

Anexos del libro “Energías renovables: experiencia y perspectivas en la ruta del Perú hacia la transición energética”



ANEXO 1 – Tipos de subasta RER

Según Lucas, Ferroukhi y Hawila (2016)¹, existen los siguientes tipos de subastas de generación eléctrica a base de recursos energéticos renovables (RER):

Subasta de oferta sellada

Todos los postores presentan su propuesta, que contiene el precio y la cantidad de generación. Los ofertantes individuales no pueden ver las propuestas de los demás. Todas las presentaciones se revisan para confirmar que cumplen con los requisitos descritos. Las ofertas se clasifican de menor a mayor según su precio y, posiblemente, otro criterio adicional. Luego, los mejores proyectos de clasificación se seleccionan uno por uno, hasta que el número de proyectos seleccionados cubra el volumen de generación de energía renovable que se está subastando.

Proceso iterativo / Subasta de reloj descendente

En este tipo de subasta, el subastador (en la mayoría de los casos, el gobierno) declara un precio para un nuevo proyecto de generación de energía renovable. Luego, los postores se presentan y anuncian qué cantidad de generación pueden ofrecer por este precio. El subastador luego baja progresivamente el precio, lo que se traduce en menores cantidades de generación ofrecidas por los oferentes. Este proceso continúa hasta que la cantidad de generación ofrecida coincide con el volumen de nueva energía renovable en la que el gobierno quiere invertir. En esta subasta, los postores conocen las ofertas de cada uno y, por lo tanto, pueden adaptar sus propias ofertas basadas en la competencia.

Subasta de tipo híbrido

Estas subastas consisten en una combinación de diferentes modelos para seleccionar los oferentes. Como ejemplo, Brasil usa una subasta que se divide en dos fases. La primera fase es una subasta de reloj descendente utilizada para descubrir el precio. La segunda fase consiste en una subasta de ofertas selladas que garantiza que los oferentes no pueden coludir en el precio.

¹ Lucas, H., Ferroukhi, R., & Hawila, D. (2016). *Renewable Energy Auctions in Developing Countries*. Recuperado de https://www.irena.org/documentdownloads/publications/irena_renewable_energy_auctions_in_developing_countries.pdf

ANEXO 2 – Experiencia internacional sobre los mecanismos de promoción RER

Obligaciones de compra renovable (RPO, por sus siglas en inglés) en la India

Alfred Adebare² realiza una interesante descripción de los resultados de RPO en su artículo “Assessment of Renewable Power Purchase Obligations In India”. Para el autor, las RPO no fueron eficientes puesto que solo seis de los 24 estados analizados emplearon los *Renewable Energy Certificates (REC)* para el cumplimiento de las metas referentes a las RPO. Añade que esto se debe a la falta de supervisión y aplicación del cumplimiento. En efecto, a pesar que los reglamentos exigen que los organismos nodales designados presenten informes periódicos sobre el cumplimiento por parte de los administrados, el monitoreo a cargo de los reguladores centrales y estatales ha sido laxo. Solo 10 de las 29 comisiones estatales de regulación de la electricidad tenían procedimientos para medir los objetivos de las RPO. Más aun, el artículo señala que, a inicios de 2016, se habían realizado informes de cumplimiento hasta el año financiero 2014 y, en algunos casos, hasta 2012, debido a que la mayoría de estados no habían monitoreado a las entidades obligadas.

Por otra parte, Adebare indica que algunos estados permitieron que las entidades obligadas trasladen déficits de sus objetivos de RPO de un año particular a otros subsiguientes; y en otros casos, buscaron exenciones del cumplimiento. También menciona que, en 17 de los 24 estados que reportaron déficits, no se cobraron las multas a las entidades reguladas. Además, el mecanismo REC no permitía su venta interestatal. Esto afectó tanto los flujos de efectivo como la misma inversión de los generadores basados en REC.

Finalmente, Adebare concluye que el mecanismo REC podría haber estimulado la inversión en nuevos proyectos de energía renovable y agregado mucha capacidad requerida de este tipo. Sin embargo, perdió su atractivo y dio lugar a una disminución en la acreditación y en el registro de proyectos de energía renovable bajo este instrumento. Asimismo, recomienda un estricto cumplimiento de las RPO, en caso se siga empleando el mecanismo REC.

Métodos para determinar Feed-in-Premiums

Según el Council of European Energy Regulators (2016)³, el mecanismo *Feed-In Premium (FIP)* puede ser de dos tipos: una prima fija; o una prima flotante (deslizante). Las cuales se establecen sobre el precio de mercado y un valor de referencia (precio de ejercicio), respectivamente. Se pueden introducir topes máximos y mínimos, tanto para limitar los beneficios excesivos como para limitar los riesgos de los generadores cuando el precio es muy volátil.

