



## Proyecto de investigación

Seguridad en Redes Oportunistas (SeRO)

## Informe Técnico Final

## Organización proponente

Facultad de Ingeniería  
Universidad de la República  
Uruguay

## Responsable

Leonardo Vidal

## Proyecto auspiciado por

Proyecto AMPARO  
Proyecto de fortalecimiento de la capacidad regional de atención de incidentes  
de seguridad en América Latina y el Caribe

Proyecto AMPARO  
Iniciativa de LACNIC: Registro de Direcciones de Internet para América Latina y  
el Caribe.

Con el apoyo del Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo  
(*International Development Research Center - IDRC*) de Canadá.



## Proyecto AMPARO

### INFORME FINAL

#### Identificación del Proyecto

<b>Título:</b>	<i>Seguridad en Redes Oportunistas</i>		<b>No.</b>	<i>A4</i>
<b>Organización Proponente</b>	<i>Facultad de Ingeniería – Universidad de la República Uruguay</i>			
<b>Jefe de Proyecto</b>	<i>Leonardo Vidal</i>			
<b>Período Informado</b>	<i>11/2010-03/2011</i>	<b>Sitio Web</b>	<i>No se dispone</i>	
<b>Dirección del Proyecto</b>				
<b>Investigadores participantes</b>	<i>Leonardo Vidal</i>			
	<i>Javier Baliosian</i>			
	<i>Eduardo Grampín</i>			
	<i>Jorge Visca</i>			
	<i>Guillermo Apollonia</i>			
	<i>Matías Richart</i>			
	<i>Juan Saavedra</i>			
<i>Martín Giachino</i>				

## Contenido

<u>Contenido</u> .....	3
<u>Actividades Realizadas</u> .....	4
<u>Síntesis del proyecto y la ejecución</u> .....	4
<u>Objetivo general</u> .....	5
<u>Objetivos específicos</u> .....	5
<u>Fecha de inicio según propuesta inicial</u> .....	5
<u>Fecha de inicio real del proyecto</u> .....	5
<u>Cuadro con plazos de ejecución programados</u> .....	6
<u>Actividades del período 11/2010 – 03/2011</u> .....	7
<u>Período 11/2010-12/2010</u> .....	7
<u>Período 01/2011-03/2011</u> .....	7
<u>Avance de Actividades al 03/2011</u> .....	7
<u>Indicadores de Avance: Verificación de Resultados</u> .....	8
<u>Reuniones de Coordinación</u> .....	9
<u>Actividades de Difusión</u> .....	9
<u>Referencias</u> .....	9
<u>Anexos</u> .....	10

## Actividades Realizadas

### *Síntesis del proyecto y la ejecución*

El proyecto SeRO (Seguridad en Redes Oportunistas) busca estudiar y proponer soluciones a los requerimientos de seguridad de redes oportunistas sobre infraestructuras como las del Plan Ceibal, de forma de extender el alcance geográfico de aplicaciones de interés social, tales como el gobierno electrónico o la monitorización ambiental, a regiones con escasa o nula infraestructura de red.

el nivel de aplicabilidad de las redes oportunistas es muy amplio y por el propio paradigma de las mismas, no siempre es predecible el conjunto de nodos que atravesará determinada información desde su origen hasta su destino. Por ejemplo, si pensáramos en el contexto de las XO y el Plan Ceibal como red de transporte para información recolectada a través de sensores de calidad de aire y con destino un centro de monitorización, a priori se desconoce cuales son las computadoras XO por donde transitará dicha información y cuánto tiempo permanecerá en cada una de ellas. Este ejemplo nos ayuda a identificar que existen requerimientos de seguridad vinculados a las redes oportunistas, tanto para el almacenamiento de la información como para el tránsito de la misma. De esta forma, diferentes tipos de información (por ejemplo, cantidad de partículas de azufre suspendidas en el aire de determinada zona durante determinado lapso de tiempo o un formulario o encuesta completado fuera de línea) utilizada por diferentes aplicaciones (por ejemplo, centro de monitorizado ambiental o aplicación concreta de la plataforma de gobierno electrónico de cierto país) así como también los dueños de los nodos que forman la red oportunista en uso (por ejemplo las computadoras XO del Plan Ceibal) que podemos identificar como PCT (aquí Prestadores de Conectividad Temporal) tendrán diferentes requerimientos de propiedades de seguridad, como ser confidencialidad, disponibilidad, integridad y anonimato.

