



**ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**  
**VICERECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL**  
**DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

Proyecto Interno X   Proyecto Semilla   Proyecto Junior   Proyecto Multi e Inter Disciplinario

Investigación Básica   Investigación Aplicada X   Investigación Pedagógica   Innovación

**DEPARTAMENTO(S):**  
1. Departamento de Estudios Organizacionales y Desarrollo Humano  
2.

**LINEA(S) DE INVESTIGACIÓN:**  
1. Producción y Ambiente  
2.

**1 Proyecto de Investigación**

**Título: Modelación económica y de negocios como sistemas complejos: Desde las macropolíticas a la responsabilidad social corporativa.**

---

**Resumen del proyecto (máximo 200 palabras)**  
Este proyecto se desarrollará en el contexto de redes y sistemas complejos, aplicado al modelado económico y empresarial. Se modelarán redes de empresas para analizar la interacción entre sus diferentes elementos a través de las diversas relaciones que puedan ocurrir entre estas (ej. proximidad geográfica, sector económico) y se estudiará la estructura de dichas redes, así como sus propiedades emergentes. También se modelarán redes macroeconómicas para diferentes variables agregadas y se hará una comparación por países. Asumimos que las características estructurales de estas redes son no triviales, y vienen dadas por los patrones de conexión entre sus elementos que no son ni puramente regular ni puramente aleatorio. Desde esta perspectiva se construirán (i) redes macroeconómicas para diferentes países; (ii) redes empresariales a través de sus reportes de sustentabilidad corporativa; (iii) y se estudiará y describirá la estructura topológica de estas redes y sus propiedades emergentes. Como resultado se espera que abordar problemas económicos y empresariales como sistemas complejos, nos de una nueva perspectiva, más allá de la clásica, para modelar y predecir el comportamiento de los sistemas estudiados y como estos se adaptan a los cambios de su entorno.



**ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**  
**VICERECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL**

Palabras clave (4-6): Modelado macroeconómico, Modelado de negocios, Sistemas complejos, Redes complejas, Comportamientos emergentes
---

<b>2 Datos personales y académicos del Director del Proyecto</b>		
Apellidos: González Rodríguez	Teléfono casa:	
Nombres: Mario Salvador		
Cédula de Identidad: 0958376345	Teléfono celular: 0958757173	
Cargo actual en la EPN: Profesor contratado a tiempo completo		
Dirección particular: José Tamayo no. 24-56, Quito.	Teléfono oficina: Ext. EPN: Correo electrónico: mario.gonzalezr@epn.edu.ec	
<b>Formación de pregrado y posgrado</b>		
<b>Títulos</b>	<b>Fecha</b>	<b>Institución / Universidad/País</b>
PhD. Ing. Informática	2012	Escuela Politécnica Superior, Universidad Autónoma de Madrid, España
Máster Ing. Informática	2008	Escuela Politécnica Superior, Universidad Autónoma de Madrid, España
Ing. Industrial	2004	Universidad Nacional de Ingeniería, Nicaragua

<b>3 Datos personales y académicos del Profesor colaborador</b>		
Apellidos: Robalino López	Teléfono casa: 2901-409	
Nombres: Jorge Andrés		
Lugar y fecha de nacimiento: 12-10-1983		
Cargo actual en la EPN: Profesor auxiliar titular	Teléfono celular: 0984242316	
Dirección particular: Ventimilla y Reina Victoria	Teléfono oficina: Ext. EPN: 1811 Correo electrónico: andres.robalino@epn.edu.ec	
<b>Formación de pregrado y posgrado</b>		
<b>Títulos</b>	<b>Fecha</b>	<b>Institución / Universidad</b>
Doctorado en Tecnología Ambiental	18-06-2014	Universidad de Huelva - España
Máster en Ingeniería de Control, Sistemas Electrónicos e Informática Industrial	15-01-2012	Universidad de Huelva - España
Máster en Tecnología Ambiental	27-01-2011	Universidad de Huelva - España

<b>4 Datos personales del personal administrativo de investigación (opcional)</b>		
Apellidos:	Teléfono casa:	
Nombres:		
Lugar y fecha de nacimiento:		
Cargo actual en la EPN:	Teléfono celular:	
Dirección particular:	Teléfono oficina: Ext. EPN: Correo electrónico:	
<b>Formación de pregrado y posgrado</b>		
<b>Títulos</b>	<b>Fecha</b>	<b>Institución / Universidad</b>