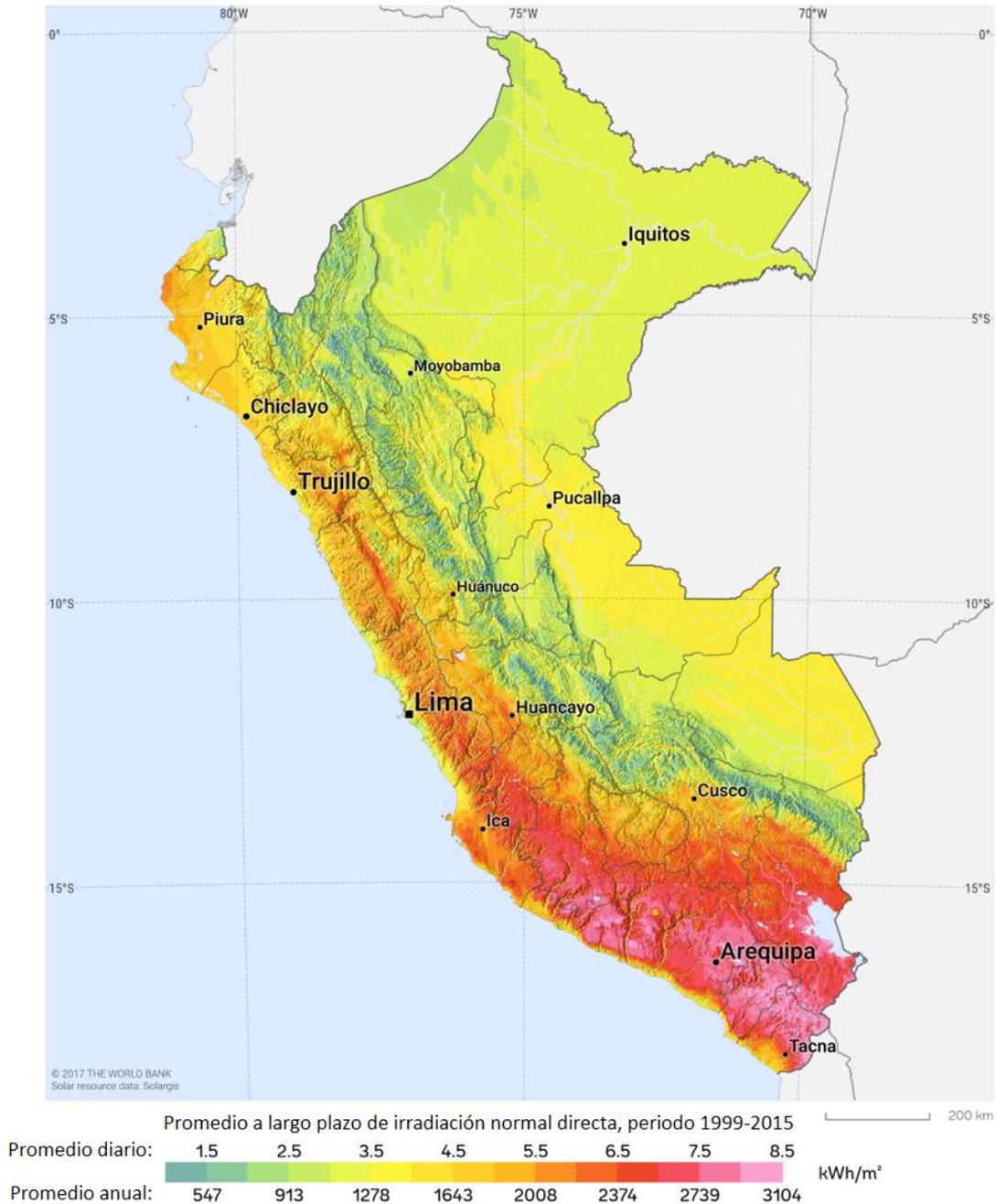
Un beneficio clave del FIP es que hace que el mercado *spot* sea más relevante, lo que le otorga un rol esencial en el suministro por las señales de precios. Los cuales pueden guiar a los inversionistas al lugar y el momento adecuado donde las energías renovables se pueden utilizar de manera más eficiente para la generación eléctrica.

² “India: Assessment of Renewable Power Purchase Obligations in India”. Información disponible en: <http://www.mondaq.com/india/x/546712/Renewables/Assessment+Of+Renewable+Power+Purchase+Obligations+In+India>

³ Council of European Energy Regulators (2016). *Key Support Elements of RES in Europe: Moving Towards Market Integration*. Recuperado de <https://www.ceer.eu/documents/104400/-/-/28b53e80-81cf-f7cd-bf9b-dfb46d471315>

De acuerdo al European Energy Regulators, un mercado de este tipo, a menudo se desarrolla a lo largo de los años, por lo que un cambio de *Feed-In Tariff* (FIT) a FIP (primero variable, y luego fijo) puede ser una forma de acompañar este desarrollo. Sin embargo, se debe tener en cuenta que los FIP pueden imponer costos adicionales a los productores, incluidos los costos de transacción, balanceo, previsión y programación.

ANEXO 3 – Mapa de irradiación normal directa



Fuente: Banco Mundial (2019)⁴. Elaboración: GPAE-Osinergmin.

