

# ENERLAC

Edición 2012 - Año IV - Vol. 4

- 13** Reflexiones sobre la Integración Energética en América Latina y el Caribe:  
Recomendaciones para la Superación de Barreras  
Reflections on Energy Integration in Latin America and the Caribbean:  
Recommendations for Overcoming Barriers
- 33** Sustentabilidad Macroeconómica de Mercados Energéticos con Regulación por Incentivos - El Caso Argentino  
Macroeconomic Sustainability of Energy Markets Regulated Through Incentives - The Case of Argentina
- 64** Integración Eléctrica en Latinoamérica y el Caribe: Barreras y Análisis de Esquemas Regulatorios  
Power Integration in Latin America and the Caribbean: Barriers and Analysis of Regulatory Schemes
- 83** Energía Sostenible para América Latina y el Caribe  
Sustainable Energy for Latin America and the Caribbean
- 101** Agua, Energía y Seguridad Energética en la República Dominicana  
Water, Energy and Energy Safety in the Dominican Republic

**olade**

Organización Latinoamericana de Energía  
Latin American Energy Organization  
Organisation Latino-américaine d'Energie  
Organização Latino-Americana de Energia



Organización Latinoamericana de Energía  
Latin American Energy Organization  
Organisation Latino-américaine d'Energie  
Organização Latino-Americana de Energia

**2012**

ARGENTINA · BARBADOS · BELICE · BOLIVIA · BRASIL · CHILE · COLOMBIA · COSTA RICA  
CUBA · ECUADOR · EL SALVADOR · GRENADA · GUATEMALA · GUYANA · HAITI · HONDURAS  
JAMAICA · MEXICO · NICARAGUA · PANAMA · PARAGUAY · PERU · REPUBLICA DOMINICANA  
**SURINAME** · TRINIDAD & TOBAGO · URUGUAY · VENEZUELA · ARGELIA

## COMITÉ EDITORIAL / EDITORIAL COMMITTEE



### **Victorio Oxilia**

Secretario Ejecutivo

*Executive Secretary*

### **Néstor Luna**

Director de Estudios y Proyectos

*Studies and Projects Director*

### **Fernando Ferreira**

Director de Integración

*Integration Director*

### **Patricio Izquierdo**

Asistente de Comunicación  
y Relaciones Institucionales

*Communications and Institutional  
Relations Assistant*

Agradecemos a los profesionales que realizaron la revisión por pares de los artículos de la presente edición:  
*We thank the professionals involved in the peer review of the articles in the present issue:*

Byron Chiliquinga, Gabriel Hernández, Lennys Rivera, Gabriel Salazar

Además a las personas que trabajaron en la traducciones de los textos que incluye la presente edición:  
*Besides, the people who collaborated with the translation of the texts included in this edition:*

Gabriela Martínez, Marina Castro

Agradecimiento a Ana María Arroyo por su aporte en el diseño de la presente edición.  
*Thanks to Ana María Arroyo for her support in the design of the present edition.*

Los criterios y opiniones expresados en los artículos presentados en esta revista son responsabilidad del autor y no comprometen a OLADE en ningún caso.

The criteria and opinions expressed in the articles included in this magazine are responsibility of the authors and do not compromise the views of OLADE in any case.

Se permite la reproducción total o parcial de este documento a condición de que se mencione la fuente.  
Total or partial reproduction of this document is allowed only if source is mentioned.

Fotografía de portada pertenece a “Acervo Itaipú Binacional”. Agradecemos el permiso para su uso.  
Front cover picture is owned by “Acervo Itaipú Binacional”. We thank for the permission to use it.

## ACERCA DE LOS AUTORES / ABOUT THE AUTHORS

### Marlon. S. Chamba

Nació en Loja, Ecuador en 1982. Obtuvo el título de Ingeniero Eléctrico en la Escuela Politécnica Nacional, Ecuador en 2007. Actualmente es candidato para alcanzar el título de Doctor en Ingeniería Eléctrica en el Instituto de Energía Eléctrica (IEE) de la Universidad Nacional de San Juan (UNSJ). Sus Áreas de Investigación son: Mercados Competitivos de Energía y Reserva, Transacciones Internacionales de Electricidad, Tarifación del Transporte, Confiabilidad y Despacho Económico de Energía y Reserva.

*He was born in Loja, Ecuador in 1982. He obtained Electrical Engineering degree at National Polytechnics School, Quito, Ecuador in 2007. Currently, he is a doctoral candidate at the Electric Energy Institute (Instituto de Energía Eléctrica - IEE) of the National San Juan University (Universidad Nacional de San Juan - UNSJ), Argentina. His research areas are: Energy and reserve competitive markets, International energy trade, transmission system, reliability of power systems, economic energy and reserve dispatch.*



[schamba@iee.unsj.edu.ar](mailto:schamba@iee.unsj.edu.ar)

### Gabriel Salazar

Ingeniero Eléctrico graduado en la Escuela Politécnica Nacional de Quito, Ecuador. Doctor en Ingeniería Eléctrica por el Instituto de Energía Eléctrica de la Universidad Nacional de San Juan, Argentina. Ha sido Coordinador de Áreas Corporativas de ECUACIER, Coordinador de Investigación y Desarrollo del Centro Nacional de Control de Energía, además de Director de Tarifas y Director de Regulación del Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC), Ecuador. Ocupó el cargo de Subsecretario de Eficiencia Energética y Energía Renovable en el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable de Ecuador. Actualmente es Coordinador de Electricidad OLADE. Sus áreas de especialización son: Estudios Eléctricos, Planificación de Sistemas Eléctricos, Teoría Económica de Regulación, Integración Energética, Tarifas Eléctricas, Eficiencia Energética, Energías Renovables, Sistemas de Distribución, entre otras.



[gabriel.salazar@olade.org](mailto:gabriel.salazar@olade.org)

*He is an Electrical Engineer from the National Polytechnic School of Ecuador. He also has a PhD on Electric Engineering by the Electric Energy Institute of the San Juan National University in Argentina. He has been a Corporate Areas Coordinator in ECUACIER, Investigation and Development Coordinator at the National Center of Energy Control; besides, Tariff Director and Regulation Director at the National Electricity Counsel (CONELEC), Ecuador. He was the Sub-secretary of Energy Efficiency and Renewable Energy at the Electricity and Renewable Energy Ministry in Ecuador. He is currently the Electricity Coordinator at OLADE. His specialization areas include: Electric Studies, Electric Systems Planning, Regulation Economy Theory, Energy Integration, Electric Tariffs, Energy Efficiency, Renewable Energy, Distribution Systems, among others.*

### **Osvaldo Año**

Nació en Mendoza, Argentina en 1955. Obtuvo el título de Ingeniero Electromecánico de la Universidad Nacional de San Juan (UNSJ), Argentina en 1983. Actualmente, es profesor de grado y posgrado en el Instituto de Energía Eléctrica (IEE) de la UNSJ. Desde 1988 es investigador jefe y director de proyectos en las áreas de programación de la operación de sistemas de potencia y mercados eléctricos competitivos en el IEE..

*He was born in Mendoza, Argentina in 1955. He graduated in Electromechanical Engineering from the National San Juan University (Universidad Nacional de San Juan - UNSJ), Argentina in 1983. He is currently professor at the Electric Energy Institute (Instituto de Energía Eléctrica - IEE) of the UNSJ. Since 1988 he is senior researcher and project manager at the IEE in the fields of power systems operation programming and competitive electricity markets.*



[aqno@iee.unsj.edu.ar](mailto:aqno@iee.unsj.edu.ar)

### **Tatiana Castillo**

Graduada de Abogada en la Universidad de la Habana. Realizó estudios de postgrado en la Unión de Juristas de Cuba en Derecho Internacional Público, Derecho Constitucional Comparado y Normativa de la Unión Europea. Cursó Maestría en Comercio Exterior y Negociaciones Internacionales en el Instituto de Relaciones Internacionales de la Universidad Central del Ecuador. Ha ocupado diversos cargos de dirección, coordinación y asesoría legal y actualmente se desempeña como Analista del Sistema de Información Energética Legal (SIEL) de la Organización Latinoamericana de Energía.

*She has a Lawyer Degree from the Havana University and a Masters Degree from the Jurists Union for International Public Right in Cuba. Compared Constitutional Right and European Union Regulations. She attended a Masters program in Foreign Trade and International Negotiations in the International Relationships Institute of the Central University of Ecuador. She has carried out many jobs in direction, coordination and legal advising; she is currently holding the position of Analyst for OLADE's Legal Energy Information System (SIEL).*



[tatiana.castillo@olade.org](mailto:tatiana.castillo@olade.org)

# Integración Eléctrica en Latinoamérica y el Caribe: Barreras y Análisis de Esquemas Regulatorios

## Resumen

El desarrollo de los mercados eléctricos y los procesos de globalización en el mundo han dado impulso a las interconexiones internacionales y a la formación de mercados regionales de electricidad, contribuyendo así a la optimización de los recursos disponibles y al sostenimiento del desarrollo económico de las partes y conduciendo a un nuevo equilibrio entre oferta y demanda, de mayor beneficio para cada uno de los países participantes. Sin embargo estos logros aún requieren de avances del marco jurídico que permitan profundizar el compromiso estratégico de los países interconectados, viabilizando de este modo el desarrollo sostenible y ofreciendo un marco de previsibilidad de largo plazo para las inversiones.

