

# DOCUMENTOS DE PROYECTO

## **Las energías renovables no convencionales en la matriz de generación eléctrica**

Tres estudios de caso

Hugo Altomonte  
Coordinador



NACIONES UNIDAS

CEPAL

DOCUMENTOS  
DE PROYECTO

# Las energías renovables no convencionales en la matriz de generación eléctrica

## Tres estudios de caso

Hugo Altomonte  
Coordinador



Este documento fue preparado por Beno Ruchansky, Alfonso Blanco, Rodrigo García Pizarro, Luiz Horta Nogueira y Jamil Haddad, Consultores de la oficina de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) en Buenos Aires, bajo la coordinación técnica de Hugo Altomonte, ex Director de la División de Recursos Naturales e Infraestructura de la CEPAL y la supervisión general de Martín Abeles, Director de dicha oficina. El documento fue elaborado en el marco de las actividades del convenio de cooperación técnica entre la CEPAL y la Secretaría de Energía del Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios de la República Argentina.

Las opiniones expresadas en este documento, que no ha sido sometido a revisión editorial, son de exclusiva responsabilidad de los autores y pueden no coincidir con las de la Organización.

LC/TS.2017/1

LC/BUE/TS.2017/1

Copyright © Naciones Unidas, febrero de 2017. Todos los derechos reservados

Impreso en Naciones Unidas, Santiago

S.16-01254

## Índice

Resumen .....	7
I. Las energías renovables: panorama mundial, latinoamericano y síntesis de tres estudios de casos	
<i>Hugo Altomonte</i> .....	9
A. Introducción .....	9
B. Las fuentes renovables en el ámbito internacional .....	11
1. Mercados de las diferentes FRE .....	12
2. Las tendencias de la inversión, costos y capacidad de cada FRE .....	13
3. Escenarios a futuro .....	15
C. La renovabilidad de la matriz energética de América Latina .....	17
1. La oferta primaria de energía .....	17
2. En la generación de energía eléctrica: fuerte expansión hidroeléctrica e incipiente penetración de las renovables no convencionales .....	19
D. Los estudios de caso de Brasil, Chile y Uruguay: síntesis analítica .....	22
1. El contexto económico, los objetivos de política energética y metas para las RENC .....	22
2. Los marcos regulatorios, incentivos económicos sectoriales y extrasectoriales .....	29
3. Resultados: problemas y logros en cada país .....	35
4. A modo de conclusión .....	38
Bibliografía .....	41
II. Energías renovables no convencionales para generación eléctrica en el Uruguay: situación, perspectivas y lecciones aprendidas	
<i>Beno Ruchansky y Alfonso Blanco</i> .....	43
A. Introducción .....	43
1. Metas en materia de ERNC .....	45
2. Líneas de acción en materia de ERNC .....	45
B. Breve reseña de aspectos institucionales y regulatorios del sector .....	48
1. Rol de los organismos más relevantes .....	49
C. Instrumentos específicos de políticas públicas orientadas a promover las ERNC en el Uruguay .....	50
1. Incentivos para la incorporación de ERNC a través de llamados o procesos licitatorios .....	50

2.	Negociaciones directas de UTE .....	61
3.	Incorporación de parques propios de UTE sobre la base de ERNC .....	61
D.	Instrumentos de políticas generales y sectoriales que coadyuvaron a la promoción de las ERNC .....	62
1.	Ley 16.906 (de Promoción y Protección de Inversiones) y exoneraciones fiscales .....	62
2.	Instrumentos para fomentar la investigación e innovación en ERNC .....	63
3.	Instrumentos orientados al fortalecimiento institucional y la promoción de las ERNC .....	63
E.	Programas específicos por fuente y resultados .....	65
1.	Biomasa .....	65
2.	Residuos sólidos urbanos y agroindustriales para producción de biogas .....	68
3.	Eólica .....	69
4.	Solar .....	73
5.	Pequeñas Centrales Hidráulicas (PCH) .....	75
6.	Incorporación de micro-generación a partir de fuentes renovables .....	75
F.	Resultados y conclusiones .....	75
	Bibliografía .....	79
	Anexo 1 Términos y definiciones de acuerdo al marco normativo .....	80
	Anexo 2 Resumen de licitaciones y convocatorias abiertas a contratos de adhesión realizados por UTE desde 2006 para compra/venta de energía eléctrica .....	81
III.	La generación eléctrica a partir de energías renovables no convencionales en Chile <i>Rodrigo García Pizarro</i> .....	83
A.	Marco regulatorio de energías renovables .....	83
1.	Contexto regulatorio y político que enfrentan las ERNC .....	83
B.	Modalidades vigentes de contratación de energía eléctrica .....	89
1.	El mercado de las distribuidoras para clientes regulados .....	89
2.	El mercado de los clientes libres .....	91
3.	El mercado <i>spot</i> .....	91
C.	Política promocional, proyectos desarrollados y resultados operacionales .....	92
1.	Resultados operacionales plantas ERNC en Chile .....	97
D.	Conclusión en cuanto a la política chilena para el desarrollo de las ERNC .....	100
	Bibliografía .....	100
IV.	Generación de electricidad a través de fuentes renovables de energía en el Brasil <i>Luiz Horta Nogueira y Jamil Haddad</i> .....	101
A.	Introducción .....	101
B.	Panorama de la oferta y consumo de electricidad en el Brasil .....	101
C.	Características de los agentes generadores de electricidad en el Brasil .....	106
1.	Concesionarias del servicio público de generación .....	106
2.	Productor independiente de energía .....	106
3.	Autoprodutores de energía .....	107
4.	Datos de la Base de Informaciones de Generación – BIG .....	107
D.	Programas de incentivo a la generación con fuentes renovables .....	112
1.	Programa de Desarrollo Energético de los Estados y Municipios–Prodeem .....	112
2.	Programa de Emergencia de Energía Eólica – Proeólica .....	114
3.	Programa de Desarrollo y Comercialización de Energía Eléctrica de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas – PCH-COM .....	114
4.	Programa de Incentivo a las Fuentes Alternativas de Energía Eléctrica–Proinfa .....	115
E.	Subastas de energía eléctrica .....	121
1.	El sector eléctrico en el Brasil .....	121
2.	Las subastas en el ACR .....	123
3.	Las fuentes renovables en el ámbito de las subastas .....	124

