

**BECAS DE AYUDANTÍA DE INVESTIGACIÓN**  
**CONVOCATORIA 2022**  
**Formulario de Inscripción y Declaración de Antecedentes pertinentes**

Río Cuarto,

**Sr. Secretario de Ciencia y Técnica de la UNRC**

Sirva la presente como Solicitud de Inscripción y Declaración de Antecedentes para la Convocatoria a Becas de Ayudantía de Investigación 2022:

TIPO DE BECA		
<b>Datos del Estudiante</b>	Apellido y Nombre Aspirante	Buchieri Giovanni
	Tipo Doc.	DNI
	Nº Documento	44.295.777
	Nº CUIL	20442951110
	Fecha de Nacimiento	15/11/2002
	Facultad	Exa
	Correo Electrónico	giovabuchieri@gmail.com
	Domicilio de origen	9 de Julio 134, Río Cuarto Córdoba Argentina
	Domicilio en Río IV	9 de Julio 134, Río Cuarto Córdoba Argentina
<b>Datos del Director</b>	Teléfono Celular	3584395647
	Apellido y Nombre Director	
	Tipo Doc.	
	Nº Documento	
	Facultad	
	Cargo Docente vigente	
	Dedicación	
	Categoría	
<b>Datos del Co-director</b>	Correo Electrónico	
	Teléfono	
	Apellido y Nombre Co-Director	
	Tipo Doc.	
	Nº Documento	
	Facultad	
	Cargo Docente vigente	
	Dedicación	
<b>Proyecto del Becario</b>	Categoría	
	Correo Electrónico	
<b>Proyecto Marco al que se vincula la beca</b>	Título del Proyecto del Becario	Optimización de Compiladores a través del Análisis de Punteros: Basado en Algoritmos de Propagación de Ondas y Profunda
	Título del Proyecto de Investigación Marco	
	Tipo de proyecto, año, entidad financiadora	
<b>Carrera</b>	Director del Proyecto de Investigación Marco	
	Carrera	Licenciatura en Ciencias de la Computación
	Código Carrera	
	Año inscripción Carrera	2021
	Año de Plan	1999
	Versión	1
<b>Otras Becas y Cargos Vigentes del estudiante</b>	Duración de la Carrera (años)	5
	Becas	NO
	Nombre, Tipo y Período de Beca	
	Cargo Rentado en la UNRC (Ej: Ayudantía de 2º)	NO
<b>Rendimiento Académico: Datos que se extraen de la Planilla emitida por el SIAL</b>	Nombre y Tipo de Cargo	
	Horas totales del plan de estudios	3789
	Promedio sin aplazos	9,00
	Nº de horas aprobadas	3169
	Nº de presentaciones rendidas (por examen o promoción) (solo aprobadas y reprobadas)	
<b>Otros Antecedentes</b>	Nº de materias aprobadas	25

Actividades de Investigación		*
Ayudante alumno		*
Conocimiento de Lengua Extranjera		*
Actividades de Extensión		*
Actividades de Gestión		*
Otros antecedentes destacables		*

**\* Obligatorio**

En mi carácter de aspirante a la Beca de Ayudantía de Investigación, declaro bajo juramento que los datos consignados son veraces y exactos, al tiempo que adjunto la documentación probatoria de los mismos.

Los abajo firmantes declaran conocer las bases de esta convocatoria.

Este documento posee carácter de Declaración Jurada de información.

Cualquier información que considere necesaria incluir, debe hacerlo por nota adjunta a este formulario.