Bajo esta perspectiva, y mediante un análisis histórico-crítico de las interconexiones de los mercados eléctricos latinoamericanos, en el presente artículo se identifican las principales barreras de distinta índole que dificultan los procesos de integración regional y las enseñanzas proporcionadas por las experiencias actuales. Finalmente se puntualizan los desafíos regulatorios, la armonización de reglas y las conclusiones conducentes a un desarrollo armónico y sostenido del proceso de integración.

# *Power Integration in Latin America and the Caribbean: Barriers and Analysis of Regulatory Schemes*

## *Abstract*

*The development of electricity markets and the globalization processes in the world have boosted international interconnections and the formation of regional electricity markets, thereby contributing to the optimization of available resources and the sustainability of the economic development of the parties, and leading to a new balance between supply and demand that is more beneficial to each of the participating countries. However, these achievements still require progress in the legal framework to deepen the strategic commitment of the interconnected countries, thus making sustainable development viable and providing a long-term predictability framework for investments.*

*Under this perspective, and through a historical-critical analysis of the interconnections of electricity markets in Latin America, this article identifies the main barriers of various kinds that hinder regional integration processes and the lessons provided by current experiences. Finally we point out the regulatory challenges, the harmonization of rules and the conclusions that lead to a harmonious and sustainable development of the integration process*

## Introducción

OLADE define a la integración energética como todo proceso o proyecto que involucra una instalación, interconexión o transacción de largo plazo, sea binacional o multinacional, respaldado por políticas nacionales coordinadas, con base en un marco regulatorio común, enfocado a un aprovechamiento más eficiente de recursos energéticos o de infraestructura y dirigido a satisfacer requerimientos de energía independientemente de la ubicación geográfica de los diferentes centros de oferta y demanda [1].

**Integración eléctrica:** Es un proceso político consensuado binacional o multinacional que implica una utilización coordinada de recursos e infraestructura eléctrica enfocada al abastecimiento de una demanda conjunta única mediante la planificación conjunta de la expansión de fuentes y redes de abastecimiento optimizando recursos y aprovechando complementariedades, que se rige mediante normas supranacionales o en su defecto por cierta armonización de las reglas nacionales que garantice simetrías mínimas entre los sistemas interconectados. Requiere la determinación de un marco institucional común, esquemas de financiamiento, y un mecanismo supranacional de solución de controversias [1].

El desarrollo constante de los mercados energéticos y del proceso de globalización en las últimas décadas ha inferido mundialmente la necesidad de agrupar los países y formar mercados internacionales para generar valor agregado en las diferentes áreas de la cadena de producción. La industria eléctrica desempeña un papel importante en el dinamismo de la economía mundial debido a que genera, transporta, distribuye y comercializa gran parte de la energía necesaria para los procesos productivos de empresas, comercios y hogares. Estos antecedentes muestran que el sector eléctrico no es ajeno a la construcción de interconexiones internacionales y formación de mercados regionales de electricidad, pues permiten optimizar los costos de producción y la seguridad del abastecimiento.

La cooperación e integración eléctrica es un proceso complejo y de largo plazo que abarca no solo aspectos técnicos relacionados a las fases de generación y transmisión eléctrica sino también la definición de políticas orientadas a la armonización de los marcos regulatorios propios del mercado eléctrico [2][1]. Por ello es necesario otorgar autorizaciones, permisos y concesiones para la construcción, operación y explotación de interconexiones que unan los sistemas eléctricos de los distintos países. La idea es alcanzar políticas y reglas que

## Introduction

OLADE defines energy integration as any process or project involving an installation, interconnection, or long-term transaction, either binational or multinational, backed by coordinated national policies, based on a common regulatory framework, focused on a more efficient use of energy or infrastructure resources and aimed at meeting energy requirements regardless of the geographic location of the different supply and demand centers [1].

**Electrical Integration:** It is a binational or multinational consensual political process involving the coordinated use of electrical resources and infrastructure focused on supplying a single joint demand by collectively planning the expansion of supply sources and networks, optimizing resources and exploiting complementarities, which are governed by supranational rules or by a certain harmonization of national rules that guarantee minimum symmetries between the interconnected systems. It requires the determination of a common institutional framework, financing schemes, and a supranational mechanism for dispute settlement [1].

The constant development of energy markets and the process of globalization in recent decades have globally inferred the need to group the countries and form international markets to create added value in the different areas of the production chain. The electricity industry plays an important role in the dynamism of the world economy because it generates, transports, distributes and trades much of the energy needed for the productive processes of companies, businesses and homes. These facts show that the electricity sector is no stranger to building international interconnections and forming regional electricity markets, because they optimize production costs and supply security.

Electrical cooperation and integration is a complex and long-term process that encompasses not only technical aspects related to the phases of power generation and transmission, but also the definition of policies aimed at the harmonization of regulatory frameworks of the electricity market 66. It is therefore necessary to grant authorizations, permits and concessions for the construction, operation and exploitation of interconnections that link the electrical systems of different countries. The idea is to achieve policies and rules that facilitate the free trade of electric power in compliance with technical regulatory standards and local environmental rules, as well as the principles of non-discrimination and reciprocity, to ensure the support

facilten el libre intercambio comercial de energía eléctrica respetando las normas reguladoras técnicas y ambientales locales, así como los principios de no discriminación y reciprocidad que aseguren el respaldo de los proyectos.

### **Interconexiones e integración eléctrica en América Latina**

Las interconexiones regionales se están desarrollando en los países Sudamericanos a pesar de existir barreras regulatorias e institucionales. Para seguir con la tendencia de integración eléctrica en la región se requiere una mayor organización del mercado de intercambios de energía, y el desarrollo de mercados competitivos a nivel regional. Rudnick en [3] analiza el desarrollo de las interconexiones eléctricas, como un proceso irreversible de integración con avances que dependen de los poderes políticos y regulatorios, y cuyas etapas se muestran a continuación:

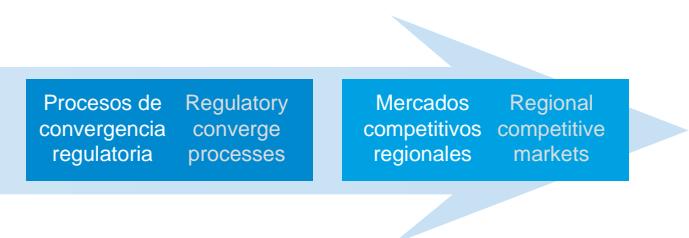


En América Latina actualmente se están desarrollando tres mercados regionales con características diversas: el Mercado Eléctrico Regional (MER) constituido por los países centroamericanos caracterizados por su pequeña dimensión geográfica y energética, la Comunidad Andina de Naciones (CAN) de dimensión considerablemente mayor y con recursos energéticos abundantes y el Mercado Común del Sur (MERCOSUR, Bloque regional que ha incorporado a la República Bolivariana de Venezuela desde el 12 de agosto de 2012, en el cual Paraguay se encuentra suspendido por Decisión del Consejo de Mercado Común) integrado por países con un consumo de energía más alto, mayor diversidad de recursos energéticos y con interconexiones eléctricas desarrolladas mediante sistemas de incentivos a la inversión privada y también con proyectos de generación binacionales de desarrollo estatal [4]. A continuación se presenta los acuerdos de comercio que han orientado los intercambios internacionales de energía en América Latina [5]:

of the projects.