SeRO se propone identificar las propiedades de seguridad que son requerimientos de la información, las aplicaciones y los PCT, analizar las alternativas posibles para incorporarlas y finalmente proponer las soluciones más adecuadas en el contexto de redes oportunistas.

La posibilidad de realizar el proyecto SeRO permitirá estudiar y proponer soluciones a los requerimientos de seguridad de redes oportunistas sobre infraestructuras como las del Plan Ceibal, aunque no necesariamente limitadas a ésta última. En función de las diversas áreas de aplicación de las redes oportunistas, y más aún en países en desarrollo, el impacto de la investigación se entiende es muy alto, considerando el beneficio que puede significar para las comunidades.

SeRO ha culminado su ejecución. Las actividades se han desarrollado de acuerdo a lo planificado, con un mínimo retraso que se entiende no resulta significativo y más si se considera que se pudieron realizar pruebas de concepto a nivel de un prototipo de redes oportunistas con resultados relevantes, tanto para los investigadores como para los beneficiarios. Para todo el equipo de investigadores el emprendimiento a significado un desafío motivador y el resultado, una gran satisfacción. Sin duda que es la primera

incursión del equipo en la temática y nadie duda también que queda mucho por hacer, pero resulta irrefutable que se trata de una línea de investigación que nos entusiasma a poder seguir recorriéndola.

A continuación se detallan las acciones y productos realizados.

***Objetivo general***

Estudiar y proponer soluciones a los requerimientos de seguridad de redes oportunistas sobre infraestructuras como la que ofrece el Plan Ceibal.

***Objetivos específicos***

- Identificar los requerimientos de seguridad de la información almacenada y transmitida a través de redes oportunistas, así como de los PCTs (Prestadores de Conectividad Temporal).
- Analizar las alternativas disponibles para cumplir con los requerimientos identificados.
- Proponer las soluciones más adecuadas y realizar una prueba de concepto buscando evaluar el impacto en un prototipo de redes oportunistas.

***Fecha de inicio según propuesta inicial***

03/05/2010

***Fecha de inicio real del proyecto***

02/08/2010

**Cuadro con plazos de ejecución programados**

Actividades para el cumplimiento del Objetivo Específico N° 1		Plazo de ejecución	
		Mes/Año	Mes/Año
Identificación de los diferentes tipos de información y aplicaciones involucradas así como PCTs involucrados		05/10	06/10
Identificación de los requerimientos de seguridad de sistemas identificados en la actividad anterior		05/10	06/10
Documentación de las dos actividades anteriores		05/10	06/10
<b>Supuestos Relevantes</b>	Se logran abarcar los tipos de información y aplicaciones que se entiende podrían tener presencia en un despliegue de redes oportunistas como el que se plantea. Se identifican los requerimientos de seguridad de los PCT. Se trabaja con un número adecuado de tipos de información, aplicaciones y PCTs para la dimensión del proyecto. Se identifican claramente los requerimientos de seguridad de ellos.		

Actividades para el cumplimiento del Objetivo Específico N° 2		Plazo de ejecución	
		Mes/Año	Mes/Año
Identificar las alternativas disponibles para dotar a los sistemas identificados en las actividades del Objetivo Específico N° 1 de las propiedades de seguridad requeridas		07/10	09/10
Analizar las alternativas, identificando fortalezas y debilidades		07/10	09/10
Documentación de las dos actividades anteriores		08/10	09/10
<b>Supuestos Relevantes</b>	Se logra obtener un abanico razonable de alternativas que permite seleccionar las más adecuadas para cada caso analizado.		

Actividades para el cumplimiento del Objetivo Específico N° 3		Plazo de ejecución	
		Mes/Año	Mes/Año
Proponer las soluciones más adecuadas		10/10	11/10
Prueba de concepto. Evaluar el impacto de la incorporación de dichas soluciones a un prototipo de redes oportunistas		10/10	11/10
Documentación de las dos actividades anteriores		10/10	11/10
<b>Supuestos Relevantes</b>	A partir del análisis de las alternativas se identificaron claramente las soluciones a proponer. La evaluación del impacto estará condicionada con las prestaciones del prototipo de que se disponga, buscando siempre abarcar la mayor cantidad posible.		