⁴ Banco Mundial (2019). *Data Description-Geographical Coverage and Spatial Resolution*. Recuperado de <https://globalsolaratlas.info/download/peru>

ANEXO 4 – Potencial eólico (MW) en el Perú

Departamento	Potencial eólico aprovechable (MW)	Potencial eólico excluido (MW)	Potencial eólico total (MW)
Amazonas	129	288	417
Áncash	708	108	816
Apurímac	0	0	0
Arequipa	1020	156	1176
Ayacucho	0	0	0
Cajamarca	891	282	1173
Callao	0	0	0
Cusco	0	0	0
Huancavelica	0	0	0
Huánuco	0	0	0
Ica	2280	3015	5295
Junín	0	0	0
La Libertad	921	264	1185
Lambayeque	7017	2097	9114
Lima	429	189	618
Loreto	0	0	0
Madre de Dios	0	0	0
Moquegua	0	0	0
Pasco	0	0	0
Piura	7098	1503	8601
Puno	0	0	0
San Martín	0	0	0
Tacna	0	0	0
Tumbes	0	0	0
Ucayali	0	0	0
Total	20 493	7902	28 395

Fuente y elaboración: Consorcio Barlovento y Vortex (2016)⁵.

⁵ Consorcio Barlovento y Vortex (2016). *Atlas eólico del Perú*. Recuperado de http://www.minem.gob.pe/_publicacion.php?idSector=6&idPublicacion=537

ANEXO 5 – Resumen del potencial geotérmico del Perú para la generación eléctrica

Región geotérmica	N°	Región	Nombre del campo	Potencial del recurso (MWe)		Número de sectores (**)
				Campos promisorios (*)	Otros campos	
Perú Norte	1	Tumbes	Tumbes	-	15	2
	2	Amazonas	El Almendral	-	10	2
	3	Amazonas	Corontochaca	-	7	5
	4	San Martín	San Mateo	-	14	3
	5	San Martín	Picurohuasi	-	58	6
	6	Loreto	Contamana	-	48	3
1. Cajamarca-La Libertad	7	Cajamarca	Quilcate	-	70	7
	8	Cajamarca	Cajamarca	-	29	2
	9	Cajamarca-La Libertad	Huaranchal	-	54	5
	10	La Libertad	Cachicadán	-	40	3
2. Callejón de Huaylas	11	Áncash-La Libertad	Tablachaca	-	29	5
	12	Áncash	Huancarhuas	-	89	10
	13	Áncash	Chancos	15.3	21	3
	14	Áncash	Olleros	-	29	4
	15	Huánuco-Áncash	Azulmina	-	53	5
3. Churín	16	Lima	Conoc	-	21	3
	17	Pasco	Huayllay	-	10	1
	18	Pasco	Tambochaca	-	24	2
	19	Lima	Oyón	-	45	5
	20	Lima	San José	-	25	2
4. Central	21	Junín	Yauli	-	7	1
	22	Huancavelica	Coris	-	10	1
	23	Huancavelica	Nonobamba	-	15	3
5. Eje Volcánico Sur	24	Cusco-Apurímac	Cconoc	-	9	2
	25	Apurímac	Pincahuacho	-	25	2
	26	Apurímac	Antabamba	-	15	2
	27	Ayacucho	Puquio	34.3	10	1
	28	Ayacucho	Paila del Diablo	-	54	4
	29	Ayacucho	Pararca	-	31	3
	30	Arequipa	Ocoruro	-	23	1
	31	Arequipa	Cotahuasi	-	65	7
	32	Arequipa	Orcopampa	-	29	4
	33	Arequipa	Cailloma	9.1	26	2
	34	Arequipa	Coropuna	-	15	3
	35	Arequipa	Chivay	162.9	136	9
	36	Arequipa	La Calera	-	9	2
	37	Arequipa	Yura	-	15	4
	38	Arequipa	Jesús	-	7	2
	39	Moquegua	Ubinas	-	24	3

	40	Moquegua	Ulucán	27.4	0	0
	41	Moquegua	Calacoa-Putina	108.2	45	4
	42	Moquegua	Ccollo/Titire	39.7	27	3
	43	Moquegua-Tacna	Crucero	79.4	3	1
	44	Tacna	Tutupaca	113.8	29	5
	45	Tacna	Calientes	100.0	0	0
	46	Tacna	Ancocollo	98.2	55	4
	47	Tacna	Borateras	40.0	31	3
	48	Tacna	Chungara-Kallapuma	84.0	17	3
6. Cusco-Puno	49	Cusco	Machu Picchu	-	49	6
	50	Cusco	Choquecancha	-	43	3
	51	Cusco	Pacchanta-Marcapata	-	40	3
	52	Cusco	La Raya	-	26	5
	53	Puno	Ollachea	-	45	3
	54	Puno	Pasanocollo	-	65	6
	55	Puno	Hatun Puthina	-	39	4
	56	Puno	Putina	-	53	6
	57	Puno	Chaqueylla	-	26	3
	58	Puno	Pinaya	36.8	27	2
	59	Moquegua	Jesús María	17.3	17	2
	60	Moquegua	Exchange	-	27	5
	61	Puno	Collpa Apacheta	-	13	2
Total				966.4	1894	207
Grand total				2 860		

Notas.

(*) A 80% de nivel de confianza.

(**) Excluyendo Borateras, Calientes y los 13 campos promisorios.

Fuente y elaboración: Agencia de Cooperación Internacional de Japón (2012)⁶.

