

Recibido EPN-DESODEH-2016-0317-M

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

DATOS INFORMATIVOS

Proyecto Interno Proyecto Semilla Proyecto Junior Proyecto Multi e Interdisciplinario

Título del proyecto: **Prospectiva Energética. Construcción y simulación de escenarios macro socioeconómico-energético-ambientales para Ecuador (2016-2030).**

Investigación básica Investigación aplicada Investigación pedagógica Innovación

DEPARTAMENTO(S):

1. Departamento de Estudios Organizacionales y Desarrollo Humano
2. ESFOT

LINEA(S) DE INVESTIGACIÓN:

1. Producción y Ambiente (Línea del Departamento)
2. Producción y Ambiente (Línea del Programa Doctoral en Gestión Tecnológica)

Resumen de información del director y colaboradores del proyecto		
<u>Director</u>		
Apellidos y nombres	Departamento	Título de mayor nivel (Ing., M.Sc., Ph.D)
Robalino-López Jorge Andrés	DESODEH	Ph.D
<u>Colaborador(es)</u>		
Apellidos y nombres	Departamento	Título de mayor nivel Ing., M.Sc., Ph.D)
Latorre Tomas, Sara	DESODEH	Ph.D
Román Vásquez, José Luis	DESODEH	Msc.
Rivela Carballal, Beatriz	ESFOT	Ph.D.

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Proyecto Interno Proyecto Semilla Proyecto Junior Proyecto Multi e Inter Disciplinario

Investigación Básica Investigación Aplicada Investigación Pedagógica Innovación

DEPARTAMENTO(S):

1. Departamento de Estudios Organizacionales y Desarrollo Humano
2. ESFOT

LINEA(S) DE INVESTIGACIÓN:

1. Producción y Ambiente (Línea del Departamento)
2. Producción y Ambiente (Línea del Programa Doctoral en Gestión Tecnológica)

1 Proyecto de Investigación

Título: Prospectiva Energética. Construcción y simulación de escenarios macro socioeconómico-energético-ambientales para Ecuador (2016-2030).

Resumen del proyecto (máximo 200 palabras)

El Gobierno Nacional proyecta la transformación del patrón de especialización de la economía y de la matriz energética, como estrategia para promover nuevos esquemas de generación, distribución y redistribución de la riqueza; reducir la vulnerabilidad de la economía ecuatoriana y la dependencia energética de recursos no renovables, además de aplacar los impactos socio-ambientales vinculados a economías primario-exportadoras. En el marco de esta transformación de la matriz productiva se busca fomentar la producción diversificada y eco-eficiente, con un mayor grado de valor agregado en sus procesos productivos, así como avanzar en actividades vinculadas al conocimiento biológico y a la conservación ambiental. Se espera que el desarrollo propuesto por este cambio genere un mayor consumo energético, que puede tener serias incidencias en el aumento de las emisiones de CO₂. Esta investigación pretende realizar un estudio prospectivo de la dinámica de la matriz energética y económica del Ecuador mediante la construcción de un modelo de simulación y de escenarios socioeconómico-energético-ambiental para el país durante el periodo 2016-2030. Dicho estudio se realizará combinando la técnica de escenarios con la técnica de dinámica de sistemas. La finalidad es identificar los escenarios más deseables en términos de sustentabilidad y realizar propuestas de políticas públicas para avanzar hacia ellos.

Palabras clave (4-6): Innovación, Tecnología, Organización, Modelo, Dinámica de Sistemas, Ecuaciones Estructurales.