Indique únicamente los objetivos específicos que debieron cumplirse con el período de actividades del presente informe.

Objetivo Específico 2	<i>Identificar las alternativas disponibles para dotar a los sistemas identificados en las actividades del Objetivo Específico N° 1 de las propiedades de seguridad requeridas. (*1)</i>
Objetivo Específico 3	<i>Proponer las soluciones más adecuadas y realizar una prueba de concepto buscando evaluar el impacto en un prototipo de redes oportunistas.</i>

(\*1): cumplimiento parcial complementario de acuerdo al informe anterior acorde al plazo de ejecución estipulado en la propuesta presentada y aceptada

## **Actividades del período 11/2010 – 03/2011**

### **Período 11/2010-12/2010**

En este bimestre se procedió a llevar adelante la Actividad faltantes vinculada con el Objetivo Específico 2. Ella es:

- Actividad 3: Documentación de las dos actividades anteriores. Se procederá a ir documentando las tareas desarrolladas en las Actividades 1 y 2 en paralelo con ellas a partir del segundo mes. Ello está fundamentado en que se entiende que el primer mes tendrá una muy fuerte componente de investigación y tormenta de ideas.

### **Período 01/2011-03/2011**

En este trimestre se llevaron adelante las tres Actividades vinculadas con el Objetivo Específico 3. Ellas son:

- Actividad 1: Proponer las soluciones más adecuadas. Luego de un análisis exhaustivo se proponen aquellas alternativas que han obtenido una mejor “calificación” considerando aspectos técnicos, económicos y sociales.
- Actividad 2: Prueba de concepto. Evaluar el impacto de la incorporación de dichas soluciones a un prototipo de redes oportunistas. Se buscará realizar una prueba de concepto de las soluciones propuestas para el caso de los sistemas que se puedan vincular con un prototipo. Se analizará la posibilidad de vincular dicho prototipo con el que estará desarrollado en ese momento para el proyecto DEMOS.
- Actividad 3: Documentación de las dos actividades anteriores. Se procederá a ir documentando las tareas desarrolladas en las Actividades 1 y 2 en paralelo con ellas, lo que concluirá con la elaboración de un informe final.

## **Avance de Actividades al 03/2011**

Cuadros por actividades

<b>Actividades para el cumplimiento del Objetivo Específico N° 2</b>	<b>Plazo de ejecución planificado</b>	<b>Plazo de ejecución realizado</b>
	<b>Mes/Año</b>	<b>Mes/Año</b>
<i>2.3 Documentación de las dos actividades anteriores</i>	08-09/2010	11-12/2010

Actividades para el cumplimiento del <b>Objetivo Específico N° 3</b>	Plazo de ejecución planificado	Plazo de ejecución realizado
	Mes/Año	Mes/Año
3.1 <i>Proponer las soluciones más adecuadas</i>	07-09/2010	01-02/2011
3.2 <i>Prueba de concepto. Evaluar el impacto de la incorporación de dichas soluciones a un prototipo de redes oportunistas</i>	07-09/2010	02-03/2011
3.3 <i>Documentación de las dos actividades anteriores</i>	08-09/2010	01-03/2011

### Indicadores de Avance: Verificación de Resultados

Se recomienda crear un sitio Web del Proyecto, de ser posible, a fin de acceder a Indicadores y Medios de Verificación.

Los indicadores deben estar muy precisados y los medios de verificación deben ser “verificables”.

