

Ministerio de Energía y Minas



PROSPECTIVA ESTRATÉGICA DEL SECTOR ENERGÉTICO

Directiva 001-2014-CEPLAN

2016



CONTENIDO DE LA PROSPECTIVA ESTRATÉGICA DEL SECTOR ENERGÉTICO

DESARROLLO DE LA FASE DE ANÁLISIS PROSPECTIVO	3
1. DISEÑO DEL MODELO CONCEPTUAL DEL SECTOR ENERGÉTICO	3
A. COMPONENTE GENERAL 1: SOSTENIBILIDAD ECONÓMICA.....	4
B. COMPONENTE GENERAL 2: SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL	16
C. COMPONENTE GENERAL 3: SOSTENIBILIDAD SOCIAL.....	21
D. COMPONENTE GENERAL 4: GOBERNANZA SECTORIAL	24
2. ANÁLISIS DE TENDENCIAS Y EVENTOS FUTUROS DEL SECTOR ENERGÉTICO.....	28
A. ANÁLISIS DE TENDENCIAS ENERGÉTICAS	29
B. ANÁLISIS DE EVENTOS FUTUROS ENERGÉTICOS	42
3. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES ESTRATÉGICAS Y DIAGNÓSTICO DEL SECTOR ENERGÉTICO	46
4. CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIOS DEL SECTOR ENERGÉTICO.....	50
5. IDENTIFICACIÓN DE OPORTUNIDADES Y RIESGOS DEL SECTOR ENERGÉTICO	53
ANEXOS	54
1. Glosario de Términos	54
2. Bibliografía	57



DESARROLLO DE LA FASE DE ANÁLISIS PROSPECTIVO

El presente documento fue elaborado en el marco de la “Directiva General del Proceso de Planeamiento Estratégico – Sistema Nacional de Planeamiento Estratégico”, Directiva N° 001-2014-CEPLAN, aprobada por la Resolución de Presidencia del Consejo Directivo N° 26-2014-CEPLAN/PCD.

El Análisis Prospectivo del Sector Energético se divide en cinco capítulos. El primer capítulo corresponde al Diseño del Modelo Conceptual; el segundo consiste en el Análisis de Tendencias y Eventos Futuros; el tercero trata sobre la Identificación de las Variables Estratégicas y su Diagnóstico Evolutivo; el cuarto, la Construcción de Escenarios; y finalmente, el quinto capítulo, sobre la Identificación de Oportunidades y Amenazas.

1. DISEÑO DEL MODELO CONCEPTUAL DEL SECTOR ENERGÉTICO



A continuación, se consideran cuatro componentes generales (Nivel 1) que representan las dimensiones del Sector Energético. Los tres primeros componentes – Sostenibilidad Económica, Sostenibilidad Ambiental y Sostenibilidad Social – parten de los tres pilares en los que se basa el Desarrollo Sostenible. El cuarto componente – Gobernanza Sectorial – responde a la necesidad de plantear una gestión pública basada en la capacidad, entre otros, de lograr el fortalecimiento institucional y, así, satisfacer las necesidades de la generación actual y de las generaciones futuras a través del fortalecimiento de la competitividad del Sector Energético, a partir del respeto al Estado de Derecho y la Constitución.

Cuadro N° 1

Componentes del Modelo Conceptual del Sector Energético

	COMPONENTES	
	NIVEL 1	NIVEL 2
Modelo Conceptual del Sector Energético	A. SOSTENIBILIDAD ECONÓMICA	A.1 Contribución al Desarrollo Económico
		A.2 Promoción de la Energía
		A.3 Seguridad Energética
		A.4 Eficiencia Energética
		A.5 Competitividad Energética
		A.6 Investigación e Innovación en Energía
	B. SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL	B.1 Calidad Ambiental
		B.2 Ecoeficiencia
		B.2 Energía Renovable
	C. SOSTENIBILIDAD SOCIAL	C.1 Contribución al desarrollo social
		C.2 Gestión de Grupos de Interés
		C.3 Participación Ciudadana
		C.4 Consulta Previa
		C.5 Conflictividad Social Energética
	D. GOBERNANZA	D.1 Marco Normativo y Transparencia Institucional
		D.2 Supervisión y Fiscalización
		D.3 Modernización Institucional
		D.4 Presencia del Estado