2	<p>Objetivos, relevancia, productos y resultados esperados de esta propuesta de investigación</p> <p>2.1 Objetivos</p> <p>2.1.1 Objetivo General</p> <ul style="list-style-type: none">• Realizar un análisis prospectivo de la dinámica de la matriz energética y económica del Ecuador para el periodo 2016-2030, con la finalidad de plantear propuestas de política pública que permitan avanzar en la sustentabilidad socio-económica y ambiental del Ecuador <p>2.1.2 Objetivos Específicos</p> <ul style="list-style-type: none">a. Identificar los factores transformadores asociados a la matriz económica y energética del Ecuador para elaborar los escenarios prospectivos.b. Caracterizar de forma macro las matrices productiva y energética del Ecuador (1980-2015).c. Construir un modelo de simulación (macro) para el sistema socioeconómico-energético-ambiental del Ecuador.d. Elaborar escenarios de prospectiva macros socioeconómico-energético-ambientales para Ecuador (2016-2030).e. Simular el modelo del sistema socioeconómico-energético-ambiental dentro de los escenarios de prospectiva.f. Elaborar propuestas de política pública en pro de un desarrollo sostenible para Ecuador (2016-2030). <p>2.2 Detalle de los resultados esperados (con relación a los objetivos)</p> <ul style="list-style-type: none">a. Ensayo teórico sobre las fuerzas motrices vinculadas a las matrices productivas y energéticas del Ecuador.b. Diagnóstico de las matrices productiva y energética de Ecuador (1980-2015).c. Modelo simulación (macro) para el sistema socioeconómico-energético-ambiental del Ecuador.d. Escenarios de prospectiva macros socioeconómico-energético-ambientales para Ecuador (2016-2030).e. Reporte de los resultados de la simulación del modelo del sistema socioeconómico-energético-ambiental dentro de los escenarios de prospectiva.f. Reporte con las recomendaciones de política pública en pro de un desarrollo sostenible para Ecuador (2016-2030) (Artículo científico).
----------	---



3	Relevancia de la propuesta de investigación y su relación con la(s) líneas de investigación
<p>El lograr caracterizar la dinámica de las relaciones y procesos de las matrices productiva y energética del Ecuador ayudará al establecimiento de estrategias y políticas más efectivas y eficaces en pro de una mejora de la competitividad nacional en base a un desarrollo sostenible.</p> <p>Con lo anterior, contar con datos y estudios actualizados caracterizados para el contexto nacional como herramientas resulta indispensable para la planificación, tanto pública como privada. Desde una perspectiva científica-académica, los resultados esperados permitirán generar varios productos (conocimiento, comprensión, artículos científicos, presentación en conferencias, creación y consolidación de redes y transferencia) dentro de campos en boga científica y necesidad nacional como son los Estudios de Prospectiva, Uso de las Tecnologías y Energía en los diferentes sectores productivos, Planificación Estratégica y Prospectiva nacional.</p> <p>Ecuador históricamente ha mantenido una balanza energética positiva (Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos, 2015), lo que le permite exportar sus excedentes energéticos. Sin embargo, el país es también importador de energía secundaria, principalmente de diésel, gasolina, naftas y gas licuado de petróleo. Esto se refleja en un índice decreciente de suficiencia de energía secundaria, lo que significa que cada año el país importa una mayor cantidad de derivados de petróleo para suplir su demanda.</p> <p>Dada la relevancia del proceso de cambio de la matriz productiva y energética del país, resulta imprescindible realizar estudios que posibiliten el análisis de las implicaciones de este proceso, de cara a valorar su sostenibilidad y plantear las acciones de política pública pertinentes. El presente proyecto constituye una respuesta a esta necesidad estratégica, estando alineado con los siguientes objetivos del Plan del Buen Vivir:</p> <ul style="list-style-type: none">• Objetivo 7. Garantizar los derechos de la naturaleza y promover la sostenibilidad ambiental territorial y global• Objetivo 10. Impulsar la transformación de la matriz productiva• Objetivo 11. Asegurar la soberanía y eficiencia de los sectores estratégicos para la transformación industrial y tecnológica (Plan del Buen Vivir 2013-2017). <p>En el análisis se empleará la metodología de prospectiva con el uso de escenarios plausibles de desarrollo a nivel macro del sistema socioeconómico-energético-ambiental del país. Esta herramienta se ha consolidado como un instrumento indispensable para la planificación y definición de políticas de desarrollo sostenibles.</p> <p>De manera adicional, cabe destacar que, tanto en la FCA como en el programa de Doctorado en Gestión Tecnológica se han planteado y están desarrollando líneas de investigación (especialmente la línea Producción y Ambiente) que involucran estudios de prospectiva energética-ambiental como uno de los pilares de sus ámbitos de investigación y académicas.</p>	