### **Electrical Interconnections and Integration in Latin America**

Regional interconnections are being developed in South American countries despite regulatory and institutional barriers. To continue with the electrical integration trend in the region, it is necessary to have a greater organization of the energy trading market and the development of competitive markets at a regional level. Rudnick [3] analyzes the development of electricity interconnections as an irreversible integration process with improvements that depend on political and regulatory powers, and whose steps are shown below:



Three regional markets with different characteristics are currently being developed in Latin America: the Regional Electricity Market (MER) composed by the Central American countries characterized by their small geographical and energy size, the Andean Community of Nations (CAN) of a considerably larger size and with abundant energy resources, and the Southern Common Market (MERCOSUR, Regional bloc that incorporated the Bolivarian Republic of Venezuela in the August 12, 2012, and suspended Paraguay by Decision of the Common Market Council) composed of countries with a higher energy consumption, greater diversity of energy resources and with electricity interconnections developed through private investment incentive systems and also with binational state development generation projects [4]. Below are the trade agreements that have guided international energy exchanges in Latin America [5]:

**Tabla 1:** Acuerdos de Comercio Internacional / **Table 1:** International Trade Agreements

Región Region	Comercio Trade	Acuerdos Agreements
Centroamérica Central America	Mercado regional Regional market	<b>Tratado Marco del Mercado Centroamericano:</b> Regula el MER, desde Oct./02 con Reglamentos transitorios de Operación y Comercialización / <b>Framework Treaty of the Central American Market:</b> Regulates MER from Oct./02 with Transient Operations and Marketing Regulations
Andina Andean	TIE Contratos TIE Contracts	<b>Decisión CAN 536 de 2002:</b> Establece el marco legal para los intercambios de energía. En Mar/03 inician Transacciones Internacionales de Energía (TIE) entre Colombia y Ecuador <b>CAN Decision 536 of 2002:</b> Establishes the legal framework for energy exchanges. International Energy Transactions (TIE) initiate Mar/03 between Colombia and Ecuador
MERCOSUR	Contratos bilaterales Bilateral contracts	<b>Decisión CMC 10 de 1998:</b> Memorándum de entendimiento relativo a los intercambios eléctricos e integración eléctrica. Establece principios de simetrías mínimas para garantizar el libre comercio de energía eléctrica de acuerdo con la legislación vigente en cada país. Es una decisión tomada en cuenta en las legislaciones internas de cada país y no tiene el carácter de vinculante. <b>CMC Decision 10 of 1998:</b> Memorandum of Understanding on electricity trade and integration. It sets minimum symmetry principles to ensure free trade of electric power in accordance with the current laws of each country. This decision is taken into account in the domestic legislations of each country and it is not binding.

**Fuente:** Vargas, 2006 / **Source:** Vargas, 2006

Estos procesos hacia la integración energética entre países basan su éxito en la armonización de las regulaciones, que puede entenderse como una tendencia por unificar los esquemas y eliminar las fronteras energéticas, llegando incluso a una eventual sustitución de los entes regulatorios de los países por un ente regulador regional. En este contexto, la armonización de los marcos regulatorios y planteamiento de políticas que permitan el desarrollo de los intercambios internacionales de energía, es una tarea que requiere de estudios destinados a la identificación de los problemas y los métodos para superarlos. De esta manera es preciso la coherencia y armonización de las regulaciones y políticas, considerando: 1) reglas aplicables a la producción y demanda nacional y extranjera; y 2) promoción de eficiencia de los recursos, no discriminación, reciprocidad en tratamiento de ofertas y demandas de otros países [3].

### Definición de Barreras para la Integración Eléctrica

Existen diferentes tipos de barreras que afectan en menor o mayor medida a los proyectos de integración energética, algunas de las más recurrentes son las siguientes:

**Barreras políticas:** Se originan debido a las diferentes visiones que a nivel estatal los países de la región manejan en relación a sus objetivos y estrategias nacionales los que no siempre van en concordancia con las necesidades y tendencias del ámbito regional.

**Barreras normativas:** Se derivan de la coexistencia de los diferentes marcos normativos que regulan el sector energético en cada uno de los países que integran la región latinoamericana y caribeña.

These processes toward energy integration between countries base their success on the harmonization of regulations, which can be understood as a tendency to unify schemes and eliminate energy boundaries, even to the extent of eventually substituting the regulatory bodies of the countries for a regional regulating entity.

In this context, the harmonization of regulatory frameworks and the proposal of policies that enable the development of international energy exchanges are tasks that require studies aimed at identifying the problems and methods for overcoming them. The coherence and harmonization of regulations and policies is therefore necessary, considering: 1) the rules for production and domestic and foreign demand; and 2) the promotion of resource efficiency, non-discrimination, reciprocity in the treatment of supply and demand from other countries [3].

### Definition of Electricity Barriers to Integration

There are different types of barriers that affect energy integration projects to a greater or lesser extent, and these are some of the most common ones:

**Policy barriers:** They are caused by the different visions used statewide by the countries in the region in relation to their national objectives and strategies, which are not always consistent with regional needs and trends.

**Regulatory barriers:** They are derived from the coexistence of the different regulatory frameworks governing the energy sector in each of the countries that make up the Latin American and Caribbean region.

**Barreras comerciales:** Se consideran como tales todas aquellas situaciones y disposiciones que obstaculizan o restringen el intercambio de productos y/o servicios energéticos en un mercado determinado. La gran mayoría de estas dependen de las decisiones gubernamentales de los países, no obstante existen otros elementos que también pueden dificultar las operaciones en mercados extranjeros y que teniendo su origen en factores económicos, sociales o de otra índole afectan la comercialización y por ende la integración energética.

**Barreras técnicas:** Se exteriorizan a través de las diferencias que se presentan en las regulaciones, políticas o prácticas nacionales sobre la determinación de especificaciones sobre seguridad, pérdidas, niveles de tensión, frecuencia, discriminación de precios entre otras que afectan o restringen la libre circulación de energía entre países.

**Barreras de estandarización:** Surgen de las diferencias en parámetros que convergen en la región en cuanto a determinación de características exigibles para la elaboración de productos, adquisición o fabricación de equipos, requisitos para la transportación o distribución de energía, que si bien deben acogerse a esquemas básicos internacionales están marcados por las diferentes necesidades o costumbres de cada uno de los países que conforman la región latinoamericana y caribeña.

**Barreras institucionales:** Se manifiestan en las condiciones limitantes que se derivan de la confluencia de diferentes marcos institucionales nacionales en algunos de los cuales se suelen presentar vacíos estructurales, duplicidad o contradicción de funciones lo que de manera indirecta afecta al proceso de integración energética regional.

**Barreras geográficas:** Están dadas por todos aquellos obstáculos físicos naturales que dificultan al acceso a ciertos mercados tales como accidentes geográficos o distancias. En este marco se pueden incluir también otro tipo de barreras físicas u obstáculos infraestructurales creados por el hombre que de existir, puedan dificultar o volver menos atractivo el mercado energético interregional.

**Barreras financieras y presupuestarias:** Tienen que ver con los inconvenientes que se generan por falta de inclusión en los presupuestos nacionales de

**Trade barriers:** All situations and provisions that prevent or restrict the exchange of energy products and/or services in a given market. The vast majority depends on the government decisions of the countries; however, there are other elements that may also hinder operations in foreign markets, and because their origins lie in economic, social or other kind of factors, they affect trade and consequently energy integration as well.

**Technical Barriers:** They are externalized through the differences that occur in national regulations, policies or practices on the determination of safety specifications, losses, voltage levels, frequency, price discrimination, among others, which affect or restrict the free flow of energy between countries.

**Standardization Barriers:** They arise from differences in parameters that converge in the region in terms of the determination of characteristics required for product development, acquisition or equipment manufacturing, and the requirements for the transportation or distribution of energy, which, while benefiting from basic international schemes, are marked by the different needs or customs of each of the countries in the LAC region.

**Institutional barriers:** They become apparent in the boundary conditions arising from the confluence of different national institutional frameworks, some of which usually present structural gaps, duplicity or contradiction of functions, thus indirectly affecting the regional energy integration process.

**Geographical barriers:** These are given by all those natural physical obstacles that hinder access to certain markets, such as landforms or distances. This framework can also include other manmade physical barriers or infrastructure obstacles that may obstruct or make the interregional energy market less attractive.

**Financial and budgetary barriers:** They include all inconveniences generated by the lack of inclusion in national budgetary funds for energy integration or funding challenges for the infrastructure projects required for such purposes.

fondos para integración energética o dificultades de financiamiento para los proyectos de infraestructura requeridos para tales fines.

## **Principales requerimientos de Armonización Regulatoria**

La regulación para el comercio internacional de electricidad y la construcción de interconexiones entre los países latinoamericanos, históricamente no se ha desarrollado dentro de un marco normativo único y bajo la supervisión de instituciones supranacionales comunes, lo que ha provocado que no exista una verdadera integración energética y hasta la fecha únicamente se realicen intercambios bilaterales bajo mínimas simetrías regulatorias y mínimas reglas de coordinación operativa. Bajo esta perspectiva, para avanzar hacia una verdadera integración energética es necesario identificar los problemas regulatorios que no permiten el libre intercambio de energía, como: principios básicos de integración, armonización de transacciones de energía y potencia, asignación de costos de transmisión, manejo de la congestión, reparto de rentas de congestión, identificación de beneficios y cobertura de riesgo.

### **Principios básicos para la integración de los mercados: diversidad de criterios**

La formación y desarrollo de mercados eléctricos regionales competitivos, debe basarse en una serie de principios básicos como el trato recíproco y no discriminatorio, que contribuya al desarrollo sostenible de la región. Estos conceptos generales están incluidos en el Tratado Marco del Mercado Centroamericano, donde está previsto que los agentes podrán llevar a cabo libremente y sin discriminación alguna, la compra y venta de energía eléctrica.

En el mismo sentido, en las reglas fundamentales de Decisiones CAN 536, 720 y 757 se establece que los Países Miembros no mantendrán discriminaciones de precios entre sus mercados nacionales y los mercados externos, ni discriminarán de cualquier otra manera en el tratamiento que concedan a los agentes internos y externos en cada país, tanto para la demanda como para la oferta de electricidad.