⁶ Agencia de Cooperación Internacional de Japón (2012). *Plan maestro para el desarrollo de la energía geotérmica en el Perú: Informe final (Resumen)*. Recuperado de http://open_jicareport.jica.go.jp/pdf/12048567.pdf

ANEXO 6 – Proyectos de la primera subasta RER

Central de generación	Potencia instalada (MW)	Ubicación			Inversión (millones de USD)	Puesta en Operación Comercial	Producción anual aproximada (GWh)	Aspectos específicos
		Departamento	Provincia	Distrito				
Marcona	32	Ica	Nazca	Marcona	61.1	25/04/2014	148	Consta de 11 aerogeneradores Siemens, ocho de 3.15 MW y tres de 2.3 MW. Esta central incluye una subestación de despacho y la línea de transmisión 220 kV que se conecta al SEIN en la SE Marcona.
Talara	30	Piura	Talara	Pariñas	101	30/08/2014	120	Consta de 17 aerogeneradores marca Vestas de 1.8 MW cada uno. Esta central incluye una subestación y línea de transmisión 220 kV que se interconecta al SEIN en la SE Pariñas.
Cupisnique	80	La Libertad	Pacasmayo	San Pedro de Lloc	242	30/08/2014	120	Consta de 45 aerogeneradores marca Vestas de 1.8 MW cada uno. Esta central incluye una subestación y línea de transmisión 220 kV que se interconecta al SEIN en la SE Guadalupe.
Repartición 20T	20	Arequipa	Arequipa	La Joya	73.5	31/10/2012	37.6	Está constituida por 55 704 módulos fotovoltaicos y 16 centros de transformación. Su factor de planta es 21.4%. También incluye una subestación y línea de transmisión de 138 kV que se conecta al SEIN en la SE Repartición.
Majes Solar 20T	20	Arequipa	Caylloma	Majes	73.6	31/10/2012	38	Está constituida por 55 704 módulos fotovoltaicos y 16 centros de transformación. Su factor de planta es 21.5%. Incluye una subestación y línea de transmisión de 138 kV que se conecta al SEIN en la SE Repartición.
Tacna Solar	20	Tacna	Tacna	Tacna	94.6	31/10/2012	47.2	Está constituida por 74 988 módulos FV, equipada con 182 sistemas de seguimiento solar y 16 centros de transformación. Su factor de planta es 27%, además, incluye una subestación y línea de transmisión en 66 kV que se conecta al SEIN en la SE Los Héroes.
Panamericana Solar	20	Moquegua	Mariscal Nieto	Moquegua	94.6	31/12/2012	50.7	Está constituida por 72 000 módulos FV, equipada con 174 sistemas de seguimiento solar y 16 centros de transformación. Asimismo, incluye una subestación y línea de transmisión en 138 kV que se conecta al SEIN en la SE Ilo ELP.
Cogeneración Paramonga	23	Lima	Barranca	Barranca	31	31/03/2010	115	Quema el bagazo (residuo de caña) con la finalidad de producir calor para crear vapor, el cual es empleado para generar energía

								eléctrica mediante una unidad de generación con turbina de vapor marca Siemens.
Huaycoloro	4.4	Lima	Huachochiri	San Antonio	10.5	30/12/2011	28.3	A partir de la basura, emplea el biogás generado en las plataformas del relleno sanitario Huaycoloro para la generación eléctrica. Cuenta con tres unidades de generación con turbina marca Caterpillar.

Nota. No se incluye a las minicentrales hidráulicas subastadas.

Fuente: División de Supervisión de Electricidad (2019)⁷. Elaboración: GPAE-Osinergmin.

⁷ División de Supervisión de Electricidad (2019). *Ficha Técnica - Junio 2019*. Documentos varios.

ANEXO 7 – Proyectos de la segunda subasta RER

Central de generación	Potencia instalada (MW)	Ubicación			Inversión (millones de USD)	Puesta en Operación Comercial	Producción anual aproximada (GWh)	Aspectos específicos
		Departamento	Provincia	Distrito				
La Gringa V	3.2	Lima	Huarocharí	San Antonio	5.1	31/08/2015	14.02	Produce energía mediante dos generadores de 1.6 MW cada uno, que usan residuos urbanos (gas de Huaycoloro) como fuente. Esta central se conecta al SEIN en la SE Santa Rosa 220 kV.
Tres Hermanas	97.15	Ica	Nazca	Marcona	185.7	11/03/2016	415.8	Consta de 33 aerogeneradores Siemens, ocho de 2.3 MW y 25 de 3.15 MW. Esta central se conecta al SEIN en la SE Marcona 220 kV.
Moquegua FV	16	Moquegua	Mariscal Nieto	Moquegua	43	31/12/2014	43	Central fotovoltaica con módulos fijos. Se conecta al SEIN en la SE Ilo 138 kV.
Canchayllo	5.26	Junín	Jauja	Canchayllo	10	31/12/2014	25.16	Posee dos unidades de generación. Es una central hidráulica de toma de agua que aprovecha al río Pachacayo como recurso hídrico. Se conecta al SEIN en la SE Oroya Nueva.
Renovandes H1	20	Junín	Chanchamayo	Perené	71.6	20/03/2018	150	Posee una unidad de generación. Es una central hidráulica de pasada que aprovecha al río Huatziroki como recurso hídrico. Se conecta al SEIN en la SE La Virgen 60kV.
Runatullo III	20	Junín	Concepción	Mariscal Castilla	31.1	22/11/2014	120	Posee dos unidades de generación. Es una central hidráulica de embalse que aprovecha al río Runatullo como recurso hídrico. Se conecta al SEIN en la SE Huayucachi 220 kV.
Manta	19.78	Áncash	Corongo	Corongo	43.6	Pendiente	127.5	Poseerá dos unidades de generación. Es una central hidráulica de pasada que aprovecha al río Manta como recurso hídrico. Se conectará al SEIN en la SE La Pampa 66 kV. En junio de 2019, el avance físico del proyecto es de 87.9% y el avance económico es de 95.1%.
8 de Agosto	19	Huánuco	Huamalíes	Monzón	51	Pendiente	140	Poseerá dos unidades de generación. Es una central hidráulica fluyente que aprovecha al río Aucantagua como recurso hídrico. Se conectará al SEIN en la SE Tingo María 138 kV. En junio de 2019, las obras se encontraban en etapa de ejecución, sin embargo, no tienen el avance real programado a la fecha.