4	Productos esperados
a. Publicaciones científicas (obligatorio);	X
b. Disertación a la Comunidad Politécnica;	<input type="checkbox"/>
c. Proyecto de Titulación;	X
d. Tesis de Grado (maestría o doctorado);	X
e. Aplicación tecnológica construida o implementada;	<input type="checkbox"/>
f. Patente presentada;	<input type="checkbox"/>
g. Perfil de proyecto de mayor impacto científico, técnico, pedagógico o de innovación.	<input type="checkbox"/>



5	<p>Descripción y metodología y diseño del proyecto</p> <p>- Descripción del proyecto</p> <p>Hay múltiples factores que influyen en el nivel de emisiones de CO₂, entre los cuales podemos contar el desarrollo económico, crecimiento poblacional, el cambio tecnológico, la dotación de recursos, estructuras institucionales, los modos de transporte, formas de vida, comercio, entre otros [1;2]. La identificación de los diferentes tipos de fuentes de las emisiones de CO₂ y de sus magnitudes es una información esencial para la planificación (económica, social, etc.) y para los hacedores de políticas [2;3;4].</p> <p>Entre una de las principales fuentes del aumento de las emisiones de CO₂ se encuentra el constante crecimiento del consumo energético y la composición de la matriz energética y productiva de las economías [5]. La relación que se vislumbra entre progreso económico, consumo energético y emisiones parece ser muy clara, pero a la vez muy compleja [6].</p> <p>Hoy en día el análisis de la relación entre las variables antes mencionadas es un tema muy relevante en la literatura sobre desarrollo sostenible [7]. El estudio del aumento de las emisiones debido al crecimiento económico es una de las relaciones empíricas más importantes que han sido estudiadas en la literatura ecológica, energética y social en diferentes países y regiones, tanto desarrollados como en vías de desarrollo [8;9].</p> <p>Ecuador históricamente ha tenido un nivel relativamente bajo de emisiones de CO₂ (2,1 toneladas métricas per cápita en 2012 [10], si lo comparamos con Qatar, que fue el mayor emisor de CO₂ per cápita en el mismo año, emitiendo 44 toneladas métricas. Por otro lado, si realizamos la comparación con países de la región, podemos constatar que este valor ya no es tan reducido, ya que Venezuela, el mayor emisor per cápita de CO₂ de Latinoamérica en 2012 emitió 6,5 toneladas métricas [10].</p> <p>También hay que tener en cuenta que se espera que el crecimiento económico y el cambio de la matriz productiva en el país, tengan un impacto significativo en el valor de estas emisiones [11;12].</p> <p>Ahora en el contexto latinoamericano y en especial en el ecuatoriano, el término cambio de matriz productiva y energética ha tomado una notable relevancia en todos los programas, planificaciones y demás propuestas, tanto desde el campo público como privado [12;13;14;15]. La necesidad de estudios de prospectivas que posibiliten el análisis de su sostenibilidad y proporcionen directrices para una agenda en pro de un desarrollo más amigable con todos los actores resulta imperante [16;17;18].</p> <p>El enfoque sistémico y la metodología presentada por Robalino-López et al. (2015) [7] permiten capturar la dinámica y las relaciones de causalidad presentados en los sistemas socioeconómico-energético-ambiental, modelarlos y simularlos dentro de escenarios de prospectiva, con el fin de contribuir a elaborar estrategias de políticas públicas sostenibles para la economía en estudio.</p> <p>- Metodología y diseño de la investigación</p> <p>Enfoque</p> <p>La investigación propuesta tendrá un enfoque mixto, ya que partirá y analizará tanto información cualitativa (informes, evaluaciones, planes y demás registros documentales provenientes de fuentes oficiales y trabajos de relevancia) como información cuantitativa (series temporales, balances económicos, energéticos, etc.).</p> <p>Tipo de investigación</p> <p>La investigación tendrá un carácter explicativo en sus inicios (construcción del modelo) para posteriormente convertirse en una investigación de tipo predictivo-experimental (escenarios), ya que se utilizará un enfoque prospectivo, longitudinal y analítico (causa – efecto).</p>
---	--