N° Actividad	N° Resultado	Indicador	Medio de Verificación
2.3	2	<i>Documento elaborado</i>	<i>Documento que se envía conjuntamente con el presente informe, llamado AalITFvf-SeRO-LV.pdf. En particular referirse, aunque no de manera exclusiva al punto “Resumen de las actividades realizadas (Objetivo Específico N°2)”</i>
3.1	--	<i>Ver Actividad 3.3</i>	<i>Ver Actividad 3.3</i>
3.2	--	<i>Ver Actividad 3.3</i>	<i>Ver Actividad 3.3</i>
3.3	2	<i>Documento elaborado</i>	<i>Documento que se envía conjuntamente con el presente informe, llamado “AalITFvf-SeRO-LV.pdf”. En particular referirse, aunque no de manera exclusiva al punto “Resumen de las actividades realizadas hasta el momento (Objetivo Específico N°3)”</i>

### Participación efectiva de todos los intervinientes en el proyecto

Se mantuvo la estabilidad del equipo de investigación, con un alto grado de compromiso

de todos sus integrantes durante todo el período informado y con las vías de financiación indicadas en el informe anterior. Al momento de culminar la elaboración de este informe nos encontramos buscando nuevos proyectos de investigación mediante los cuales podamos profundizar las líneas ya identificadas (incluida ésta) a los efectos de fidelizar el equipo; lamentablemente no lo hemos logrado aun y estamos ante el riesgo latente de la desintegración del equipo de investigadores.

## Reuniones de Coordinación

Se realizaron reuniones semanales (particularmente los días jueves) donde se coordinaron las actividades a corto y mediano plazo así como quienes las llevarían adelante y estipulando los plazos correspondientes. De las mismas participaron de manera presencial todos los investigadores mencionados, incluido el Dr. Ing. Eduardo Grampín, quien regresó de sus actividades de posdoctorado en la Universidad Carlos III de Madrid, España. Durante el mes de enero las reuniones se realizaron con aproximadamente el 50% del equipo debido a las vacaciones de verano.

Cumplidos los plazos estipulados para cada actividad, se informa al resto de los investigadores de los avances en los temas estudiados. Se estableció también como metodología de trabajo que, ante la eventualidad de identificar dificultades para cumplir con los plazos fijados, se informe de ello en la siguiente reunión de coordinación (o en caso de ser algo urgente por correo electrónico y/o telefónicamente) a los efectos de identificar alternativas de cómo mitigar la situación planteada.

## Actividades de Difusión

Artículo con mención al proyecto en la revista “enlaces.fing” de la Fundación Julio Ricaldoni. Dicha revista, de distribución gratuita, tiene una amplia difusión en el ambiente académico y en la industria, a través de la Cámara de Industrias del Uruguay.

## Referencias

- Artículos técnicos disponibles libremente en Internet
- Artículos académicos vinculados al *Institute of Electrical and Electronics Engineers* - IEEE (accesibles a través del portal Timbó: [www.timbo.org.uy](http://www.timbo.org.uy))
- Artículos académicos vinculados *Internet Research Task Force* – IRTF
- Información disponible en sitios de Internet destinados específicamente a documentar investigaciones relacionadas con las DTN, por ejemplo, *Delay-Tolerant Networking Research Group* – DTNRG (grupo de investigación del IRTF)
- *Expertise* de los investigadores del proyecto SeRO
- *Self-managed Content-based Routing for Disruption Tolerant Networks* - J. Baliosian, J. Visca, M. Richart, G. Apollonia, L. Vidal, E. Grampín, M. Giachino

- Artículo aceptado para el track técnico de la 12a. IFIP/IEEE International Symposium on Integrated Network Management (IM 2011) – Dublin, Irlanda – Mayo 2011
- *Embedded Rule-based Management for Content-based DTNs* - Jorge Visca, Guillermo Apollonia, Matias Richart, Javier Baliosian and Eduardo Grampín – *First International Workshop on Network-Embedded Management and Applications* (NEMA 2010) – Cataratas del Niágara, Canadá – Octubre 2010
- *DEMOS Mobility Model* - Martín Giachino, Javier Baliosian, Eduardo Grampín, Jorge Visca - *6th International Conference on Wireless and Mobile Communications* - Valencia, España – Septiembre 2010
- *A Rule-based Distributed System for Self-optimization of Constrained Devices* - Javier Baliosian, Eduardo Grampín, Jorge Visca, Leonardo Vidal, Martín Giachino - *Integrated Network Management, 2009. IM '09. IFIP/IEEE International Symposium* – New York, USA – Junio 2009

## **Anexos**

Se complementa la información del presente informe con el documento AalITFvf-SeRO-LV.pdf.