A. COMPONENTE GENERAL 1: SOSTENIBILIDAD ECONÓMICA

El papel que desempeña el sector energético en la sostenibilidad económica se da a través de la satisfacción de las necesidades básicas de la población presente y futura con un “suministro de energía de manera confiable, continua y eficiente”¹. El sector energético se sostiene a largo plazo al no agotar el capital natural que suministran los recursos naturales y se reducen los impactos negativos que la demanda energética insatisfecha pueda causar en el desarrollo económico, en la salud y en el medio ambiente.

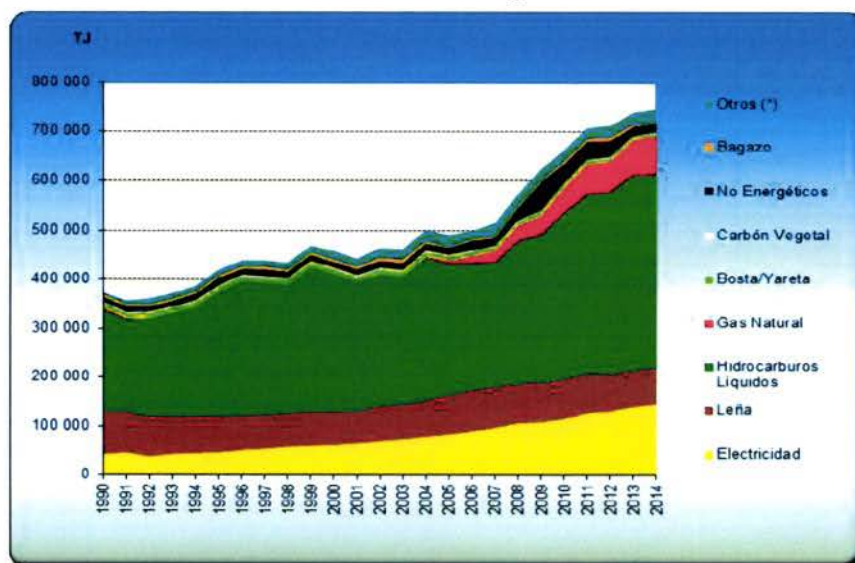
Componentes Específicos (nivel 2) del Componente Sostenibilidad Económica

A.1 Contribución al Desarrollo Económico. -

El Sector Energético tiene una estrecha relación con el desarrollo y crecimiento de la economía del país. La energía es un importante insumo para la mayoría de las actividades económicas, principalmente las industriales y de transporte. A partir del consumo de energía, la identificación y determinación de la demanda energética, es posible “establecer las condiciones para la instalación y construcción de nuevas infraestructuras que permitan la producción de combustibles y la generación de energía eléctrica”², lo que a su vez facilita el desarrollo productivo y económico del país.

En el periodo 1990-2014, la magnitud del consumo final de energía total del Perú se ha incrementado en relación a las condiciones del crecimiento económico nacional a consecuencias de las mejoras en las condiciones sociales de los ciudadanos. Durante el periodo más reciente (2010-2014), la tasa promedio de crecimiento anual del consumo de energía final fue de 3.64% y la del PBI de 5.81%.

Gráfico N° 1
Consumo Final de Energía - Perú



(*) Carbón mineral y derivados

Fuente: Balance Nacional de Energía 2014, DGEE - MEM

Como se puede apreciar en el Gráfico N° 1, en el 2014, el consumo final de energía fue de 745,461 TJ y su estructura según las fuentes de energía estuvo conformada de la siguiente manera: 27% diesel/DB5 como la mayor fuente participativa, 19% electricidad, 10% gas distribuido, 10% leña, 10% gas licuado,

¹ Plan Energético Nacional 2014-2025. Documento de Trabajo. Resolución Ministerial N° 185-2014-MEM-DM. Dirección General de Eficiencia Energética, Ministerio de Energía y Minas, pp. 26.