El Carmen	8.4	Huánuco	Huamalíes	Monzón	15	Pendiente	45	Poseerá dos unidades de generación. Es una central hidráulica que aprovecha al río El Carmen como recurso hídrico. Se conectará al SEIN en la SE Tingo María 138 kV. En junio de 2019, las obras se encontraban en etapa de ejecución, sin embargo, no tienen el avance real programado a la fecha.
Huatziroki I	19.2	Junín	Chanchamayo	Perené	23.2	Pendiente	72.3	Poseerá tres unidades de generación. Es una central hidráulica de pasada que aprovecha al río Huatziroki como recurso hídrico. Se conectará al SEIN en la SE Yurinaki 60 kV. En junio de 2019, el proyecto se encontraba paralizado.

Fuente: División de Supervisión de Electricidad (2019)⁸. Elaboración: GPAE-Osinermin.

⁸ División de Supervisión de Electricidad (2019). *Ficha Técnica - Junio 2019*. Documentos varios.

ANEXO 8 – Proyectos de la tercera subasta RER

Central de generación	Potencia instalada (MW)	Ubicación			Inversión (millones de USD)	Puesta en Operación Comercial	Producción anual aproximada (GWh)	Aspectos específicos
		Departamento	Provincia	Distrito				
Carhuac	20	Lima	Huachirí	Huanza	27	07/11/2018	97	Posee dos unidades de generación. Es una central hidráulica de pasada que aprovecha al río Macachaca como recurso hídrico. Se conecta al SEIN en la SE Callahuanca 60 kV.
Potrero	19.9	Cajamarca	San Marcos	Eduardo Villanueva	46	29/04/2017	134.21	Posee dos unidades de generación. Es una central hidráulica de pasada que aprovecha al río Crisnejas como recurso hídrico. Se conecta al SEIN en la SE Aguas Calientes 60 kV. El principal factor de frenaje para la conclusión de las obras fue la caída de huaycos y crecida del río Crisnejas.
Runatullo II	19.1	Junín	Concepción	Mariscal Castilla	35.6	24/12/2014	97	Posee dos unidades de generación. Es una central hidráulica fluyente que aprovecha al río Runatullo como recurso hídrico. Se conecta al SEIN en la SE Huayucachi 220 kV.
Yarucaya	17.5	Lima	Huaura	Sayán	37.2	17/08/2017	115	Posee dos unidades de generación. Es una central hidráulica de derivación que aprovecha al río Huaura como recurso hídrico. Se conecta al SEIN en la SE Andahuasi 66 kV.
Zaña 1	13.2	Cajamarca	San Miguel	La Florida	32	15/02/2019	80.94	Posee dos unidades de generación. Es una central hidráulica de pasada que aprovecha al río Zaña como recurso hídrico. Se conecta al SEIN en la SE Cayalti 60 kV.
Colca	12.05	Junín	Huancayo	Colca	30	Pendiente	70.2	Constaría de dos unidades de generación. Es una central hidráulica de derivación que aprovechará al río Quillón como recurso hídrico. Se conectará al SEIN en la SE Huayucachi 60 kV. A junio de 2019, el proyecto se encontraba paralizado y con un avance físico de 6.1%.
Hydrika 1	6.6	Áncash	Pallasca	Pampas	22.4	Pendiente	35.61	Constaría de una unidad de generación. Es una central hidráulica de derivación que aprovechará al río Plata y la quebrada Lechuga como recurso hídrico. A junio de 2019, el proyecto se encontraba paralizado y con un avance físico de 19.3%.
Hydrika 2	4	Áncash	Pallasca	Pampas	8.2	Pendiente	20.02	Constaría de una unidad de generación. Es una central hidráulica de derivación que aprovechará al río Pelagatos como recurso