El principio de no discriminación incluido en los acuerdos de la CAN y el MER es fundamental para el funcionamiento de un mercado integrado y competitivo. Sin embargo, estrictamente este principio lleva implícito, al igual que las transacciones de importación y

## **Main Requirements for Regulatory Harmonization**

The regulation for the international trade of electricity and the construction of interconnections between Latin American countries has not been historically developed within a single regulatory framework and under the supervision of common supranational institutions, which has led to the lack of a real energy integration and so far, only bilateral exchanges are being made under minimal regulatory symmetries and minimum operational coordination rules. Under this perspective, in order to move towards true energy integration, it is necessary to identify the regulatory problems that prevent the free flow of energy, such as: basic principles of integration, harmonization of energy and power transactions, allocation of transmission costs, congestion management, distribution of congestion revenues, identification of benefits and risk coverage.

### **Basic principles for market integration: different criteria**

The formation and development of competitive regional electricity markets must be based on a series of basic principles, such as reciprocal and non-discriminatory treatment, which contributes to the sustainable development of the region. These general concepts are included in the Framework Treaty of the Central American Market, which provides for agents to freely, and without any discrimination, conduct the purchase and sale of electricity.

Similarly, the fundamental rules of CAN Decisions 536, 720 and 757 establish that Member States shall not keep price discriminations between their domestic markets and foreign markets, nor shall they otherwise discriminate in the treatment of internal and external agents in each country, both for the demand and the supply of electricity.

The principle of non-discrimination contained in CAN and MER agreements is critical to the operation of an integrated and competitive market. However, this principle, as well as the import and export transactions of any product, strictly implies that the local market price should go down for import, go up for export, and in

exportación de cualquier producto, que el precio del mercado local baje en caso de importación, suba en caso de exportación y en caso de racionamiento ninguno de los mercados intervenientes tiene prioridad en los cortes de suministro. Si bien esto es correcto desde el punto de vista de las teorías económicas de libre mercado, desde el punto de vista político genera dificultades. Por tratarse la energía eléctrica de un insumo fundamental para el funcionamiento de la industria y el desarrollo económico de un país, políticamente tiene un impacto muy negativo los aumentos significativos de precios o cortes de suministro en un contexto de exportación de energía.

Por otro lado, las transacciones internacionales en el mercado eléctrico de Brasil se basan en otros principios, quizás tomando las enseñanzas que dejó la crisis energética que sufrió hace algunos años y las crisis de otros países vecinos. La normativa de Brasil tiene la particularidad que prioriza taxativamente a la demanda local con respecto a la externa tanto en lo referido al abastecimiento como a los precios. Los principios que rigen los intercambios internacionales en el "Sistema Interligado Nacional" (SIN) de Brasil establecen que la energía de exportación debe provenir de centrales que no sean necesarias para el abastecimiento electro-energético del SIN y que los intercambios deberán tener carácter de interrumpible, no podrán acarrear costos adicionales para ningún agente del SIN, ni deberán interferir en la formación del Costo Marginal de Operación ni del Precio de Liquidación de las Diferencias.

Estas discrepancias tan notorias en relación a los principios básicos para la integración entre la CAN y el MER Centroamericano y por otro lado Brasil, que tiene el mayor mercado eléctrico de la región, plantea dudas sobre el desarrollo de los mercados regionales hacia una integración plena, a partir de mercados relativamente débiles con una historia reciente de problemas de abastecimiento. Si bien la CAN y el MER tienen avances importantes, queda el interrogante sobre si los principios de integración acordados puedan respetarse estrictamente ante situaciones críticas en los mercados.

### **Transacciones de energía y de potencia**

Se deben armonizar los tipos de transacciones que se podrán realizar a través de la interconexión (contratos físicos, financieros o de oportunidad). Las transacciones mediante contratos a largo plazo asociadas al pago de capacidad o compras firmes sirven para garantizar el abastecimiento a la demanda y la inversión a la oferta. Es importante tener presente que compras de energía sin pago de capacidad, no promoverán la inversión en nueva

rationing cases, none of the markets involved has priority in supply outages. This may be correct from the standpoint of the free market economic theories, but it creates difficulties from the political standpoint. Because we are dealing with electric power of a fundamental input for the operation of the industry and the economic development of a country, politically speaking, significant price increases or supply outages have a very negative impact in the context of energy exports.

Furthermore, international transactions in the electricity market in Brazil are based on other principles, perhaps taking the teachings left behind by the energy crisis a few years back, and the crisis of other neighboring countries. The Brazilian legislation has the peculiarity of exhaustively prioritizing local demand over external demand, both in supply and prices. The principles governing international trade in the Brazilian "National Interconnected System (INS)" establish that export energy must come from plants that are not required for the electro-energy supply of the INS and that exchanges must be of interruptible nature, and they must not generate additional costs to any INS agent, nor shall they interfere in the formation of Marginal Operating Cost or the Dispute Settlement Price.

These discrepancies, which are so prominent in relation to the basic principles for integration between CAN and the Central American MER, and Brazil on the other hand, which has the largest electricity market in the region, raise questions about the development of regional markets towards full integration, from relatively weak markets with a recent history of supply problems. While CAN and MER are making important progress, the question of whether the agreed integration principles may be strictly adhered to in critical market situations still remains.

### **Energy and power transactions**

The types of transactions should be harmonized and this can be done through interconnection (physical, financial or opportunity contracts). Transactions through long-term contracts, associated with capacity payments of solid purchases, are useful to ensure supply for the demand and investment for the offer. It is important to remember that energy purchases without capacity payments will not promote investment in a new

generación destinada a la exportación en el sistema oferente.

Por otro lado, en las transacciones bilaterales en el mercado diario (Colombia y Ecuador) el tratamiento de la exportación o importación de energía eléctrica corresponde a una demanda en frontera en el sistema exportador o una generación en frontera en el sistema importador [6]. En tal caso, le corresponderán al mercado exportador todos los cargos establecidos para las demandas y al mercado importador todas las remuneraciones y cargos establecidos para las generaciones, inclusive pagos por transporte y reservas; pero no se deben incluir los cargos por capacidad pues de ningún modo revisten el carácter de firme para el sistema importador. En cambio en las transacciones de oportunidad deben definirse la frecuencia con la que se realizan las ofertas de inyección y retiros de energía, por ejemplo: 1) las transacciones de oportunidad programadas en el pre-despacho y 2) las transacciones que resulten de las desviaciones de las transacciones en el tiempo real de las inyecciones y retiros de energía programados.

Las Regulaciones de los países sudamericanos interconectados que intercambian energía basados en el Despacho Coordinado (Colombia, Ecuador y Perú) definen que el Umbral de Precios será fijado "anualmente" por los Ministerios a propuesta de los Operadores de los Sistemas como porcentaje del precio del nodo de frontera. Desde este punto de vista se debe tomar en cuenta que la fijación del valor numérico del Umbral de Precios sirve para evitar con cierto nivel de riesgo, transacciones no económicas provocadas por posibles errores en los cálculos de precio del nodo frontera, dada la incertidumbre de ciertos parámetros como: los pronósticos de demanda y caudales, precios de combustibles, regulaciones y estadísticas operativas. Por ello, es necesario que el Umbral de Precios no sea fijado como valor anual único; sino que sean establecidos varios valores temporales basados en: estadísticas de operación de los sistemas, proyecciones de importación y exportación de electricidad y valores estimados de las desviaciones entre los precios de los despachos coordinados y los despachos ejecutados.

### **Asignación de Costos de las Interconexiones**

Es preciso diseñar o adaptar un mecanismo de asignación de costos entre los agentes de los mercados interconectados con el objetivo de evitar subsidios cruzados o sobrecostos ocultos en los peajes de los enlaces internacionales, que luego serán reflejados en las tarifas de

generation for export in the supplier system.

On the other hand, in daily market bilateral transactions, (Colombia and Ecuador) the treatment of the export or import of electric power corresponds to a border demand in the exporting system or a border generation in the importing system. In this case, the exporting market will take on all charges established for demands, and the importing market will take on all remuneration and charges established for generations, including transportation and reservation payments; but capacity charges should not be included because they are not firm in any way for the importing system. In opportunity in transactions, the frequency with which energy injection and withdrawal deals are made must be defined, for example: 1) scheduled opportunity transactions in the pre-release and 2) transactions resulting from real-time transaction deviations of scheduled energy injections and withdrawals.

The regulations of interconnected South American countries that exchange energy based on Coordinated Deliveries (Colombia, Ecuador and Peru) determine that the Price Threshold will be set "annually" by the Ministries, based on a proposal of the System Operators as a price percentage of the border node. From this point of view, we have to take into account that setting the numerical value of the Price Threshold is useful to avoid a certain level of risk, non-economic transactions caused by possible errors in the price calculation of the border node, given the uncertainty of certain parameters, such as: demand forecasting and flow rates, fuel prices, operational regulations and statistics. It is therefore necessary that the Price Threshold is not set as a single annual value, but that several temporal values are set based on: operation statistics of the systems, electricity import and export projections and estimated values of the deviations between the prices of coordinated deliveries and executed deliveries.