Firma del Estudiante  
Aclaración

Firma del Director  
Aclaración

Firma del Co-director  
Aclaración

\*



**UNRC**  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO  
SECRETARÍA DE CIENCIA Y TÉCNICA

## Becas de Ayudantía de Investigación Convocatoria 2022

# PLAN DE TRABAJO

### 1. TÍTULO DEL PROYECTO DEL BECARIO *(Hasta 250 caracteres con espacios incluidos)*

Optimización de Compiladores a través del Análisis de Punteros: Basado en Algoritmos de Propagación de Ondas y Profunda

### 2. ASPIRANTE

2.1. *Apellido y Nombres:* Buchieri Giovanni

2.2. *DNI:* 44295111

### 3. UNIDAD EJECUTORA

3.1. *Facultad:* Ciencias Exactas

3.2. *Departamento, Cátedra:* Dpto. Computación

### 4. PROYECTO MARCO AL CUAL SE VINCULA LA BECA

4.1. *Título:*

4.2. *Director del Proyecto:*

4.3. *Facultad:*

4.4. *Financiado por:*

### 5. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO (máx. 5 carillas)

El proyecto se centra en el análisis de punteros, un tema fundamental en el ámbito de la optimización de compiladores. Se ha trabajado sobre cómo determinar a qué ubicaciones de memoria pueden apuntar las variables y punteros, siendo importante para la detección de alias, optimización del código y mejoras en la verificación de programas. La investigación se apoya en los trabajos de Fernando Magno Quintão Pereira y Daniel Berlín (2009), quienes desarrollaron y propusieron dos metodologías, la Propagación de Ondas y la Propagación Profunda, para mejorar la precisión y rendimiento de los algoritmos de análisis de punteros.

Desde los enfoques tradicionales del análisis de punteros que inicialmente se centraron en identificar las relaciones de alias entre variables, el tema ha evolucionado considerablemente. La incorporación de técnicas de propagación ha permitido mejorar el manejo de conjuntos *points-to* en los grafos de restricciones, permitiendo optimizaciones más eficientes en compiladores.

El problema central se concentra en determinar cómo la elección entre algoritmos basados en Propagación de Ondas y Propagación Profunda afecta el rendimiento y la optimización de compiladores modernos. A partir de esta problemática se plantea el objetivo: analizar e implementar los algoritmos de Propagación de Ondas y Propagación Profunda en el análisis de punteros, con el fin de proponer mejoras que optimicen el rendimiento,

utilización de memoria y la precisión en compiladores modernos, en comparación con los enfoques tradicionales utilizados.

En cuanto al tipo de investigación, será aplicada orientada a la práctica y de nivel explicativa, ya que se quiere establecer causa-efecto entre el algoritmo empleado para el análisis de punteros y el rendimiento de los compiladores.

## 5.1. INTRODUCCIÓN

En ésta investigación se sostiene que: la elección entre el algoritmo de Propagación de Ondas y el de Propagación Profunda causa efectos distintos en el rendimiento de los compiladores modernos: el primero favorece una propagación más rápida de los conjuntos points-to, mientras que el segundo reduce significativamente el consumo de memoria.

Como antecedentes a la temática propuesta a investigar, se puede nombrar:

(2004- Pearce, Kelly y Hankin): Se proponen técnicas para mejorar el tiempo de los análisis interprocedural de punteros en C, formulando el problema como un grafo de restricciones. Se introduce un algoritmo para la detección en línea de ciclos y una técnica de propagación de diferencias, optimizando el proceso al registrar cambios en las soluciones de variables.

(2006 – Pearce, Kelly y Hankin): Desarrollan un análisis de punteros insensible al flujo y al contexto para C, mejorando la precisión al modelar variables de estructura e invocaciones indirectas a funciones, aunque con mayor costo computacional.

(2009 – Pereira y Berlín): Desarrollaron dos algoritmos para análisis de punteros basado en inclusión. El método de *Wave Propagation* (es una versión modificada de una técnica temprana presentada por Pearce et al.) mejora significativamente el tiempo de ejecución de su predecesor, mientras que *Deep Propagation* es más liviana en cuanto a uso de memoria, demostrando ventajas en *benchmarks* pequeños.

(2011 – Hardekopf y Lin): Introducen un algoritmo de análisis de punteros sensible al flujo capaz de manejar programas con millones de líneas de código. Su método se fundamenta en una representación dispersa del código, obtenida a partir de un análisis por etapas e insensible al flujo.