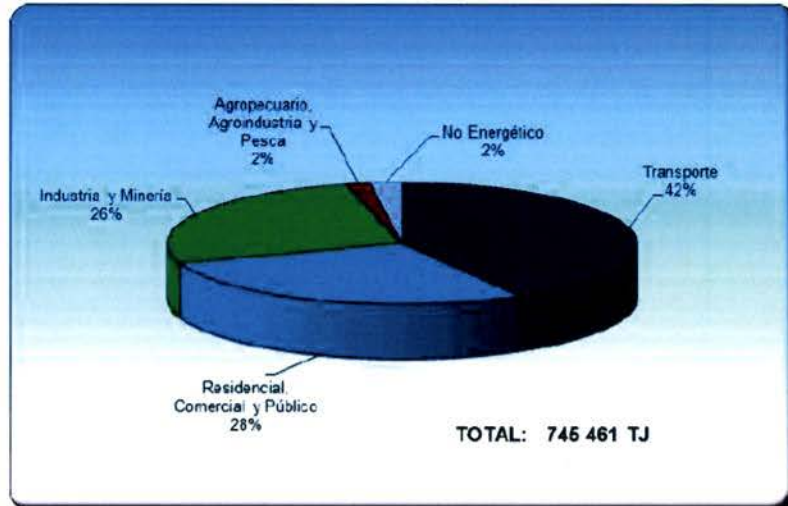
² Ibid, pp. 26.



8% gasohol, 5% turbo, 2% no energéticos de petróleo y gas, 4% carbón mineral, 1% petróleo industrial, 1% bagazo, 1% bosta y yareta, 1% gasolina motora, y finalmente, completando con porcentajes menores el carbón vegetal y la energía solar.

Gráfico N° 2

Estructura del Consumo Final de Energía por Sectores Económicos: 2014



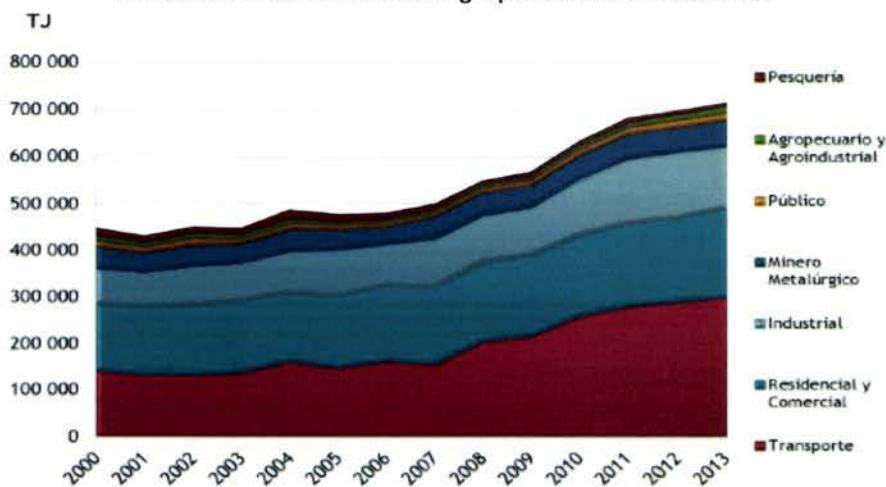
Fuente: Balance Nacional de Energía 2014, DGEE - MEM

A nivel de sectores económicos (Gráfico N° 2 y N° 3), el sector de Transporte es el que participa con un consumo de energía mayor al 40%, seguido del sector Residencial y Comercial con 27% y del sector Industrial con 18%. En el Plan Energético Nacional 2014-2025 se menciona que:

“Sin embargo, la participación de algunos sectores económicos específicos en la demanda final total de energía muestra variaciones promedio anual más saltantes; así el sector transporte se incrementa en 5,9%, debido principalmente al transporte masivo de pasajeros y de carga que demanda como fuente el Diésel; mientras que el Sector Industrial, Residencial y Comercial, y Pesquería, varían respectivamente en 4,2%, 2,2%, y -5,9% durante el periodo 2000-2013”³.