								hídrico. A junio de 2019, el proyecto se encontraba paralizado y con un avance físico de 1.4%.
Hydrika 3	10	Áncash	Pallasca	Pampas	30.6	Pendiente	50.81	Constaría de dos unidades de generación. Es una central hidráulica con presa tirolesa sin embalse que aprovechará al río Pampas como recurso hídrico. A junio de 2019, el proyecto se encontraba paralizado y con un avance físico de 4.7%.
Hydrika 4	8	Áncash	Pallasca	Pampas	18.6	Pendiente	44.79	Constaría de dos unidades de generación. Es una central hidráulica con presa tirolesa sin embalse que aprovechará al río Conchucos como recurso hídrico. A junio de 2019, el proyecto se encontraba paralizado y con un avance físico de 1%.
Hydrika 5	10	Áncash	Pallasca	Pampas	21.9	Pendiente	57.93	Constaría de dos unidades de generación. Es una central hidráulica con presa tirolesa sin embalse que aprovechará al río Conchucos como recurso hídrico. A junio de 2019, el proyecto se encontraba paralizado y con un avance físico de 1.2%.
Karpa	20	Huánuco	Huamalíes	Tantamayo	57.6	Pendiente	130	Constaría de dos unidades de generación. Es una central hidráulica de pasada que aprovechará al río Carpa como recurso hídrico. Se conectará al SEIN en la SE La Unión. A junio de 2019, el proyecto se encontraba paralizado y con un avance físico de 0% y un avance económico de 2.5%.
Laguna Azul	20	Arequipa	Castilla	Ayo	52	Pendiente	130	Constaría de dos unidades de generación. Es una central hidráulica de derivación que aprovechará al río Mamacocha como recurso hídrico. Se conectará al SEIN en la SE Chipmo 66 kV. A junio de 2019, no se ha iniciado la construcción de la obra.
Santa Lorenza I	18.7	Huánuco	Ambo	San Rafael	55.26	Pendiente	144	Constaría de dos unidades de generación. Es una central hidráulica de derivación que aprovechará al río Huallaga como recurso hídrico. A junio de 2019, el proyecto se encontraba paralizado y con un avance físico de 61.6% y uno económico de 60.2%.

Fuente: División de Supervisión de Electricidad (2019)⁹. Elaboración: GPAE-Osinergmin.

⁹ División de Supervisión de Electricidad (2019). *Ficha Técnica - Junio 2019*. Documentos varios.

ANEXO 9 – Proyectos de la cuarta subasta RER

Central de generación	Potencia instalada (MW)	Ubicación			Inversión (millones de USD)	Puesta en Operación Comercial	Producción anual aproximada (GWh)	Aspectos específicos
		Departamento	Provincia	Distrito				
Callao	2.4	Callao	Callao	Ventanilla	2.5	Pendiente	14.5	Constará de dos unidades de generación. Es una central de combustión interna (biogás). Se conectará al SEIN en la SE Chillón 10 kV. A junio de 2019, el proyecto se encontraba con un avance físico de 90%.
Huaycoloro II	2.4	Lima	Huachirí	San Antonio	2.5	29/08/2018	14.5	Consta de dos unidades de generación. Es una central de combustión interna (biogás). Se conecta al SEIN en la SE Huachipa 22.9 kV. A junio de 2019, la concesionaria está realizando el trámite para el cambio de nombre por el de Central Termoelectrónica Doña Catalina.
Duna	18.4	Cajamarca	Chota	Huambos	25.9	Pendiente	81	Constará de siete aerogeneradores Gamesa. Esta central se conecta al SEIN en la SE Carhuaquero 138 kV. El 11/02/2019, iniciaron las obras preliminares como movimiento de tierras, replanteo topográfico y construcción de acceso a la ubicación de los aerogeneradores.
Huambos	18.4	Cajamarca	Chota	Huambos	25.9	Pendiente	84.6	Constará de siete aerogeneradores Gamesa. Esta central se conecta al SEIN en la SE Carhuaquero 138 kV. El 11/02/2019, iniciaron las obras preliminares como movimiento de tierras, replanteo topográfico y construcción de acceso a la ubicación de los aerogeneradores.
Wayra I	132.3	Ica	Nazca	Marcona	165.8	19/05/2018	573	Consta de 42 aerogeneradores Acciona. Esta central se conecta al SEIN en la SE Poroma 220 kV. Fuertes vientos en la zona de trabajo causaron atrasos en el montaje de aerogeneradores.
Alli	14.51	Ayacucho	Lucanas	Lucanas	29.5	Pendiente	69.32	Constará de dos unidades de generación. Es una central hidráulica de pasada que aprovechará al río San José como recurso hídrico. Se conectará al SEIN en la SE Puquio 60 kV. A junio de 2019, el proyecto se encontraba con un avance físico de 0%.
Ayanunga	20	Huánuco	Huamalíes	Monzón	54.07	Pendiente	131.65	Constará de dos unidades de generación. Es una central hidráulica de pasada que aprovechará al río Ayanunga y Pan de