5	Objetivos, relevancia, productos y resultados esperados de esta propuesta de investigación
---	--



## 5.1 Objetivos

### 5.1.1 Objetivo General

- Caracterizar la estructura de redes complejas, como son las redes macroeconómicas de los países, y redes empresariales. Utilizando la teoría de grafos y redes complejas, se describirá la estructura topológica de estas redes, así como su comportamiento emergente producto de las interacciones de sus elementos tanto a nivel estático como dinámico.

### 5.1.2 Objetivos Específicos

- a. Construir redes de variables agregadas para describir las redes macroeconómicas para diferentes países y comparar su estado macroeconómico alrededor de la crisis del 2008.
- b. Caracterizar redes de empresas a nivel global respecto a sus patrones de reportes de sostenibilidad corporativa a través del standard dado por el Global Reporting Initiative (GRI), para los años 1999 a 2014.
- c. Describir la estructura topológica de estas redes y sus propiedades emergentes y dar uninterpretación desde el punto de vista de la teoría política económica (Macro) y las teorías de la racionalidad de los agentes económicos (Meso/sectores económicos).

## 5.2 Relevancia de esta propuesta de investigación y su relación con la(s) Línea(s) de investigación asociadas.

Esta investigación se desarrolla de acuerdo a la línea de investigación de "Producción y Ambiente", que plantea la necesidad de reforzar la productividad de organizaciones e instituciones de los distintos sectores de la economía. Hoy en día, las empresas conocen la necesidad del llamado triple balance en términos económicos, ambientales, y sociales. Realizar reportes de sostenibilidad representa una oportunidad en términos económicos al informar a tiempo y claramente a todos los stakeholders de una organización. A través del estudio de patrones de reporte de sostenibilidad se pretende que las organizaciones empresariales, productivas o de servicios conozcan como se encuentran a nivel geográfico regional y a nivel de sector económico, lo que puede acarrear beneficios, tanto económicos como a nivel de imagen ante la sociedad. A través de la descripción y comprensión de la estructura macroeconómica de un país utilizando un modelo cuantitativo basado en las correlaciones entre variables agregadas, para estudiar y comprender la interacción entre estas y diagnosticar qué variables han causado la crisis y qué influencia han ejercido en esta situación económica de los países estudiados, los dirigentes y actores políticos de los países pueden generar políticas encaminadas a ser países más productivos en el mercado global.

En este sentido, el deseado incremento de productividad, tanto a nivel (micro) empresarial, como a nivel de países (macro), puede ser modelado y analizado en términos de redes y sistemas complejos, que es lo que se plantea en este proyecto de investigación, para poder realizar recomendaciones a partir de los escenarios simulados para los diferentes modelos.

## 5.3 Productos esperados

- |   |   |
|---|---|
| a. Publicaciones científicas (obligatorio);   | X |
| b. Disertación a la Comunidad Politécnica;  | X |
| c. Proyecto de Titulación;  | - |
| d. Tesis de Grado (maestría o doctorado);   | - |
| e. Aplicación tecnológica construida o implementada;                                    | - |
| f. Patente presentada;  | - |
| g. Perfil de proyecto de mayor impacto científico, técnico, pedagógico o de innovación. | - |

## 5.4 Detalle de los resultados esperados (con relación a los objetivos)

- a. Como resultado de este estudio se espera exponer una metodología alternativa a la clásica para el análisis de problemas económicos y de negocios: el enfoque de la economía compleja.
- b. A través de la economía compleja presentar una herramienta novedosa para analizar sistemas de muchos agentes interactuando, y poder explorar la naturaleza de estas interacciones y sus fenómenos emergentes, aplicado a los problemas anteriormente expuestos.