F.	Reglamentación de la ANEEL.....	125
G.	Incentivos fiscales para las fuentes renovables de generación eléctrica .....	127
H.	Costos de generación con fuentes renovables.....	128
1.	Metodología de costos nivelados de electricidad – LCOE.....	128
2.	Valor normativo – VN .....	130
3.	Costos de generación aplicados en el Proinfa.....	131
4.	Costos de generación aplicados en las Subastas del ACR.....	131
	Bibliografía.....	137
Anexo 1	Características contractuales de incentivo a la generación de electricidad a partir de fuentes de energía renovables .....	138
Anexo 2	Parámetros de evaluación para aprobar o rechazar proyectos de inversión en generación de energía a partir de fuentes renovables.....	142
Anexo 3	Riesgos que pueden afectar al sistema de generación de energía considerando las fuentes de energía renovables .....	151
Anexo 4	Incentivos y beneficios otorgados a fabricantes de bienes de capital nacionales como consecuencia de los programas de incentivo a la generación de electricidad a partir de fuentes de energía renovables .....	153
Cuadros		
Cuadro 1	Tendencia de la inversión y capacidad instalada por tipo de fuentes renovables .....	14
Cuadro 2	Primeros cinco países en inversiones y capacidad instalada por tipo de FRE.....	15
Cuadro 3	Rango de costos.....	16
Cuadro 4	Participación de las renovables en la oferta total de energía primaria en el mundo y América Latina.....	17
Cuadro 5	Capacidad instalada y generación total y de fuentes renovables de América Latina con relación al mundo .....	20
Cuadro 6	Capacidad instalada para generación de electricidad en 2012 .....	21
Cuadro 7	Proyectos adjudicados según convocatorias, Decreto 403 .....	54
Cuadro 8	Proyectos adjudicados según convocatorias, Decreto 159 .....	56
Cuadro 9	Proyectos adjudicados según convocatorias. Decreto 424 .....	57
Cuadro 10	Proyectos adjudicados según convocatorias. Decreto 133 .....	58
Cuadro 11	Parques eólicos instalados, en construcción y previstos, UTE.....	62
Cuadro 12	Biomasa, proyectos operativos .....	65
Cuadro 13	Biomasa, proyectos en etapa de pruebas, con generación autorizada, o en construcción .....	66
Cuadro 14	Parques eólicos en operación .....	69
Cuadro 15	Parques eólicos en construcción.....	70
Cuadro 16	Proyectos a construir por parte de UTE .....	70
Cuadro 17	Porcentajes de energías renovables no convencionales exigidos por leyes 20.257 y 20.698.....	89
Cuadro 18	Plantas ERNC instaladas en Chile, octubre de 2014.....	93
Cuadro 19	Biomasa.....	93
Cuadro 20	Eólica.....	94
Cuadro 21	Solar fotovoltaica .....	95
Cuadro 22	Hidráulica <20 MW .....	95
Cuadro 23	Factor de capacidad: Energía eólica.....	97
Cuadro 24	Factor de capacidad: Energía solar fotovoltaica .....	98
Cuadro 25	Factor de capacidad: Energía de biomasa.....	98
Cuadro 26	Factor de capacidad: Energía eólica hidráulica <20 MW.....	99
Cuadro 27	Generación de energía eléctrica en el Brasil, 2013/2012 .....	102
Cuadro 28	Consumo de energía eléctrica en el Brasil en 2013 .....	103
Cuadro 29	Capacidad instalada (MW) para generación de electricidad en el Brasil.....	105
Cuadro 30	Participación de las fuentes en la generación termoeléctrica en el Brasil en 2013.....	106