Específicamente esta investigación estará basada en dos métodos de análisis principales: el primero hace referencia a la creación y análisis de escenarios futuros, y el segundo a la dinámica de sistemas. En relación a la primera técnica, en términos generales, se puede decir que los escenarios son "descripciones plausibles y simplificadas de cómo el futuro se puede desarrollar basándose en una serie de premisas coherentes e internamente consistentes sobre fuerzas motrices claves y sus relaciones causales" [19]. Por tanto, los escenarios son diferentes de las predicciones tradicionales o proyecciones, ya que estas últimas buscan resultados, mientras que los escenarios buscan ser herramientas de aprendizaje [20]. En el campo de la política pública resultan muy útiles para fomentar un pensamiento creativo e imaginativo sobre opciones futuras alternativas y ayudar a guiar y desarrollar estrategias adaptativas. Los escenarios pueden ser tanto cuantitativos como cualitativos o una combinación de los dos. Lo que se conoce como narrativa (*storylines*) es el componente cualitativo y descriptivo de un escenario, que permite crear imágenes de mundos futuros. Suelen reflejar las premisas asumidas sobre las fuerzas motrices y/o los resultados de cada escenario. Éstas son muy útiles para estimular, provocar y promover visiones diferentes pero plausibles de mirar el futuro. Por tanto, deben tener coherencia interna y rigor. En general la literatura provee tres grandes tipologías de escenarios como son: los exploratorios, que como indica la palabra desarrollan opciones futuras basándose en una serie de eventos y relaciones causales (las fuerzas motrices claves); los normativos desarrollan opciones futuras no sólo plausibles sino también deseables; y finalmente el que se conoce como "business as usual-BAU" que básicamente lo que hace es asumir que se mantienen el statu quo [21].

En relación al segundo método, decir que la dinámica de sistemas es un enfoque para el análisis y diseño de políticas. Se aplica para modelar, simular y analizar sistemas complejos como los sociales, administrativos, económicos o ecológicos, literalmente cualquier sistema dinámico que se caracterizan por la interdependencia, la interacción mutua, la retroalimentación de la información, y la causalidad circular [22]. El enfoque de la dinámica de sistemas comienza con la definición de los problemas de forma dinámica, procede a través de las etapas de mapeo y modelado, construcción del modelo y sus implicaciones políticas. Por lo tanto, el objetivo principal de este método es entender como un sistema dado evoluciona, e incluso más importante, para entender las causas que gobiernan su evolución [22]. La base de la dinámica de sistemas se ha vuelto a analizar en detalle en Radzicki y Tauheed (2009) [23] y Tan et al. (2010) [24]. Matemáticamente, la estructura básica de un modelo de simulación en dinámica de sistemas es un sistema acoplado, no lineal, diferencial (o integral) de primer orden.

Muestra

El estudio no precisa de la definición de una muestra.

Técnica de recogida de información

La recogida de datos e información se realizará a partir del análisis de informes, evaluaciones, planes, y demás documentos y trabajos relevantes previos relacionados con las temáticas de interés para la investigación planteada (productividad, energía y medio ambiente). Por otra parte también se tomarán datos cuantitativos desde bases de datos oficiales, tanto de organizaciones internacionales como el Banco Mundial, Agencia Internacional de la Energía, Organizaciones Latinoamericana de la Energía, etc., así como de organismos nacionales, ministerios de energía, productividad, medio ambiente entre los principales.