Gráfico N° 3

Evolución del Consumo de Energía por Sectores Económicos



Fuente: Balance Nacional de Energía 2013, PEN 2014-2025, DGEE - MEM

³ Plan Energético Nacional 2014-2025. Documento de Trabajo. Resolución Ministerial N° 185-2014-MEM-DM. Dirección General de Eficiencia Energética, Ministerio de Energía y Minas, pp. 31.

HUB Energético:

La Política Energética Nacional establece como uno de sus objetivos que el Perú esté integrado con los mercados energéticos de países de la región y que los mecanismos de integración establecidos sean con horizontes de corto y largo plazo⁴. También se establece como lineamiento de política el promover la construcción de la infraestructura de transporte que requiera el proceso de integración energética y el desarrollo de proyectos de generación eléctrica que aseguren la confiabilidad eléctrica nacional asociada al proceso de integración eléctrica.

Actualmente, la demanda de energía a nivel mundial ha venido aumentando a la par que el crecimiento de las economías y de la población. Según algunas proyecciones, la demanda energética aumentará en 40% para el año 2035, siendo las economías emergentes las de mayor crecimiento, en especial China e India⁵. Este contexto ofrece una oportunidad para la gestión geoestratégica global, así como para fortalecer el modelo energético interno frente a cambios inesperados, por lo cual, la interconexión y creación de un mercado regional devienen en necesarios.

En lo referente a la Integración Energética, se considera que para el año 2025 se fortalecerán los proyectos de integración energética con Ecuador, Brasil, Chile, Colombia, y Bolivia. Estas interconexiones tienen similares características, pero la infraestructura existente y/o por construir hace que algunos enlaces resulten más factibles y rentables a corto plazo que otros, y esto marca las prioridades. Se apunta a que el sector de energía de nuestro país se convierta en un HUB Energético de la región y que, luego de abastecer la demanda interna, pueda exportar energía de manera sostenible⁶.

En el contexto descrito, se tiene el “diseño de un enlace eléctrico de 500 kV con Ecuador, en adición al enlace de emergencias de 220 kV (L.T. Zorritos – Machala)”⁷. Esta línea está limitada por su capacidad de transmisión; no obstante, existe la voluntad e interés de lograr en el mediano plazo la integración con los países vecinos de la región, a través de un robusto y confiable sistema de transmisión.

Asimismo, se han tenido avances principales respecto a la integración Eléctrica Regional, como el de la Comunidad Andina de Naciones (CAN), Integración Eléctrica Perú – Ecuador, Integración Eléctrica Perú-Bolivia, Iniciativa SINEA (Sistema de Interconexión Eléctrica Andina), Grupo Binacional de Energía Perú – Chile, UNASUR, y el Memorando de Entendimiento entre el Ministerio de Energía y Minas de Perú y el Ministerio de Minas y Energía de Colombia.

A.2 Promoción de la Energía. -

La promoción energética se ve alentada desde los subsectores que componen al Sector de Energía. En el Subsector de Hidrocarburos, la empresa estatal PERUPETRO S.A. juega un rol muy importante en las inversiones de las actividades de exploración y explotación. La empresa estatal participa y organiza diferentes actividades relacionadas con la industria, tanto a nivel nacional como internacional.