6 Descripción, metodología y cronograma de trabajo

**6.1 Descripción, metodología y diseño del proyecto (Máximo dos carillas)**

Estudiar estructuras complejas como redes, nos ayuda a describir una amplia variedad de sistemas de alta importancia biológica, social, tecnológica e intelectual. Por ejemplo, la célula se describe mejor como una red compleja de productos químicos conectados por las reacciones químicas, la Internet es una red compleja de routers y ordenadores unidos por diversos vínculos físicos o inalámbricos; modas e ideas diseminadas en la red social, cuyos nodos son seres humanos y cuyos enlaces representan las diversas relaciones sociales; la red de citas científicas, en que los nodos son artículos y los enlaces las citas entre ellos. Estos sistemas representan sólo algunos de los muchos ejemplos que han inspirado a los investigadores a realizar estudios empíricos de los diferentes sistemas de redes, desarrollando una variedad de técnicas y modelos para ayudarse a comprender o predecir el comportamiento de estos sistemas (Albert y Barabási, 2002; Newman, 2003).

Estos sistemas complejos pueden ser modelados de manera abstracta como grafos, siendo así como nace el término de red compleja. Las redes complejas son conjuntos de muchos nodos conectados que interactúan de alguna forma. En el contexto de la teoría de redes, una red compleja es un grafo (red) con características topológicas no triviales. La mayoría de las redes sociales (Scott, 2012; Warren et al., 2002; White et al., 2004), biológicas (Fell y Wagner, 2000; Ferguson y Garnett, 2000; Maslov y Sneppen, 2002) y tecnológicas (Albert et al., 1999; Flake et al., 2002) antes mencionadas, muestran patrones de conexión entre sus elementos que no son ni puramente regular ni puramente aleatorio.

Dos tipos de redes que son comunes en el mundo biológico, tecnológico, social, son las redes de mundo pequeño, small-world en inglés (Watts y Strogatz, 1998), y redes libre de escala, scale-free (Barabási y Albert, 1999). Una red de mundo pequeño es un tipo de grafo para el que la mayoría de los nodos no son vecinos entre sí, y sin embargo la mayoría de los nodos pueden ser alcanzados desde cualquier nodo origen a través de un número relativamente corto de saltos (atajos) entre ellos. En una red libre de escala, algunos nodos están altamente conectados (clusters), es decir, poseen un gran número de enlaces a otros nodos, aunque el grado de conexión de casi todos los nodos es bastante bajo.

Los últimos trabajos sobre las matemáticas de las redes se han visto impulsados en gran medida por las observaciones de las propiedades de las redes actuales y los intentos de modelarlas, los datos para construir la red son el punto de partida obvio para una investigación de este tipo. También tiene sentido examinar simultáneamente las estructuras de diferentes tipos de redes. Uno de los principales ejes de trabajo reciente en este ámbito, ha sido el estudio comparativo de redes desde diferentes ramas de la ciencia, reflejando un carácter multidisciplinar en el análisis de las propiedades y comportamiento emergente de las redes complejas.

**Metodología y diseño de la investigación**

Analizar los sistemas económicos desde la perspectiva de sistemas complejos es una opción que puede ser utilizada para contrastar las teorías microeconómicas y de política económica con datos históricos, y crear un modelo que describa la interacción de sus diferentes elementos y la estructura que está detrás de estas conexiones.

Para que estos modelos se puedan materializar es preciso llevar a cabo al menos tres tareas consecutivas: 1) Saber como deberían funcionar las variables (ej. macroeconómicas) sin ningún tipo de prejuicio sobre la economía o el negocio. 2) Comparar la teoría económica o de negocios con la realidad de los países o empresas estudiados. 3) A partir del entendimiento del sistema real, la recopilación y análisis de los datos, se construyen las redes macroeconómicas y empresariales, se analiza su estructura y se compara el modelo con la realidad inmediata.

**Tipo de investigación**

La investigación realizada en una primera etapa será de carácter empírico cuantitativo para construir los modelos y simular los diferentes sistemas bajo estudio. En una segunda etapa, puede estudiarse cualitativamente los modelos generados en la etapa 1, y hacer la correspondencia con las teorías macroeconómicas y de racionalidad de agentes actuales.

**Recopilación de datos**

Los datos serán recopilados de diferentes fuentes de datos económicas que se encuentran disponibles online como la base de datos de la Comisión Europea, EUROSTAT, la base de datos de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). USA Department of commerce, entre otros.

En el caso de los reportes de sostenibilidad corporativa, los datos del GRI serán obtenidos de la base de datos Sustainability Disclosure Database.