Procedimiento

En una primera instancia el trabajo identificará las fuerzas motrices, para posteriormente caracterizar ambas matrices (productiva y energética). Entonces se elaborará un modelo a nivel macro del sistema socioeconómico-energético-ambiental (emisiones de CO₂) para Ecuador dentro del periodo 1980-2015. Posteriormente se ajustará y validará este modelo mediante la comparación directa de los valores simulados y reales de las variables relevantes. Por otro lado, también se elaborará los escenarios de evolución del sistema en estudio para el periodo 2016-2030 en base a la información y caracterización realizada en los pasos anteriores. Como paso importante se tomará la construcción del escenario tendencias (Business as Usual) que servirá de control. Con lo anterior, se pasará a la etapa de simulación del sistema dentro de los escenarios de prospectiva construidos. Finalmente se elaborará las propuestas de políticas públicas derivadas del estudio realizado para avanzar hacia los escenarios más deseados.



Bibliografía

- [1] Alcántara V, Padilla E. (2005). Analysis of CO₂ and its explanatory factors in the different areas of the world. Technical report. Spain: *Universidad Autónoma de Barcelona, Department of Economics Applied*.
- [2] Alizadeh, R., Lind, P., Beynaghi, A., Abo'lghasemi, Mahdi, & Maknoon, R. (2015). An integrated scenario-based robust planning approach for foresight and strategic management with application to energy industry. *Technological Forecasting & Social Change*, 1-10.
- [3] IPCC. (2006) IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories, prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme. Technical report, 2. *IPCC Report*. [Chapter 6].
- [4] Burgwal, G., & Carlos, C. J. (1999). Planificación estratégica y operativa: Aplicada a gobiernos locales. Quito: Abya Yala.
- [5] Robalino-López, A., García-Ramos, J.E., Golpe A., Mena-Nieto A. (2016). CO₂ emissions convergence among 10 South American countries. A study of Kaya components (1980–2010). *Carbon Management*, 2016.
- [6] Fortes, P., Alvarenga, A., Seixas, J., & Rodrigues, S. (2015). Long-term energy scenarios: Bridging the gap between socio-economic storylines and energy modeling. *Technological Forecasting & Social Change*. 161-178.
- [7] Robalino-López A, Mena A, García-Ramos G, Golpe A. (2015) Studying the relationship between economic growth, CO₂ emissions, and the environmental Kuznets curve in Venezuela (1980–2025). *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 41 602–614.
- [8] Mojica, J. F. (2008). Forecasting y Prospectiva dos alternativas complementarias para adelantarnos al futuro. Bogota, Colombia.
- [9] Monelska, H., y Sokolova, M. (2011). The Creation of the qualitative scenarios in the virtual three-dimensional environment Second Life . *Procedia Computer Science*, 312-315.
- [10] Banco Mundial. (2016). Datos: Banco Mundial. Recuperado el 18 de Mayo de 2016, de Banco Mundial: <http://datos.bancomundial.org/indicador/EN.ATM.CO2E.PC>
- [11] McDowall, W. (2014). Exploring possible transition pathways for hydrogen energy: A hybrid approach using socio-technical scenarios and energy system modelling. *Futures*, 1-14.
- [12] Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos. (2014). Recuperado el 21 de Mayo de 2016, de <https://www.celec.gob.ec/enemorte/images/PDF/Supleok.pdf>
- [13] Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos. (2012). Recuperado el 21 de Mayo de 2016, de <https://www.celec.gob.ec/enemorte/images/PDF/Supleok.pdf>
- [14] Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos. (2015). Noticias: Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos. Recuperado el 20 de Mayo de 2016, de Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos: <http://www.sectoresestrategicos.gob.ec/el-cambio-de-la-matriz-energetica-con-responsabilidad-ambiental/>
- [15] Plan Nacional Para el Buen Vivir. (2009-2013). Recuperado el 21 de Mayo de 2016, de <http://plan.senplades.gob.ec/web/guest/estrategia7>
- [16] O' Mahony, T. (2014). Integrated scenarios for energy: A methodology for the short term. *Futures*, 41-57.
- [17] Robalino-López, A, Mena-Nieto, A, García-Ramos, J.E. (2014a). System dynamics modeling for green energy consumption and CO₂ emissions: a case study of Ecuador. *Energy Energy for Sustainable Development* 20: (2014) 11–20.
- [18] Rizo Julio, W. (2007). Prospectiva Dinámica de la Industria Petrolera. Colombia.
- [19] Alcamo, Joseph. 2001. "Scenarios as Tools for International Environmental Assessments". 24. *Environmental Issue Report*. Vol. 24. *Environmental Issue Report*. doi:10.1257/pol.5.2.1.Aranda
- [20] Ghanadan, Rebecca. 2002. Questioning Inevitability of Energy Pathways: Alternative Energy Scenarios for California. Unpublished. Recuperado el 20 de Mayo de 2016, de: http://rael.berkeley.edu/old_drupal/sites/default/files/very-old-site/M02-Ghanadan.pdf
- [21] Rounsevell Mark D. A., Metzger Marc J. 2010. Developing qualitative scenario storylines for environmental change assessment. *WIREs Clim Change*, 1: 606-619.
- [22] García J. M. 2011. *Sysware. Dinámica de sistemas*. Conceptos. ISBN13:9788460924623
- [23] Radzicki M, Tauheed L. In defense of system dynamics: a response to professor Hayden. *J Econ Issues* 2009;43(4):1043–61.
- [24] Tan B, Anderson E, Dyer J, Parker G. Evaluating system dynamics models of risky projects using decision trees: alternative energy projects as an illustrative example. *Syst Dyn Rev* 2010;26(1):1–17