Cuadro 31	Número de agentes de generación eléctrica en el Brasil.....	107
Cuadro 32	Cantidad de emprendimientos de generación eléctrica en operación en el Brasil.....	108
Cuadro 33	Cantidad de emprendimientos de generación eléctrica en construcción en el Brasil.....	108
Cuadro 34	Situación actual de los emprendimientos de generación eléctrica en el Brasil por tipo de fuente de energía.....	109
Cuadro 35	Emprendimientos de generación eléctrica en operación en el Brasil.....	110
Cuadro 36	Resultados del Prodeem (1996-2001).....	113
Cuadro 37	Emprendimientos aprobados y contratados por el Proinfa en 2004.....	116
Cuadro 38	Emprendimientos actualmente en funcionamiento contratados por el Proinfa.....	117
Cuadro 39	Energía generada por algunas PCHs participantes del Proinfa en 2014.....	118
Cuadro 40	Energía generada por algunas centrales de Biomasa participantes del Proinfa en 2014.....	119
Cuadro 41	Energía generada por algunas centrales Eólicas participantes del Proinfa en 2014.....	119
Cuadro 42	Valor normativo según resoluciones de la ANEEL.....	130
Cuadro 43	Valores económicos en el ámbito del Proinfa.....	131
Cuadro 44	Costo promedio por fuente y del Proinfa en 2015.....	131
Cuadro 45	Primera subasta de fuentes renovables (18/06/2007).....	132
Cuadro 46	Primera subasta de energía de reserva (14/08/2008).....	132
Cuadro 47	Segunda subasta de energía de reserva (14/12/2009).....	132
Cuadro 48	Segunda subasta de fuentes renovables (25-26/08/2010).....	133
Cuadro 49	Subasta de energía A-3 (17/08/2011).....	133
Cuadro 50	Tercera subasta de energía de reserva (18/08/2011).....	134
Cuadro 51	Resultados de algunas subastas (2007-2014).....	136

### Gráficos

Gráfico 1	Alemania: evolución de precios pagados por el sistema <i>feed-in tariff</i> .....	15
Gráfico 2	Evolución de la oferta de energía primaria por fuentes de América Latina.....	18
Gráfico 3	Abastecimiento de energía por tipo de fuente 1990-2014.....	46
Gráfico 4	Abastecimiento de energía acumulado, por fuente.....	46
Gráfico 5	Generación de energía eléctrica por origen 2003-2014.....	47
Gráfico 6	Energía ENRD a acreditar por año.....	87
Gráfico 7	Operación del mercado <i>spot</i> .....	92
Gráfico 8	Oferta de energía eléctrica en el Brasil en 2013.....	102
Gráfico 9	Oferta de energía eléctrica en el Brasil en 2012.....	103
Gráfico 10	Participación de fuentes renovables en la matriz eléctrica brasileña.....	104
Gráfico 11	Evolución de la generación eólica (GWh) en el Brasil.....	105
Gráfico 12	Visión general del mercado eléctrico brasileño y forma de comercialización.....	122
Gráfico 13	Precio promedio de la electricidad por fuente de energía renovable.....	134
Gráfico 14	Precio promedio de la electricidad en las subastas para fuentes renovables.....	135

### Recuadros

Recuadro 1	Revalorización social y ambiental de la hidroenergía.....	21
------------	---	----

### Mapas

Mapa 1	Cartografía forestal del Departamento de Tacuarembó.....	67
Mapa 2	Mapa eólico.....	72
Mapa 3	Mapa solar.....	74

## Resumen

Este documento es resultado de estudios que se realizaron en el marco del proyecto ejecutado conjuntamente por la Oficina de la CEPAL en Buenos Aires y la Secretaría de Energía de la Nación de la República Argentina. Dicho proyecto tuvo como objetivo el análisis de la viabilidad del aprovechamiento de energías renovables no convencionales en la matriz de generación eléctrica de la Argentina.

En ese contexto, se efectuaron los tres estudios de caso aquí presentados (Uruguay, Chile y Brasil), como así también el estudio introductorio que acompaña dicha presentación; a la par que se elaboró un estudio específico sobre escenarios de diversificación de la matriz de generación eléctrica nacional a partir de la posible diferente inserción de distintas fuentes de energías renovables no convencionales.

En este documento se compilan los tres estudios de caso, antecedidos por el estudio analítico introductorio, elaborado específicamente para un seminario organizado por la CEPAL y la Secretaría de Energía de la Nación en septiembre de 2015.

Cada uno de los estudios de caso abordó el proceso de diversificación de la matriz de generación eléctrica del país, a partir del relevamiento y análisis de la legislación vigente en cada momento histórico, de la respuesta de los agentes a los incentivos dispuestos, y del grado de inserción de las energías renovables como resultado de esa interacción pública y privada. Cada estudio finaliza con un balance y la enunciación de las perspectivas que tiene el sector energético para la diversificación de su matriz de generación eléctrica a partir de energías renovables no convencionales.

预览已结束，完整报告链接和二维码如下：

[https://www.yunbaogao.cn/report/index/report?reportId=5\\_756](https://www.yunbaogao.cn/report/index/report?reportId=5_756)