### **Assigning Interconnection Costs**

It is necessary to design or adapt a cost allocation mechanism between the agents of interconnected markets in order to avoid cross-subsidization or hidden surcharges in the tolls of international links, which will then be reflected in the tariffs of each interconnected

cada sistema interconectado. Para ello, deben armonizarse aspectos como:

- A cuales agentes asignar los costos de transporte, sean estos consumidores o generadores o a ambos. En el caso de que en un sistema los cargos sean pagados por los generadores, las importaciones estarían libres del pago del transporte; por el contrario, si pagan los consumidores, las exportaciones no pagarían.
- La posibilidad de crear cargos por uso de las red de transporte totalmente nuevos, adicionales o complementarios a los existentes, conceptualmente idénticos para todas las redes interconectadas, o por el contrario la necesidad de respetar normativas distintas preexistentes en cada uno de los sistemas.
- El interés de reflejar en los cargos por uso, señales de localización de largo plazo, con el objetivo de planificar transacciones internacionales, inversiones e incentivar la competencia entre los agentes.
- Los escenarios sobre los cuales se aplicaran las metodologías de asignación de costos a los agentes. Los escenarios y metodologías pueden discrepar entre sistemas interconectados y sus elecciones dependen del sistema de precios y de las características topológicas de la red de los sistemas interconectados. Estos escenarios pueden basarse en una diferenciación temporal (horaria, estacional) o espacial.

En la literatura existen muchos métodos de asignación de costos basados en diferentes principios y para las interconexiones internacionales pueden utilizarse las mismas metodologías conocidas para una red interna. De esta manera, los costos asociados al uso de la red o del enlace internacional pueden repartirse en concordancia con el principio de simplicidad mediante estampilla postal, que no toma en cuenta la ubicación del agente en la red de transporte. Otras metodologías más elaboradas se basan en participaciones medias [7][6], factores de distribución [8], áreas de influencia, beneficios reales que se tienen del uso del enlace [9] y en conceptos de teoría de juegos [10].

Para la implementación de los métodos de asignación de costos en interconexiones bilaterales o en un mercado regional, deben realizarse algunas consideraciones importantes tomando en cuenta que las metodologías deben percibirse justas y equitativas para los países participantes. Por ejemplo en caso de elegir una metodología que utilice factores marginales que

system. For this, the following aspects must be harmonized:

- Which agents assign transport costs to, either to consumers or generators or both. For a system where charges are paid by the generators, imports would be free from transport payments; on the contrary, if consumers are paying, exports would not have to pay.
- The possibility of creating charges for using entirely new transportation networks, which are additional or complementary to the existing ones, and conceptually identical for all interconnected networks, or conversely the need to respect different preexisting regulations in each system.
- The interest of reflecting long term location signals in usage charges, in order to plan international transactions and investments and encourage competition between agents.
- The scenarios on which cost allocation methodologies are applied on agents. Scenarios and methodologies may differ between interconnected systems and their choices depend on the price system and the topological characteristics of the network of interconnected systems. These scenarios can be based on a temporal (hourly, seasonal) or spatial differentiation.

There are many texts on cost allocation methods based on different principles, and the same methodologies known for an internal network can be used for international interconnections. Accordingly, the costs associated with the usage of the network or the international link can be distributed in accordance with the principle of simplicity through postage stamp, which does not take into account the location of the agent in the transportation network. Other more sophisticated methods are based on average share participations<sup>66</sup>, distribution factors<sup>67</sup>, areas of influence, which are real benefits from using the link<sup>68</sup> and in game theory concepts<sup>69</sup>.

For the implementation of cost allocation methods in bilateral interconnections or in a regional market, some important considerations should be made, taking into account that methodologies should be perceived as fair and equitable for the participating countries. For example, if you select a methodology that uses marginal factors that depend on the choice of the floating toolbar, this may not be suitable because depending on the location of the toolbar, the economic balance between countries in relation to the allocation of network costs will be different. Regarding international interconnections, the economic benefit method could be one of the most suitable as operators would pay in

dependan de la elección de la barra flotante puede resultar no conveniente, ya que dependiendo de la ubicación de esta barra, el balance económico entre países relativo a la asignación de los costos de red será distinto. Con respecto a las interconexiones internacionales, el método del beneficio económico podría ser uno de los más adecuados, pues los agentes pagarían en forma proporcional a los beneficios reales que perciben de ella [11].

Si bien en muchas interconexiones sudamericanas se respetan las metodologías propias de los países interconectados, es importante considerar una única metodología regional sobre todo en interconexiones que hacen uso de la red de un país para autoabastecerse o para realizar una transacción internacional. Pérez Arriaga en [12] menciona que la utilización de una única metodología regional evitaría la utilización del llamado "pancaking", es decir cargar a una transacción internacional que atraviesa N países, el cargo de cada país como si fuera una transacción nacional. Adicionalmente en [13] se demuestra que para una red regional entre Uruguay, Argentina y sur de Brasil, el cálculo de los peajes utilizando los métodos propios de asignación de costos de los países (pancaking), son mayores, que al utilizar una metodología común única.

Es importante aclarar que las metodologías propias pueden resultar justas desde el punto de vista de cada país, pero estas pueden tener comportamientos altamente dependientes de la ubicación de las fronteras políticas más que de la realidad física de los flujos y de la red. En definitiva es importante anular o atenuar el "pancaking" porque produce un peaje que es dependiente de la transacción y que además es la acumulación de las tarifas de todos los países atravesados por ella.

### **Manejo de la Congestión**

Los límites de transferencia de la red de transmisión están férreamente relacionados a los esquemas de transacciones comerciales para compra, venta y transporte de energía. Tanto el sistema eléctrico como el esquema de mercado poseen imperfecciones que causan la congestión. Un agente del mercado podría usar los métodos de manejo de congestión con el fin de aumentar sus ganancias a través de estrategias diferentes. Por ello, es claro que el manejo de las redes de transmisión tanto desde el punto de vista de las transacciones como del uso que se haga de los recursos técnicos disponibles, impactará directamente en el coste de la operación [14].

Con los antecedentes mencionados, en la integración de

proportion to the real benefits they receive from it [11].

While many South American interconnections respect the methodologies of the interconnected countries, it is important to consider a single regional methodology, especially in interconnections that use the network of a country to stock up or to carry out an international transaction. Pérez Arriaga [12] says that the use of a single regional methodology would avoid the use of the so-called "pancaking," i.e. to charge an international transaction that crosses N countries the fee of each country as if it were a domestic transaction. It is proven [13] that for a regional network between Uruguay, Argentina and southern Brazil, the calculation of tolls using the cost allocation methods of the countries (pancaking) is higher than using a single common methodology.

It is important to note that the individual methodologies may be fair from the standpoint of each country, but these may have behaviors that are highly dependent on the location of political borders rather than the physical reality of the flows and the network. Ultimately, it is important to cancel or reduce "pancaking" because it produces a toll that is dependent on the transaction and that is also the accumulation of fees for all countries that it passes through.

### **Congestion Management**

Transfer limits of the transmission network are tightly related to commercial transaction schemes for the purchase, sale and transportation of energy. Both the electrical system and the market scheme have imperfections that cause congestion. A market agent could use congestion management methods to increase profits by using different strategies. It is therefore clear that managing transmission networks, both from the standpoint of the transactions and the use of available technical resources, will directly impact the operation cost [14].

With the above background, choosing the congestion resolution method is vital in the integration of electricity

mercados eléctricos la elección del método de resolución de congestión es de vital importancia, tanto en la reglamentación de interconexiones internacionales entre países, como en la unificación de grandes sistemas aislados pertenecientes a un solo país. Por esto, es recomendable poner énfasis en los diferentes métodos de asignación de capacidad de interconexión entre regiones y mercados, con el objetivo de encontrar o diseñar un mecanismo acorde con las características técnicas y económicas de los mercados interconectados.

Como es conocido en Interconexiones internacionales e Integración Regional, el sistema de transmisión proporciona la capacidad de explotar ventajas de costos entre mercados, por lo tanto, juegan un papel predominante en la determinación de las características del poder de mercado. Si un mercado posee una significativa ventaja de costos sobre otro, el sistema de transmisión que los conecta, probablemente, estará más congestionado con los flujos de potencia provenientes del mercado de bajo costo a aquel de costo alto. Si existe un generador dominante en el mercado más caro, éste verá en estas importaciones un borde competitivo sujeto a una restricción de capacidad, y por lo tanto reaccionará de acuerdo a la situación, en tal caso, el generador se incentivaría a mejorar su eficiencia con el objetivo de competir con la interconexión. Por otro lado, pueden existir dos mercados interconectados con características eléctricas similares y cada uno dominado por un oferente único; en este caso, si se aumenta la capacidad de transmisión entre los dos mercados, los beneficios económicos que se observan son mucho más que únicamente el incremento de los flujos de potencia. En definitiva la entrada competitiva proporcionada por la capacidad adicional de la interconexión, actúa como una influencia restrictiva sobre el generador dominante de cada mercado, haciendo que cada uno produzca más cerca de los niveles competitivos [14].