6 **Tiempo de dedicación de docentes, infraestructura, equipos y fondos adicionales.**

6.1 Tiempo máximo de dedicación semestral del Director del proyecto, de los docentes participantes y otros colaboradores.

El tiempo de dedicación máximo será de acuerdo al tipo de proyecto:

Proyecto	Director	Colaboradores
PII y PIS	16 HSS	8 HSS
PIJ y PIMI	20 HSS	10 HSS

Nombre	Rol (director o colaborador)	Horas de dedicación	Departamento
Andrés Robalino-López	Director	16 HSS	DESODEH
Sara Latorre	Colaborador	8 HSS	DESODEH
Jose Luis Roman	Colaborador	8 HSS	DESODEH
Beatriz Rivela	Colaborador	8 HSS	ESFOT

6.2 Infraestructura y equipos

La Infraestructura y equipos listados a continuación son parte de las facilidades dadas por las universidades de los investigadores para la realización de las actividades encomendadas:

Ítem	Localización	Cantidad
Computadores de escritorio	DESODEH	3
Microsoft Office	DESODEH	3

6.3 Breve justificación del equipo requerido

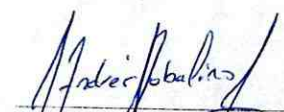
La Infraestructura y equipos listados a continuación son parte de las necesidades detectadas para la correcta ejecución del proyecto:

Ítem	Localización	Cantidad	Observación
Computador portátil	DESODEH	1	Equipo para utilizar cuando se necesite el desplazamiento de los investigadores.

6.4 Fondos Adicionales

- *Otros fondos de otros organismos (si los hubiere)*



7	Declaración del Director del Proyecto Declaro que la presente propuesta es de mi autoría y de los colaboradores mencionados y que no ha sido presentada en ninguna convocatoria de otra institución pública o privada solicitando el financiamiento total del proyecto.  DIRECTOR DEL PROYECTO Nombre: Ing. Andrés Robalino López PhD. CC: 1714303789	Quito, 15 de Julio de 2016 (lugar y fecha)
---	--	---

DECLARACIÓN DEL JEFE DE DEPARTAMENTO	
Esta propuesta ha sido aprobada por el Consejo del Departamento de, en sesión del día mediante resolución No. Las instalaciones, incluyendo personal, edificios, equipo y recursos financieros están a disposición del proponente y sus colaboradores de acuerdo con las especificaciones que se encuentran en esta propuesta.	
 JEFE DEL DEPARTAMENTO Nombre: <i>Andrés Robalino</i> CC: 1714303789	Quito, 16 de Julio de 2016 (lugar y fecha)