustratos. El grabado se realizará sin proceso de fotosensibilización previa y a través del recubrimiento protector de acrilato convencional, ya que el mismo es transparente a la radiación infrarroja. Esta técnica tiene la ventaja frente a las interferométricas que emplean irradiación UV, de mejorar la rigidez mecánica del tramo de fibra donde se inscribió la red, ya que en aquel caso el recubrimiento o coating de la fibra debe ser removido previo al grabado, debilitando así la región. Se estudiará además la incidencia de los distintos parámetros involucrados.

Las redes de período largo (LPG) acoplan modos con la misma dirección de propagación, lo que introduce pérdidas por absorción y scattering que son dependientes de la longitud de onda. A diferencia de las redes de Bragg en fibra (FBG), las LPG no reflejan luz y pueden servir como absorbentes espectralmente selectivos, lo que permite implementar ecualizadores de la ganancia en amplificadores de fibra dopada con erbio. La periodicidad de una LPG se

elige para acoplar luz del modo guiado por el núcleo a modos del cladding que se propagan hacia adelante. Tienen períodos de decenas o cientos de micrones y longitud de unos pocos cm. Entre sus aplicaciones también pueden mencionarse el desarrollo de sensores bioquímicos, sensores de índice de refracción, de campo eléctrico y de campo magnético, etc. También, la inscripción punto a punto permitirá generar redes de Bragg chirpeadas (aumentando el desplazamiento de la fibra cada vez que es irradiada), las cuales permiten implementar dispositivos para compensar la dispersión cromática en enlaces de comunicaciones de largo alcance. Variando la energía de cada pulso también es posible apodizar la red, lo que reduce la aparición de lóbulos laterales y mejora su respuesta espectral. Además, **se terminará de construir el sistema para el hidrogenado de fibras ópticas** tendiente a aumentar la sensibilidad de cualquier tipo de fibra (dopada, standard, etc.) a la radiación UV y así poder grabar en ellas redes de Bragg aplicando la técnica de la máscara de fase antes implementada. Esto permitirá reducir las pérdidas por empalmes y generar dispositivos más compactos con estos elementos. Como se describió en el Informe del período anterior, resta aún la adquisición de los balones con los gases y el montaje del conjunto en el sitio en el que funcionará el sistema. Asimismo, se está recabando todo el asesoramiento y la información necesaria para cumplir con las condiciones de seguridad requeridas para manejar este tipo de gases altamente inflamables como es el hidrógeno, así como los requerimientos que debe cumplir el lugar donde se lo instale.

Los resultados de las investigaciones que se realicen serán enviados para su publicación en revistas internacionales y/o presentados en congresos científicos.

Por otro lado, y en el marco del convenio celebrado entre el CONICET, la empresa VENG S.A. y la Fundación Innova-T, para el “Desarrollo, calificación y construcción de sensores basados en guías ópticas” destinados a la aviónica y sistema de navegación, guiado y control del prototipo de lanzador satelital Tronador II, se continuará brindando **asesoramiento científico** tendiente a cumplir satisfactoriamente con este emprendimiento.

Finalmente, pueden mencionarse una serie de **actividades relacionadas con el área de las comunicaciones**. En el ámbito internacional, las comunicaciones por fibra óptica se encuentran en continua expansión por ser la única tecnología capaz de hacer frente a la demanda de transportar un volumen de datos cada vez mayor y a mayor velocidad. A nivel local, y para hacer frente a este desafío, se está poniendo en marcha la Red Federal de Fibra Óptica, que demandará el tendido de 58.000 km de fibra. Una proyección similar corresponderá al tendido de las redes de acceso o de última milla. Esto requerirá la instalación de una importante cantidad de equipamiento de telecomunicaciones en las localidades accedidas por la red y en nodos intermedios, así como la posibilidad de desarrollo software de control, de contenidos y aplicaciones multimedia, etc. Actualmente, las empresas que operan en el país vinculadas al área de las comunicaciones por fibra óptica realizan sus desarrollos y procesos de caracterización y control de sistemas y dispositivos en sus casas matrices en el exterior. Como se mencionó en el Informe Científico correspondiente al período 2012-2013, el documento: “**CIENCIA Y TECNOLOGÍA PARA LAS COMUNICACIONES ÓPTICAS EN ARGENTINA, Encuentro entre empresas, industria y sectores académicos para pensar y debatir el rumbo de las Comunicaciones Ópticas en Argentina y articular propuestas de acción conjunta,**” generado a partir de la Jornada de Comunicaciones Ópticas del 11 de septiembre de 2013 en La Plata, y que fuera presentado en el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, describe el siguiente estado de situación:

Actualmente, existe en el país el conocimiento necesario para el diseño y desarrollo de sistemas de comunicaciones por fibra óptica. Esta capacidad se encuentra distribuida en tres polos tecnológicos, a saber: Córdoba (Universidad Nacional de Córdoba), La Plata (Centro de Investigaciones Ópticas) y Bariloche (Instituto Balseiro) que, si bien tienen como eje común de trabajo las comunicaciones ópticas, individualmente poseen conocimiento y experiencia que los hace complementarios, abarcando entre otros, temas como: desarrollo de electrónica de receptores y transmisores de comunicaciones, microelectrónica, dispositivos fotónicos pasivos y activos para sistemas y redes ópticas, diseño de enlaces ópticos y sistemas de gestión de redes ópticas.

En este contexto, se está trabajando de manera conjunta con los otros dos grupos mencionados, en la redacción de una propuesta que tiene como objetivo general la creación de una plataforma tecnológica nacional comprendida por dichos laboratorios (Red Argentina de Laboratorios de Comunicaciones Ópticas, RALCO). Ellos capitalizarán el conocimiento y la experiencia en cada zona geográfica a través de servicios específicos y estratégicos para diseñar, desarrollar, caracterizar y realizar control de calidad de sistemas de comunicación por fibra óptica. El objetivo general es el desarrollo de tecnología (fotónica, electrónica e informática) nacional, así como de servicios tecnológicos de alto nivel en el área de las comunicaciones ópticas. De ser aprobada la propuesta, entre las tareas encomendadas al grupo del CIOp en el cual me desempeño, se encuentran: 1) Desarrollo de dispositivos fotónicos destinados a amplificar, filtrar y distribuir las señales ópticas transmitidas; 2) Desarrollo de servicios de prueba, caracterización y validación de componentes de transporte de la señal óptica (fibras, divisores ópticos y acopladores WDM, amplificadores ópticos, etc.) y de equipos ópticos de testeo en campo de enlaces (OTDR, medidores de potencia óptica, emisores, etc.). Por ello, en el presente Plan de Trabajo se contempla la posibilidad de realizar las siguientes actividades:

- Se diseñarán y desarrollarán sistemas de amplificación óptica basados en fibra dopada con erbio (EDFA), incluyendo esquemas de control y ecualización de ganancia, control de potencia de salida, etc.
- Se grabarán redes de período largo en fibra óptica, las cuales serán utilizadas en el aplanado de la curva de ganancia de los amplificadores.
- Se diseñarán y generarán redes de Bragg apropiadas para ser utilizadas como filtros ópticos que permitan seleccionar canales WDM en la grilla de 25 GHz, 50 GHz y 100 GHz.

---

### **Condiciones de la presentación:**

- A. El Informe Científico deberá presentarse dentro de una carpeta, con la documentación abrochada y en cuyo rótulo figure el Apellido y Nombre del Investigador, la que deberá incluir:
  - a. Una copia en papel A-4 (puntos 1 al 21).
  - b. Las copias de publicaciones y toda otra documentación respaldatoria, en otra carpeta o caja, en cuyo rótulo se consignará el apellido y nombres del investigador y la leyenda "Informe Científico Período .....".
  - c. Informe del Director de tareas (en los casos que corresponda), en sobre cerrado.
- B. Envío por correo electrónico:
  - a. Se deberá remitir por correo electrónico a la siguiente dirección: [ininvest@cic.qba.gob.ar](mailto:ininvest@cic.qba.gob.ar) (puntos 1 al 21), en formato .doc zipeado, configurado para papel A-4 y libre de virus.

- b. En el mismo correo electrónico referido en el punto a), se deberá incluir como un segundo documento un currículum resumido (no más de dos páginas A4), consignando apellido y nombres, disciplina de investigación, trabajos publicados en el período informado (con las direcciones de Internet de las respectivas revistas) y un resumen del proyecto de investigación en no más de 250 palabras, incluyendo palabras clave.

C. Sistema SIBIPA:

- a. Se deberá peticionar el informe en la modalidad on line, desde el sitio web de la CIC, sistema SIBIPA (ver instructivo).

---

**Nota:** El Investigador que desee ser considerado a los fines de una promoción, deberá solicitarlo en el formulario correspondiente, en los períodos que se establezcan en los cronogramas anuales.