Los métodos aplicados para el manejo de la congestión pueden clasificarse en métodos que no emplean el mercado asignando administrativamente la capacidad de interconexión entre los agentes que desean emplearla (ej: orden de prioridad, prorrateo) y métodos que emplean el mercado que se basan en subastas.

### Rentas de Congestión

“Las Rentas de Congestión son rentas económicas que se derivan de una transacción internacional de electricidad y tienen relación con el volumen de la transacción y la diferencia de precios en los mercados importador y exportador. Esta situación se presenta cuando existe una

markets, both in the regulation of international interconnections between countries, and in the unification of large isolated systems that belong to one country. It is therefore advisable to put emphasis on the different allocation methods of interconnection capacity between regions and markets, in order to find or design a mechanism that is consistent with the technical and economic characteristics of interconnected markets.

As known in International interconnections and Regional Integration, the transmission system provides the ability to exploit cost advantages between markets; they therefore play a predominant role in determining the characteristics of market power. If a market has a significant cost advantage over the other, the transmission system that connects them will probably be more congested with power flows from the low cost market than the high cost market. If there is a dominant generator in the more expensive market, a competitive edge subject to a capacity constraint will be seen in these imports, and it will therefore react according to the situation; in that case, the generator would be encouraged to improve its efficiency in order to compete with the interconnection. On the other hand, there may be two interconnected markets with similar electrical characteristics, and each of them dominated by a single bidder; in this case, if the transmission capacity between the two markets increases, the economic benefits are much more than just the increased power flows. Ultimately, the competitive entry provided by the additional capacity of the interconnection acts as a restraining influence on the dominant generator of each market, making each of them produce closer to competitive levels [14].

The methods used for congestion management can be classified into methods that do not use the market by administratively allocating the interconnection capacity among agents who want to use it (e.g. priority, proration), and methods that use the market based on auctions.

### Congestion Revenue

“Congestion revenues are economic revenues from an international electricity transaction in relation to the volume of the transaction and the price differences in the importing and exporting markets. This situation arises when there is a limitation on the quantities exported,

limitación en las cantidades exportadas, que no permite que se llegue al equilibrio de precios entre ambos mercados” [15].

El mecanismo propuesto por la Resolución 536 de la CAN fija un modelo de comercio de oportunidad, del cual se derivan rentas de congestión, principalmente entre Colombia y Ecuador que realizan intercambios de energía desde el año 2003. Estas rentas constituyen un bien generado por las transacciones de oportunidad de compra y venta entre dos mercados de energía que abarcan un tema amplio de discusión entre ambos países, por lo tanto deben acordarse criterios de repartición atendiendo criterios de eficiencia y equidad.

Basándose en criterios que se derivan de la economía del bienestar, es posible analizar diferentes alternativas de repartición de las rentas de congestión. La economía del bienestar, constituye una herramienta útil para debatir las cuestiones normativas que rodean a la política económica relacionadas con la equidad y la eficiencia. Por medio de esta teoría, es posible realizar eficientes y diferentes asignaciones de los bienes, pero es probable que unas asignaciones sean más justas que otras. Las funciones sociales de bienestar permiten comparar la utilidad en la economía a fin de encontrar cual es el más socialmente deseable para los agentes involucrados. Estas funciones de bienestar pueden relacionarse con determinado punto de vista sobre la equidad, entre los se encuentran [14]:

- **Utilitarista:** Reparte las rentas de congestión en función de la utilidad que cada sistema obtiene de la interconexión. Una distribución de este tipo otorgaría el 50% de las rentas de congestión al país importador y 50% al país exportador.
- **Igualitarista:** Reparte las rentas de congestión de tal forma que ambos países obtengan igualdad de beneficios, es decir la suma de otros beneficios más las rentas de congestión sean iguales para ambos países. Este método solicita alta sensibilidad en la definición de los beneficios que percibe cada país, pues requiere una minuciosa identificación de: 1) los beneficios de los generadores y perjuicio de las demandas por subida del precio del país exportador; y, 2) los beneficios de las demandas y perjuicios de los generadores por disminución del precio del país importador.
- **Rawlsiano:** pone énfasis en mejorar el bienestar de los agentes peor situados en la sociedad. Bajo este concepto las rentas de congestión se reparten en mayor porcentaje al país que menos perspectivas de

which does not allow price equilibrium to be reached in both markets [15]”.

The mechanism proposed by CAN Resolution 536 sets a trade opportunity model, from which congestion revenues are derived, mainly between Colombia and Ecuador who have been conducting energy exchanges since 2003. These revenues are benefits generated by purchase and sale opportunity transactions between two energy markets that encompass a broad discussion topic between the two countries, and the distribution criteria must therefore be agreed on according to the principles of efficiency and equity.

Based on criteria derived from welfare economics, it is possible to analyze different alternatives for the distribution of congestion revenues. Welfare economics is a useful tool for discussing regulation issues surrounding the economic policy related to equity and efficiency. By using this theory, it is possible to make efficient and different allocations of goods, but it is likely that some allocations are fairer than others. Social welfare functions allow us to compare profits in the economy in order to find out which is the most socially desirable for the agents involved. These welfare functions can be related to a specific viewpoint on equity, which includes the following [14]:

- **Utilitarian:** It distributes congestion revenues based on the profits that each system obtains from the interconnection. A distribution of this kind would provide 50% of congestion revenues to the importing country and 50% to the exporting country.
- **Egalitarian:** It distributes congestion revenues in a way that both countries obtain equal benefits, i.e. that the sum of other benefits plus congestion revenues are equal for both countries. This method requires high sensitivity in the definition of the benefits received by each country as it entails a thorough identification of: 1) the benefits of the generators and prejudices of demand due to the price increase in the exporting country, and 2) the benefits of demand and prejudices of the generators due to the price decrease in the importing country.
- **Rawlsian:** It puts emphasis on improving the welfare of agents who are worse-off in society. Under this concept, congestion revenues are distributed in higher percentage to the country with fewer prospects for growth.

crecimiento tiene.

Estas propuestas deben ser evaluadas desde los puntos de vista económico, normativo y conceptual, con el objetivo de captar desigualdades e inequidades en las diferentes asignaciones. Una alternativa aceptable es repartir las rentas de congestión en función de la responsabilidad de los mercados respecto a los costos de interconexión o en función de las inversiones realizadas para la construcción del enlace de transmisión. Debe tenerse en cuenta que las inversiones asociadas con la interconexión son una inversión a riesgo, ya que si las condiciones de alguno de los mercados interconectados cambian sustancialmente (cambios en la oferta de generación, en la demanda o problemas normativos, regulatorios o políticos para la implementación de los intercambios de energía), de manera que se reduzcan los beneficios resultantes de las transacciones internacionales, estos beneficios podrían no alcanzar para recuperar el capital invertido en la construcción de la interconexión. En consecuencia asignar las rentas de congestión a los que asumieron los riesgos para que las transacciones internacionales se pudieran concretar, parecería ser una solución adecuada.

### Análisis de Cobertura de Riesgo

Con respecto a la modelación del comportamiento de los mecanismos comerciales para las transacciones internacionales de electricidad, es necesario comprender las altas incertidumbres que se manejan, tales como: la demanda, el precio y su volatilidad, los continuos cambios y ajustes en la regulación del sector, el desarrollo tecnológico, entre otros. Estas incertidumbres han llevado a los agentes a profundizar en el conocimiento de cómo manejar los riesgos que se presentan en el mercado, de manera tal que se puedan optimizar las inversiones en proyectos de expansión y modernización de la capacidad instalada y planificar la compra y venta de la electricidad a corto, mediano y largo plazo. Desde este punto de vista, el manejo de incertidumbre y el riesgo en el modelado del mercado y mecanismos internacionales de comercio de energía pueden permitir:

- 1) Predecir y analizar el reparto entre los países de los beneficios del comercio internacional de electricidad. Esto permitirá crear o diseñar mecanismos de compensación a los agentes menos beneficiados de la interconexión.
- 2) Comprender las diferentes regulaciones que provocan insuficiencia de los incentivos de mercado para la inversión, pues pueden estimular crisis de abastecimiento en el sector. Para esto se deben

These proposals must be evaluated from the economic, regulatory and conceptual standpoint, in order to capture inequalities and inequities in the different allocations. An acceptable alternative is to distribute congestion revenues based on market responsibility with respect to interconnection costs or in terms of investments made for the construction of the transmission link. Please note that investments associated with the interconnection are risk investments because if the conditions of any interconnected market change substantially (changes in the supply of generation, in demand or normative, regulatory or political problems for the implementation of energy exchanges) so as to reduce the benefits from international transactions, these benefits may not be sufficient to recover the capital invested in the construction of the interconnection. Consequently, assigning congestion revenues to those who took the risks for the international transactions to materialize would seem to be an appropriate solution.