### Procedimiento

Con los datos recopilados se calcularán matrices de correlación por cada país para cada ciclo, en las que se ha definido un umbral a partir del cual se establece que existe una conexión (influencia mutua) entre las variables. A partir de estos resultados se construirán los mapas macroeconómicos en forma de red cuyos nodos comprenden las variables y las conexiones la correlación entre ellas por encima del umbral seleccionado. Los países seleccionados inicialmente serán Alemania y Estados Unidos para un periodo simétrico alrededor del pico de la crisis de 2008. Luego se extenderá el análisis al contexto suramericano, incluyendo a países como Ecuador y Brasil para replicar el análisis. En el caso de las empresas globales, a partir de los reportes de sostenibilidad para los años 1999-2014, se construirá una red a partir de la información mutua calculada para cada par de empresas, y la estructura resultante se describirá en términos geográficos por continentes, y por sectores económicos.

En el caso de las empresas globales, a partir de los reportes de sostenibilidad para los años 1999-2014, se construirá una red a partir de la información mutua calculada para cada par de empresas, y la estructura resultante se describirá en términos geográficos por continentes, y por sectores económicos.

### Bibliografía

Albert, R., & Barabási, A. L. (2002). Statistical mechanics of complex networks. *Reviews of modern physics*, 74(1), 47.

Albert, R., Jeong, H., & Barabási, A. L. (1999). Internet: Diameter of the world-wide web. *Nature*, 401(6749), 130-131.

Barabási, A. L., & Albert, R. (1999). Emergence of scaling in random networks. *science*, 286(5439), 509-512.

Fell, D. A., & Wagner, A. (2000). The small world of metabolism. *Nature biotechnology*, 18(11), 1121-1122.

Ferguson, N. M., & Garnett, G. P. (2000). More realistic models of sexually transmitted disease transmission dynamics: sexual partnership networks, pair models, and moment closure. *Sexually transmitted diseases*, 27(10), 600-609.

Flake, G. W., Lawrence, S., Giles, C. L., & Coetzee, F. M. (2002). Self-organization and identification of web communities. *Computer*, 35(3), 66-70.

Maslov, S., & Sneppen, K. (2002). Specificity and stability in topology of protein networks. *Science*, 296(5569), 910-913.

Newman, M. E. (2003). The structure and function of complex networks. *SIAM review*, 45(2), 167-256.

Scott, J. (2012). *Social network analysis*. Sage.

Warren, C. P., Sander, L. M., & Sokolov, I. M. (2002). Geography in a scale-free network model. *Physical Review E*, 66(5), 056105.

Watts, D. J., & Strogatz, S. H. (1998). Collective dynamics of 'small-world' networks. *Nature*, 393(6684), 440-442.

White, H. D., Wellman, B., & Nazer, N. (2004). Does citation reflect social structure?: Longitudinal evidence from the "Globenet" interdisciplinary research group. *Journal of the American Society for information Science and Technology*, 55(2), 111-126.

### 6.2 Cronograma de trabajo anual: (Descripción)

Actividad	Primer Año						TOTAL
	Porcentaje de avance por mes						
	1-2	3-4	5-6	7-8	9-10	11-12	
Identificación de las principales variables	100						100
Recopilación de los datos		100					100
Construcción de las redes			100				100
Análisis de las redes obtenidas				100			100
Discusión de los resultados					100		100
Redacción de artículo científico y envío a revista						100	100
<b>TOTAL</b>							



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL  
VICERECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL

7	<b>Fechas de inicio y fin</b>  Inicio: 01-01-2016 Fin: 31-12-2016
---	--


8	<b>Infraestructura, equipos y fondos adicionales.</b>  <b>8.1 Infraestructura y equipos</b> - No aplica  <b>8.2 Breve justificación del equipo requerido</b> - No aplica  <b>8.3 Fondos Adicionales</b> - No aplica
---	--