Para abordar el análisis de punteros, se tomará como referencia el trabajo de Fernando Magno Quintão Pereira y Daniel Berlín (2009), quienes desarrollaron nuevas metodologías en la optimización del análisis de inclusión basado en punteros. Pereira, profesor en la Universidad Federal de Minas Gerais, trabajó en compiladores, generación de código y análisis estático de programas. Berlín, contribuyó en la optimización de análisis de programas en entornos de desarrollo a gran escala. Ambos investigadores diseñaron algoritmos eficientes para mejorar la precisión y el rendimiento del análisis de punteros, destacándose por la implementación de la Propagación de Ondas y la Propagación Profunda.

Se considera pertinente la definición de los principales términos teóricos introducidos por los autores antes mencionados:

- Análisis de Punteros: Proceso mediante el cual se determina a qué ubicaciones de memoria pueden apuntar los punteros en un programa.
- Propagación de Ondas: Algoritmo diseñado para mejorar la eficiencia del análisis de inclusión basado en punteros, reduciendo el tiempo de ejecución en comparación con métodos tradicionales. Aunque requiere de mucho uso de memoria, logra tiempos de ejecución muy bajos en entornos con abundantes recursos, especialmente en benchmarks de gran tamaño.
- Propagación Profunda: es un análisis más ligero que requiere menos memoria, sin sacrificar precisión. Presenta el mejor tiempo de ejecución promedio, menores requisitos de memoria y los tiempos más rápidos para menos de 100.000 líneas de código.

Objetivo General

Analizar e implementar los algoritmos de Propagación de Ondas y Propagación Profunda en el análisis de punteros, con el fin de proponer mejoras que optimicen el rendimiento, utilización de memoria y la precisión en compiladores modernos, en comparación con los enfoques tradicionales utilizados.

#### Objetivos Específicos

- Describir e identificar las características fundamentales y diferencias entre los métodos de Propagación de Ondas y Propagación Profunda, así como sus ventajas en el contexto del análisis de punteros.
- Proponer mejoras en la implementación de los algoritmos, basándose en el marco teórico y los resultados obtenidos, con el propósito de optimizar su funcionamiento.
- Comparar la eficiencia y precisión de los algoritmos de Propagación de Ondas y Propagación Profunda con respecto a los enfoques tradicionales de análisis de punteros.

## 5.2. MATERIALES Y METODOLOGÍA DE TRABAJO

#### Tipo de Investigación:

La investigación será aplicada, ya que su intención es trasladar los conocimientos teóricos y el análisis de algoritmos a un entorno práctico. Se trabajará con herramientas de desarrollo y entornos de pruebas que permitan simular y comparar el desempeño de los algoritmos de análisis de punteros.

#### Nivel de Investigación:

El nivel de investigación será explicativo, ya que se busca establecer relaciones de causa-efecto entre la implementación de los algoritmos (Propagación de Ondas y Propagación Profunda) y el rendimiento de los compiladores.

#### Objetivos Específicos:

1. Describir e identificar las características fundamentales y diferencias entre los métodos de Propagación de ondas y Propagación profunda, así como sus ventajas en el contexto del análisis de punteros.
2. Segundo Objetivo Específico: Proponer mejoras en la implementación de los algoritmos, basándose en el marco teórico y los resultados obtenidos, con el propósito de optimizar su funcionamiento.
3. Comparar la eficiencia y precisión de los algoritmos de Propagación de Ondas y Propagación Profunda con respecto a los enfoques tradicionales de análisis de punteros.

De acuerdo con los objetivos planteados se prevé:

- Revisión bibliográfica detalladamente, para encontrar información sobre las características fundamentales y ventajas tanto de la Propagación de Ondas como de la Propagación Profunda.
- Se implementarán los algoritmos de propagación profunda y de ondas.
- Se realizará un análisis sobre la implementación de estos algoritmos en diferentes entornos de compiladores, para sacar información sobre sus resultados en términos de rendimiento (uso de memoria, tiempo de ejecución, etc.),
- Luego se realizará una tabla comparativa entre ambos algoritmos que permita visualizar las diferencias y similitudes entre los dos métodos.