### Risk Coverage Analysis

With respect to modeling the behavior of trade mechanisms for electricity international transactions, it is necessary to understand the high uncertainties involved, such as demand, price and its volatility, the constant changes and adjustments to the regulations of the sector, technological development, among others. These uncertainties have led agents to a deeper understanding of how to manage the risks that arise in the market, so that they can optimize investments in expansion and modernization projects of the installed capacity and plan the purchase and sale of electricity in the short, medium and long term. From this point of view, the management of uncertainty and risk in modeling the energy market and international trading mechanisms can allow the following:

- 1) Predict and analyze the distribution among countries of the benefits of international electricity trade. This will allow agents to create or design less benefited compensation mechanisms of the interconnection.
- 2) Understand the different regulations that cause insufficient market incentives for investment because they can stimulate a supply crisis in the sector. For this, we must consider the economic interaction of energy, environmental issues, the

considerar la interacción económica de la energía, problemas ambientales, comportamiento estratégico competitivo de los agentes e impacto de la privatización en el sector eléctrico.

- 3) Planificar la ejecución de inversiones en el sector de generación y transmisión para proyectar la mayor rentabilidad futura en los países interconectados. Para ello, se debe considerar la relación del modelo institucional adoptado por los mercados interconectados, con respecto a los mecanismos de expansión.

Las transacciones entre Colombia y Ecuador se han realizado en su totalidad en el mercado diario, sin tomar en cuenta contratos futuros que permitan administrar de mejor manera el riesgo de precios de los mercados interconectados, debido a incertidumbres operativas o desviaciones de precios por errores de pronóstico. Para solucionar y optimizar el manejo del riesgo de las transacciones internacionales de los países sudamericanos, se podrían tomar en cuenta las soluciones propuestas por los diferentes organismos europeos.

Estos métodos se basan en administrar el riesgo de transacciones internacionales de electricidad mediante contratos financieros de energía en el mediano y/o largo plazo; así como también el manejo de mercados secundarios como son los mercados intradiarios y/o mercados de balance para corregir desvíos en las cantidades pactadas de energía. Además muchos mercados exitosos y por ende sus transacciones internacionales de electricidad han evolucionando hacia mercados parecidos al mercado de valores, donde prima la negociación de derechos de transmisión o la negociación financiera de bloques de electricidad, separada de la operación física de los sistemas dentro de niveles de calidad y fiabilidad establecidos en la normativa [16]. Esto puede comprobarse en mercados más desarrollados como Nord Pool y PJM donde los mercados financieros representan alrededor del 80% del total de las transacciones de energía negociada.

### **Análisis de Beneficios**

La Comisión de Integración Energética Regional (CIER) en su proyecto CIER 15 - Fase II [17], plantea la necesidad de un "estudio de simulación para analizar los posibles beneficios y riesgos de diferentes esquemas de integración energética", considerando aspectos técnicos, económicos y políticos de los tres grandes bloques que se han desarrollado en Latinoamérica: MER, CAN y MERCOSUR y bajo diferentes escenarios de integración.

competitive strategic behavior of agents and the impact of privatization in the electricity sector.

- 3) Plan the implementation of investments in the generation and transmission sector in order to project the largest future profitability in the interconnected countries. For this, we must consider the relationship of the institutional model adopted by the interconnected markets, with respect to the expansion mechanisms.

Transactions between Colombia and Ecuador have been made entirely in the daily market, regardless of future contracts that allow for a better management of the price risk of interconnected markets, due to operational uncertainties or price deviations as a result of forecast errors. To troubleshoot and optimize the risk management of international transactions in South American countries, the solutions proposed by the different European bodies could be taken into account. .

These methods are based on managing the risk of international electricity transactions through financial energy contracts in the medium and/or long run, as well as the management of secondary markets, such as intraday markets and/or balance markets to correct deviations in the agreed amounts of energy. Moreover, many successful markets, and thus their international electricity transactions, have evolved into markets similar to the stock market, where the negotiation of transmission rights or the financial negotiation of electricity blocs prevails, apart from the physical operation of the systems within the levels of quality and reliability established in the regulation [16]. This can be seen in more developed markets such as Nord Pool and PJM, where financial markets represent about 80% of total energy transactions traded.

### **Benefit Analysis**

The Regional Energy Integration Commission (CIER) raises the need for a "simulation study to analyze the potential benefits and risks of different energy integration schemes" in its CIER 15 project - Phase II [17], considering the technical, economic and political aspects of the three large blocs that have been developed in Latin America: MER, CAN and MERCOSUR and under different integration scenarios. However, the studies

Sin embargo los estudios desarrollados en la literatura no consideran una evaluación profunda de la dinámica de largo plazo de los mercados, en donde se analice los verdaderos beneficios e impactos sobre los agentes de los mercados interconectados.

Wolak en [18] menciona que los mercados eléctricos mayoristas en los países latinoamericanos deben diseñarse y modelarse para las condiciones iniciales de suministro como: capacidad instalada y tecnologías de generación y transmisión, estado institucional, relaciones políticas, regulación, composición y elasticidad de la demanda, cobertura, etc. De la misma manera, Millán en [19] afirma que la formación de mercados depende de las circunstancias históricas, geográficas, políticas y tecnológicas adoptadas en cada país o sistema; además, destaca que el diseño de mercados es un proceso altamente dinámico donde es necesario reevaluar constantemente los supuestos y afinar detalles cambiantes del entorno.

Estos antecedentes determinan que en el análisis de los beneficios y riesgos en el corto, mediano y largo plazo deben considerar las particulares características de los mercados eléctricos interconectados, sobre todo en los casos en el que los países miembros tengan regulaciones y estructuras de precios diferentes.

## Conclusiones

Debido a las características técnicas del sector eléctrico, el comercio internacional de electricidad debe encuadrarse idealmente en un marco regulado mediante acuerdos políticos, jurídicos, económicos y técnicos entre países, con el objetivo de ajustar las condiciones necesarias y determinantes para el desarrollo de las interconexiones. Estos acuerdos se entienden focalizados en aspectos tales como los mecanismos de formación de precios, los agentes participantes en el comercio y los pagos de peajes de los sistemas de transmisión nacionales y regionales, entre otros. bajo estas premisas previsiblemente se logrará la convergencia regulatoria en el largo plazo y la formación exitosa de un único mercado regional competitivo ampliado.

Otro aspecto crítico que ha creado conflictos en los países de la CAN es la asignación de las rentas de congestión resultantes de las transacciones internacionales. Se considera que la asignación de estas rentas debe realizarse en función de los riesgos asumidos para que las transacciones internacionales se pudieran concretar, es decir, asignar las rentas de congestión equitativamente a

conducto in literature do not consider a thorough evaluation of the long-term market dynamics, which analyzes the true benefits and impacts on interconnected market agents.

Wolak [18] says that wholesale electricity markets in Latin American countries must be designed and modeled for the initial supply conditions, such as: installed capacity and generation and transmission technologies, institutional status, political relations, regulations, composition and elasticity of demand, coverage, etc. Similarly, Millán [19] states that the creation of markets depends on the historical, geographical, political and technological circumstances adopted in each country or system; he also underlines that market design is a highly dynamic process and it is necessary to constantly reevaluate the assumptions and refine the changing environmental details.

These facts determine that in the analysis of short, medium and long-term benefits and risks, the specific characteristics of interconnected electricity markets should be considered, especially in cases where member states have different pricing regulations and structures.

## Conclusions

Due to the technical characteristics of the electricity sector, international electricity trade must ideally fit into a framework that is regulated through political, legal, economic and technical agreements between countries, in order to adjust the necessary conditions and requirements for the development of the interconnections. These agreements are focused on aspects such as price formation mechanisms, agents involved in the trade, and toll payments of national and regional transmission systems, among others. Under these premises, regulatory convergence and the successful creation of a single expanded competitive regional market will certainly be achieved in the long run.

Another critical aspect that has created conflict in CAN countries is the allocation of congestion revenues from international transactions. It is considered that the allocation of such revenues must be based on the risks taken for the international transactions to materialize, i.e. equitably allocating congestion revenues to those who made a risk investment by building the interconnection that made energy exchanges possible.

aquellos que realizaron una inversión de riesgo al construir la interconexión que hizo posible los intercambios de energía.

Por otro lado, los beneficios derivados de las interconexiones internacionales en materia política, técnica, económica, social y ambiental, son ampliamente justificados en la literatura. Sin embargo, se concluye en la necesidad de realizar investigaciones que permita cuantificar los verdaderos beneficios y riesgos de las interconexiones internacionales, considerando el comportamiento dinámico de los mercados en aspectos relacionados con las demandas, inversiones y precios de los combustibles de los sistemas de generación.