								Azúcar como recurso hídrico. Se conectará al SEIN en la SE 8 de Agosto 138 kV. A junio de 2019, el proyecto se encontraba con un avance físico de 14% Las actividades en obra limitan al mantenimiento de actividades ejecutadas.
Her 1	0.7	Lima	Lima	San Juan de Lurigancho	3.15	30/08/2018	4.66	Consta de dos unidades de generación. Es una central hidráulica de pasada que aprovecha al río Rímac y Santa Eulalia como recurso hídrico. Se conecta al SEIN en la SE Huampaní 10 kV.
Hydrika 6	8.9	Áncash	Pallasca	Pallasca	21	Pendiente	60	Poseerá dos unidades de generación. Es una central hidráulica de pasada que aprovechará al río Tablachaca como recurso hídrico. Se conectará al SEIN en la SE Pallasca. A junio de 2019, el proyecto se encontraba con un avance físico de 1.3%.
Kusa	15.55	Ayacucho	Lucanas	Lucanas	26.9	Pendiente	72.53	Poseerá dos unidades de generación. Es una central hidráulica de pasada que aprovechará al río San José como recurso hídrico. Se conectará al SEIN en la SE Puquio 60 kV. A junio de 2019, el proyecto se encontraba con un avance físico de 0%.
Rucuy	20	Lima	Huaral	Pacaraos	42	09/08/2016	110	Posee dos unidades de generación. Es una central hidráulica que aprovecha al río Chancay como recurso hídrico. Se conecta al SEIN en la SE Huaral 60 kV.
Intipampa	40	Moquegua	Mariscal Nieto	Moquegua	52.3	31/03/2018	108.4	Es una central solar de 13 812 módulos fotovoltaicos que se conecta al SEIN en la SE Nueva subestación 138 kV.
Rubí	144.48	Moquegua	Mariscal Nieto	Moquegua	165	30/01/2018	415	Es una central solar de 56 088 módulos fotovoltaicos que se conecta al SEIN en la SE Montalvo 220 kV.

Fuente: División de Supervisión de Electricidad (2019)¹⁰. Elaboración: GPAE-Osinergmin.

¹⁰ División de Supervisión de Electricidad (2019). *Ficha Técnica - Junio 2019*. Documentos varios.

ANEXO 10 – Experiencia internacional de la generación distribuida

Generación distribuida en Chile

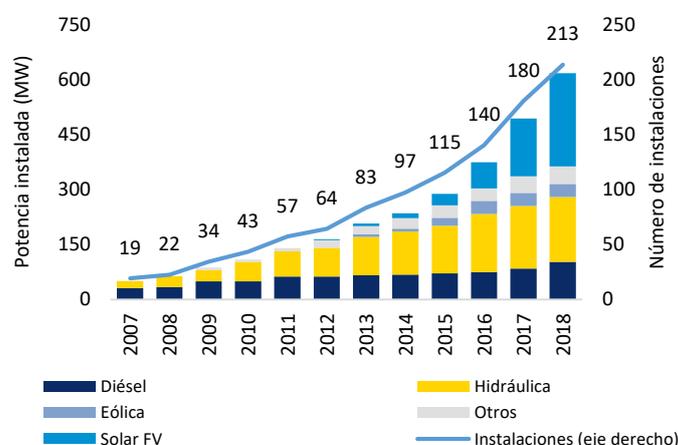
En Chile, la implementación de la generación distribuida se encuentra sujeta a dos marcos regulatorios: el Decreto N° 244 de 2006¹¹, y la Ley N° 20.571 de 2012¹². Según el Ministerio de Energía de dicho país, en el primero, se introduce el concepto Pequeños Medios de Generación Distribuida (PMGD) y en el segundo se implementa el esquema *Net Billing* (Ministerio de Energía, 2018)¹³.

a) Pequeños Medios de Generación Distribuida

Mediante este esquema, los clientes regulados o libres pueden conectar en la red de distribución sistemas con una capacidad mayor a 100 kW hasta el límite de 9 MW. Al respecto, los proyectos no mayores a 1.5 MW se tramitan mediante un procedimiento abreviado.

Como se muestra en el siguiente gráfico, el crecimiento de las instalaciones PMGD se dio en primer lugar con unidades de generación hidráulicas y de diésel. En los últimos años, se incrementó significativamente con las centrales solares fotovoltaicas, logrando alcanzar 617 MW de potencia instalada en 2018.

Potencia instalada y número de instalaciones bajo el esquema de PMGD en Chile



Fuente: Comisión Nacional de Energía de Chile¹⁴. Elaboración: GPAE-Osinergmin.

¹¹ Reglamento que aprueba para medios de generación no convencionales y pequeños medios de generación establecidos en la Ley General de Servicios Eléctricos.

¹² Ley para asegurar el desarrollo eficiente de la generación eléctrica. Aunque la Ley se aprobó en 2012, recién entró en vigencia en 2014 con la publicación de su reglamento (Decreto N° 71).

¹³ Ministerio de Energía (2018). *Diagnóstico para una nueva regulación de la distribución eléctrica en Chile*. Recuperado de http://www.minenergia.cl/archivos_bajar/2019/03/2019_01_15_Diagnostico_para_una_nueva_regulacion_de_la_distribucion_electrica_en_Chile.pdf

¹⁴ Información disponible en <http://energiaabierta.cl/catalogo/ernc/>

b) Net Billing

Este esquema promueve que los clientes finales regulados de las empresas de distribución instalen sistemas de generación mediante energías renovables no convencionales y cogeneración eficiente hasta una capacidad instalada de 100 kW¹⁵. Estos sistemas están conectados a las redes de baja tensión (hasta 400 V), con el objetivo de abastecer los requerimientos de energía y permitir vender los excedentes de energía al sistema. Las inyecciones de energía realizadas por los hogares son valorizadas a una tarifa menor que el precio final de compra de la energía.