- A partir de los datos recopilados durante los pasos previos para formar la tabla comparativa, se desarrollará un análisis de las deficiencias identificadas en la implementación de ambos algoritmos.
- Se plantean posibles modificaciones o innovaciones para los algoritmos existentes.
- Se diseñarán estas mejoras, teniendo en cuenta principalmente aquellas que puedan mejorar el tiempo de propagación de los conjuntos points-to y aquellas que puedan disminuir el consumo de memoria.
- Luego documentamos las mejoras propuestas en la que se justifique cada modificación realizada.
- Se implementan algoritmos tradicionales utilizados en el análisis de punteros, así como también los algoritmos propuestos y sus respectivas mejoras.
- Se definirán métricas de evaluación para realizar las comparaciones (Como tiempo de ejecución, uso de memoria, etc).
- Se ejecutarán las pruebas, recolectando los datos necesarios para cada la comparación de cada versión de los algoritmos.
- Se utilizarán herramientas estadísticas y de visualización de datos para analizar los resultados, pudiendo realizar una comparación objetiva.
- Por último se elaborará un informe con gráficos que muestran los resultados del experimento y explicaré si esos datos confirman o no nuestras hipótesis.

### 5.3. BIBLIOGRAFÍA

Pereira, F. M. Q., & Berlín, D. (2009). *Wave Propagation and Deep Propagation for Pointer Analysis*. Informe técnico, UCLA & Google DC.

David J. Pearce, Paul H.J. Kelly y Chris Hankin (2004) *Online Cycle Detection and Difference Propagation for Pointer Analysis*. Department of Computing, Imperial College, London.

David J. Pearce, Paul H.J. Kelly y Chris Hankin (2006) *Efficient Field-Sensitive Pointer Analysis for C*. Department of Computing, Imperial College, London.

Ben Hardekopf, Cavin Lin (2011) *Flow-Sensitive Pointer Analysis for Millions of Lines of Code*. University of California, Santa Barbara & The University of Texas at Austin

### 6. FUNDAMENTACIÓN DE LA ELECCIÓN DEL TEMA

Considero que el plan de trabajo propuesto es crucial para mi formación como investigador en el área de la informática, ya que me permite fusionar de manera práctica y teórica conocimientos avanzados sobre análisis de punteros y optimización de compiladores. Este proyecto me brinda la oportunidad de profundizar en técnicas que son esenciales para mejorar la eficiencia y seguridad de sistemas de software.

### 7. CRONOGRAMA (Indicar actividad y marcar con una "x" el mes de actividad)

Actividades	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S
Revisión bibliografica	X	X										

Implementación de algoritmos		X											
Pruebas iniciales en compiladores			X	X									
Elaboración de tabla comparativa				X	X								
Identificación de deficiencias en las implementaciones					X	X							
Propuesta de modificaciones a los algoritmos						X	X						
Diseños e implementación de las mejoras propuestas							X						
Documentación y justificación de las mejoras aplicadas								X	X				
Implementación de métodos tradicionales									X	X			
Definiciones de métricas de evaluación										X	X		
Ejecución de pruebas iniciales y recolección de datos										X	X		
Análisis de resultados y elaboración de gráficos comparativos											X	X	
Redacción del informe final con conclusiones y verificación de hipótesis	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

## 8. RÚBRICAS

....., ...../...../..... <b>Lugar y Fecha</b>	<b>Firma del Estudiante</b>	<b>Aclaración</b>
....., ...../...../..... <b>Lugar y Fecha</b>	<b>Firma del Director</b>	<b>Aclaración</b>
....., ...../...../..... <b>Lugar y Fecha</b>	<b>Firma del Co-Director</b>	<b>Aclaración</b>

....., ...../...../..... <b>Lugar y Fecha</b>	<b>Firma del Responsable de la Facultad</b>	..... <b>Aclaración</b>
---	---	----------------------------