9	<b>Presupuesto estimado para la ejecución del presente proyecto (anual)</b>  <ul style="list-style-type: none"><li>- Los costos para la elaboración del presupuesto estimado no deben incluir IVA.</li><li>- Las maquinarias y equipos deberán tener una proforma local con un representante autorizado en el país.</li><li>- En el caso de PIMI, se deberá aclarar en cual departamento permanecerán las maquinarias y equipos</li></ul> <p style="text-align: center;"><b>Primer Año</b></p> <table border="1"><thead><tr><th>Lista de ítems</th><th>Cantidad solicitada (US \$)</th><th>Porcentaje (%)</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. Contratación Servicios Personales por Contrato <i>Ayudantes de Investigación</i></td><td></td><td></td></tr><tr><td style="text-align: right;"><b>Subtotal</b></td><td></td><td></td></tr><tr><td>2. Maquinaria y Equipos</td><td></td><td></td></tr><tr><td style="text-align: right;"><b>Subtotal</b></td><td><b>500.00</b></td><td><b>10</b></td></tr><tr><td>3. Reactivos y materiales de laboratorio</td><td></td><td></td></tr><tr><td style="text-align: right;"><b>Subtotal</b></td><td></td><td></td></tr><tr><td>4. Literatura especializada</td><td></td><td></td></tr><tr><td style="text-align: right;"><b>Subtotal</b></td><td></td><td></td></tr><tr><td>5. Viajes técnicos y de muestreo</td><td></td><td></td></tr><tr><td style="text-align: right;"><b>Subtotal</b></td><td><b>2,000.00</b></td><td><b>40</b></td></tr><tr><td>6. Presentación de ponencias en congresos internacionales y publicaciones</td><td></td><td></td></tr><tr><td style="text-align: right;"><b>Subtotal</b></td><td><b>2,500.00</b></td><td><b>50</b></td></tr><tr><td style="text-align: center;"><b>TOTAL PRESUPUESTO</b></td><td><b>2,500,00 + IVA</b></td><td><b>100</b></td></tr></tbody></table>	Lista de ítems	Cantidad solicitada (US \$)	Porcentaje (%)	1. Contratación Servicios Personales por Contrato <i>Ayudantes de Investigación</i>			<b>Subtotal</b>			2. Maquinaria y Equipos			<b>Subtotal</b>	<b>500.00</b>	<b>10</b>	3. Reactivos y materiales de laboratorio			<b>Subtotal</b>			4. Literatura especializada			<b>Subtotal</b>			5. Viajes técnicos y de muestreo			<b>Subtotal</b>	<b>2,000.00</b>	<b>40</b>	6. Presentación de ponencias en congresos internacionales y publicaciones			<b>Subtotal</b>	<b>2,500.00</b>	<b>50</b>	<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>	<b>2,500,00 + IVA</b>	<b>100</b>
Lista de ítems	Cantidad solicitada (US \$)	Porcentaje (%)																																									
1. Contratación Servicios Personales por Contrato <i>Ayudantes de Investigación</i>																																											
<b>Subtotal</b>																																											
2. Maquinaria y Equipos																																											
<b>Subtotal</b>	<b>500.00</b>	<b>10</b>																																									
3. Reactivos y materiales de laboratorio																																											
<b>Subtotal</b>																																											
4. Literatura especializada																																											
<b>Subtotal</b>																																											
5. Viajes técnicos y de muestreo																																											
<b>Subtotal</b>	<b>2,000.00</b>	<b>40</b>																																									
6. Presentación de ponencias en congresos internacionales y publicaciones																																											
<b>Subtotal</b>	<b>2,500.00</b>	<b>50</b>																																									
<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>	<b>2,500,00 + IVA</b>	<b>100</b>																																									

10	<b>Lugar y Fecha / Firma del Director del Proyecto</b>	
----	--	--



**ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**  
**VICERECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL**

Quito, 14 de julio del 2015	
Nombre: Mario Salvador González Rodríguez CC: 095376345	Firma del Director

<b>DECLARACION DEL JEFE DE DEPARTAMENTO</b>	
Esta propuesta ha sido aprobada por el Consejo del Departamento/Instituto ..... al que pertenece el <b>Director del Proyecto</b> , en Sesión del ..... mediante Resolución No. .... y las instalaciones, incluyendo personal, edificios, equipo y recursos financieros están a disposición del aplicante de acuerdo con las especificaciones que se encuentran en esta aplicación.	
 JEFE DEL DEPARTAMENTO/INSTITUTO Nombre: Es. Joan Ortiz. CC: 1706250824	 Lugar y fecha