El comercio de electricidad entre diferentes mercados interconectados efectivamente mejora la eficiencia económica global o conjunta de los sistemas, es decir, el beneficio social combinado es siempre mayor después de la integración, bajo hipótesis de competencia perfecta. Sin embargo, existen condicionantes técnicos, económicos, regulatorios y políticos que muchas veces no permiten la operación de los sistemas eléctricos interconectados como un único mercado eléctrico regional competitivo.

Desde el punto de vista regulatorio, las diferentes estructuras de mercado de los sistemas participantes son barreras importantes para la integración de los mercados. Es por ello que un proceso de integración eléctrica plena entre países, previsiblemente basará su éxito en la armonización de sus regulaciones, proceso éste que puede entenderse como la voluntad de unificar las estructuras de mercado y eliminar parcialmente las fronteras económicas. Este proceso implica estrategias de largo plazo y requiere del compromiso político de los gobiernos de los países a integrarse.

Desde el punto de vista económico, una importante barrera para la integración se deriva de la percepción de incertidumbre respecto del beneficio social e de cada sistema participante. Es de esperar que un sistema o país esté propicio la completa integración si su beneficio social aumenta con respecto al obtenido en la operación aislada. Las características particulares y la complejidad de los mercados eléctricos con respecto a la reserva, a las restricciones de red y al probable ejercicio del poder de mercado, podrían conducir a situaciones en las que algún participante reciba una pérdida de beneficio como consecuencia de la interconexión. Estas situaciones debería ser claramente identificadas y evitadas a fin de no desalentar la integración.

On the other hand, the benefits derived from international interconnections in political, technical, economic, social and environmental terms, are widely justified in literature. However, there is the need to conduct research to quantify the true benefits and risks of international interconnections, considering the dynamic behavior of the markets in aspects related to demand, investment and fuel prices of the generation systems.

Electricity trading between different interconnected markets effectively improves the overall or joint economic efficiency of the systems, i.e. the combined social benefit is always greater after integration, under the assumption of perfect competition. However, there are technical, economic, regulatory and political factors that often do not allow the functioning of interconnected electrical systems as a single competitive regional electricity market.

From a regulatory standpoint, the different market structures of the participating systems are major barriers to market integration. That is why a full electrical integration process between countries will hopefully base its success on the harmonization of their regulations. This process may be understood as the will to unify the market structures and partially remove economic barriers, and it involves long-term strategies and requires the political commitment from the governments of the joining countries.

From the economic standpoint, an important barrier to integration stems from the perception of uncertainty with respect to the social benefit of each participating system. It is expected that a system or country is conducive to full integration if its social benefit increases in relation to that obtained in the isolated operation. The particular characteristics and the complexity of electricity markets, with regards to the reservation, network constraints and the potential exercise of market power, could lead to situations in which a participant receives a loss of profit as a result of the interconnection. These situations should be clearly identified and avoided in order to not discourage integration.

Finally, it is clear that there is a multilateral interconnection trend whose development must be based on studies that analyze the proper technical and regulatory standards for the optimum operation of the interconnected systems and the market as a whole, allowing the maximum exploitation of energy resources and price differences between countries, whether these are seasonal or structural.

Por último, es evidente que existe una tendencia de interconexión multilateral cuyo desarrollo debe sustentarse sobre estudios que analicen las normas técnicas y regulatorias adecuadas para una óptima operación de los sistemas interconectados y del mercado en conjunto, permitiendo aprovechar al máximo los recursos energéticos y las diferencias de precios entre los países, ya sean estas estacionales o estructurales.

Históricamente en América Latina los acuerdos de integración económica multilateral no han sido totalmente efectivos para dar forma al comercio internacional de electricidad sostenido y creciente en el tiempo. Por esto, el intercambio en el corto plazo se ha basado en acuerdos bilaterales que definen las modalidades y precios de transacción, los criterios de garantía de suministro y los peajes de transmisión asociados, donde el punto esencial a negociar es el reparto de los beneficios del comercio entre los países. En este marco, cada país ha realizado las transacciones internacionales de electricidad a partir de su normativa regulatoria nacional, y se han creado o modificado las normas internas de modo de permitir el comercio internacional, en general sin afectar esencialmente la regulación nacional.

Queda el tema abierto a discusión académica, empresarial y legal, conducente al desarrollo de una metodología para el intercambio internacional que permita establecer la remuneración del uso de las redes de transmisión que interconectan países de un mercado regional de energía y determinar algunas de las señales que se deben entregar a los agentes del mercado.

## Referencias / References:

- [1] OLADE, Taller de Identificación de Barreras para la Integración Energética, 2012.
- [2] Departamento de Desarrollo Sostenible, "Cooperación e Integración Eléctrica Regional en las Américas", Organización de los Estados Americanos – Departamento de Desarrollo Sostenible, 2007.
- [3] H. Rudnick, "Interconexión e Integración Eléctrica: Desafíos Regulatorios", Pontificia Universidad Católica de Chile. Antofagasta, Chile, 2001.
- [4] UNESA. (2010) Integración Energética Regional y Sostenibilidad. Revista Electricidad. Available: [www.unesa.es/documentos/hico\\_revista/electricidad\\_36\\_5.pdf](http://www.unesa.es/documentos/hico_revista/electricidad_36_5.pdf)
- [5] J. Vargas, "Integración Energética Regional", in Asamblea Anual de Representantes de ARPEL, Cartagena, 2006.
- [6] M. Ibarburu, "Experiencias del Comercio Internacional de Electricidad en América del Sur", Departamento de Economía - Facultad de Ciencias Empresariales - Universidad Católica del Uruguay, 2007.

Historically in Latin America, multilateral economic integration agreements have not been fully effective in shaping sustained and growing international electricity trade over time. Therefore, short-term exchanges have been based on bilateral agreements that define the terms and prices of the transactions, the supply security criteria and the associated transmission tolls, where the essential point for negotiation was the distribution of trade benefits between countries. In this framework, each country has conducted international electricity transactions from their national regulatory standards, and internal rules have been created or modified in order to allow international trade, on the whole without essentially affecting national regulations.

The issue remains open for academic, business and legal discussion, leading to the development of an international exchange methodology that establishes the remuneration for using transmission networks that interconnect the countries of a regional energy market and determines some of the signs that are due to market agents.

- [7] J. Bialek, "Tracing The Flow of Electricity", *IEEE Proceedings on Generation, Transmission and Distribution*, Vol. 143, No 4, pp 313-320, July 1996.
- [8] F. Danitz, Tesis Doctoral: Métodos de Asignación de Peajes de los Sistemas de Transmisión Eléctricos Según el Uso de la Red, Universidad Católica de Chile, 2001.
- [9] R. Reta, A. Vargas, J.Verstege, "Allocation of Expansion Transmission Costs: Areas of Influence Method vs. Economical Benefit Method", *IEEE Transactions on Power Systems*, ISSN 0885-8850, Vol. 20, Nº 3, pp. 1647-1652, August 2005.
- [10] J. Zolezzi, Tesis Doctoral: Asignación de Costos de Transmisión Vía Juegos Cooperativos, Pontificia Universidad Católica de Chile, 2002.
- [11] R. Reta, A. Vargas, "Comparative Analysis of Methodologies for Allocating Transmissions Costs applied to International Interconnections", *IEEE PES Transmission and Distribution*, Caracas, Venezuela, August 2006.
- [12] J. Pérez, "Cross Border Tarification in the Internal Electricity Market of the European Union", Instituto de Investigación Tecnológica - Universidad Católica de las Comillas. Madrid, España.
- [13] J. Arango, J. Londoño, M. Arango, "La Energía Eléctrica en la Globalización e Integración de los Mercados Eléctricos", Universidad Tecnológica de Pereira, Vol. XI, Colombia, 2005.
- [14] J. Contel, Tesis de Posgrado: Análisis de los Mecanismos de Asignación de Capacidad de Interconexiones para las Interconexiones del Sistema Eléctrico Español, Universidad Pontificia de las Comillas, Madrid - España, 2004.
- [15] Curso de Posgrado: "Economía y Mecanismos Regulatorios de los Mercados Eléctricos", Instituto de Energía Eléctrica - Universidad Nacional de San Juan, Argentina. 2009.
- [16] M. Ibarburu, "Experiencias del Comercio Internacional de Electricidad en la Unión Europea", Departamento de Economía - Facultad de Ciencias Empresariales - Universidad Católica del Uruguay, 2007.
- [17] Mercados Energéticos, "Estudio de Transacciones de Electricidad entre las Regiones Andina, América Central y Mercosur", CIER, 2006.
- [18] F. Wolak, "Designing Competitive Wholesale Electricity Markets for Latin American Countries", in *First Meeting of the Latin American Competition Forum - Inter-American Development Bank*, 2003.
- [19] J. Millán, "The Second Generation of Power Exchanges: Lessons for Latin America", *Inter-American Development Bank*, 2002.