Cabe señalar que, de acuerdo a lo establecido en la Ley N° 20.571, los costos de las instalaciones necesarias y adicionales para inyectar la energía producida por los medios de generación deben ser asumidos de forma exclusiva por el propietario de la instalación.

En el siguiente gráfico, se muestra la evolución del número de instalaciones de generación distribuida bajo el presente esquema. Se evidencia que en 2018 se realizaron 4.4 mil instalaciones, con las cuales se alcanzó un total de 24.4 MW de capacidad instalada. Al respecto, el número de unidades de Generación Distribuida se encuentra conformado, casi en su totalidad, por unidades solares fotovoltaicas (99.9% a 2018). Asimismo, se debe resaltar que el 90% del total de instalaciones bajo el esquema *Net Billing* corresponde a conexiones con una potencia instalada menor a 10 kW.

Número de instalaciones y potencia instalada bajo el esquema Net Billing en Chile



Fuente: Comisión Nacional de Energía de Chile¹⁶. Elaboración: GPAE-Osinergmin.

Es importante resaltar que a pesar de contar con un reglamento desde 2006, el crecimiento en este tipo de conexiones recién se acentuó en años recientes, producto de la disminución en el costo de la tecnología solar fotovoltaica.

¹⁵ En 2018, se hicieron cambios a la Ley N° 20.571, que incluyen, entre otros aspectos, incrementar el límite máximo de capacidad instalada hasta 300 kW. Sin embargo, a la fecha las modificaciones están pendientes de reglamentación.

¹⁶ Información disponible en <http://energiaabierta.cl/catalogo/ernc/>

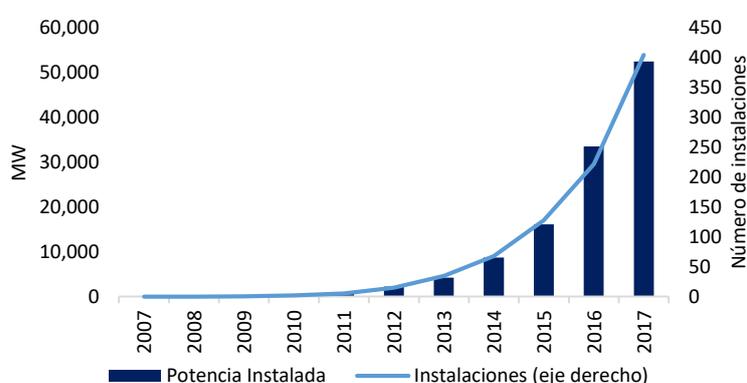
Generación distribuida en México

La generación distribuida en México se encuentra enmarcada dentro de la Ley de la Industria Eléctrica (LIE), de 2014. En esta Ley, la generación distribuida es aquella realizada por un generador exento, es decir, aquellos generadores que no requieren permiso para producir energía eléctrica¹⁷ y que tienen una capacidad instalada menor a 0.5 MW. Asimismo, el sistema de generación debe estar interconectado a un circuito de distribución que contenga alta concentración de centros de carga. Antes de la promulgación de la LIE, los proyectos bajo esquemas de generación distribuida se desarrollaron mediante Contratos de Interconexión de Pequeña y Mediana Escala (Secretaría de Energía, 2018)¹⁸. Estos permitían a los usuarios autoabastecerse de energía bajo el esquema *Net Metering*. La capacidad instalada alcanzada bajo este marco regulatorio, en el periodo 2007-2013, fue de 29.1 MW.

Posteriormente, con la LIE, se establecieron tres mecanismos de compensación para los contratos de contraprestación asociados a la interconexión de una central eléctrica, permitiendo vender los excedentes a la red. Estos son: a) medición neta de energía, b) facturación neta de energía, y c) venta total de energía. A 2017, la capacidad instalada alcanzada bajo este nuevo marco regulatorio fue de 394 MW, de los cuales el 98% pertenece a paneles fotovoltaicos. También se tienen centrales de bioenergía y eólicas, aunque en una menor proporción, 0.99% y 0.01% respectivamente. Cabe señalar que el 90% del total de instalaciones tiene una potencia menor a los 10 kW.

El siguiente gráfico muestra la evolución del número de instalaciones, las cuales casi en su totalidad corresponden a la tecnología solar fotovoltaica (99.8%). Se evidencia un importante crecimiento en 2017 producto de la disminución en el costo de la tecnología.

Número de instalaciones y potencia instalada de generación distribuida en México



Fuente: Comisión Reguladora de Energía de México¹⁹. Elaboración: GPAE-Osinergmin.

¹⁷ "Preguntas frecuentes sobre la nueva regulación en temas eléctricos". Información disponible en <http://www.cre.gov.mx/documento/faq-regulacion-electricos.pdf>

¹⁸ Secretaría de Energía (2018). *Política pública para promover la generación distribuida en México*.

Recuperado de

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/411515/Politica_Publica_Generacion_Distribuida_en_Mexico.pdf

¹⁹ Información disponible en

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/483322/Estadisticas_GD_2019-1.pdf