Como se observa en el Gráfico N° 4, en el año 2015, las inversiones en actividades de exploración y explotación llegaron a los US\$ 755 millones, 36% menos que el año 2014, de los cuales US\$ 317 millones se invirtieron en exploración y US\$ 438 millones, en explotación⁸. La inversión en exploración disminuyó en 36.8% desde el año 2014 al 2015 y la inversión en explotación disminuyó en 36.8% para el mismo

⁴ Objetivo 6. *Política Energética Nacional*. Proyecto de Decreto Supremo para la aprobación de la Política Energética Nacional. Derogación del D.S. N° 064-2010-EM.

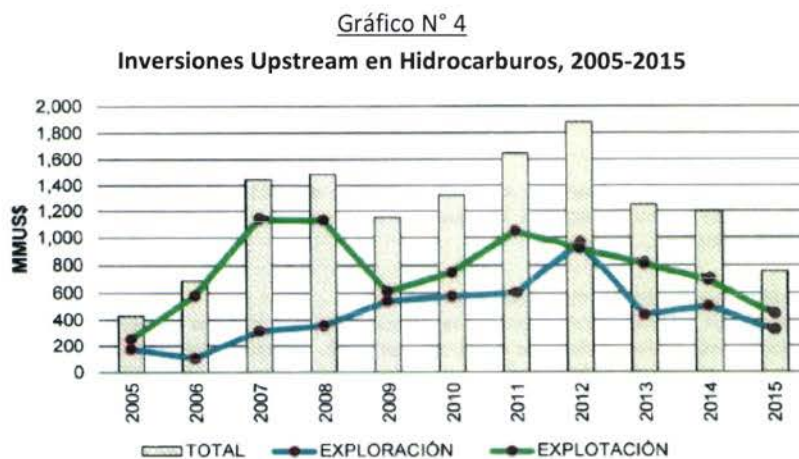
⁵ Conferencia virtual “El Futuro de la Energía en el Perú”, CEPLAN, 2015. Enlace: [<http://gestion.pe/economia/peru-puede-convertirse-hub-produccion-energia-region-2137628>]

⁶ *Plan Energético Nacional 2014-2025. Documento de Trabajo*. Resolución Ministerial N° 185-2014-MEM-DM. Dirección General de Eficiencia Energética, Ministerio de Energía y Minas, pp. 23.

⁷ Ibid.

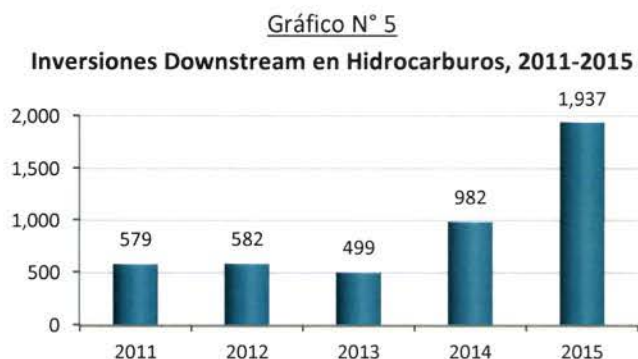
⁸ *Anuario Estadístico de Hidrocarburos. Resumen*, 2015. Dirección General de Hidrocarburos, Ministerio de Energía y Minas.

periodo. Con esta disminución de la inversión en hidrocarburos ya son 3 años consecutivos de caída, producto de la reducción del precio internacional de petróleo, lo que redujo los ingresos de las empresas, así como que se generaron ajustes económicos en los proyectos y, en algunos casos, la paralización de los mismos.



Fuente: Libro Anual de Reservas de Hidrocarburos, 2015, DGH - MEM

Sin embargo, con respecto a las inversiones en el proceso de refinación del petróleo crudo y el gas natural, y transporte y comercialización de sus derivados, para el 2015 ascendieron a US\$ 1,937 millones, monto que es aproximadamente el doble respecto a la cantidad invertida en el 2014, debido principalmente a las inversiones en el Gasoducto Sur Peruano, el cual representa el 42% y la modernización de la Refinería Talara, cuya participación es del 30%, como se puede apreciar en el Gráfico N° 5.

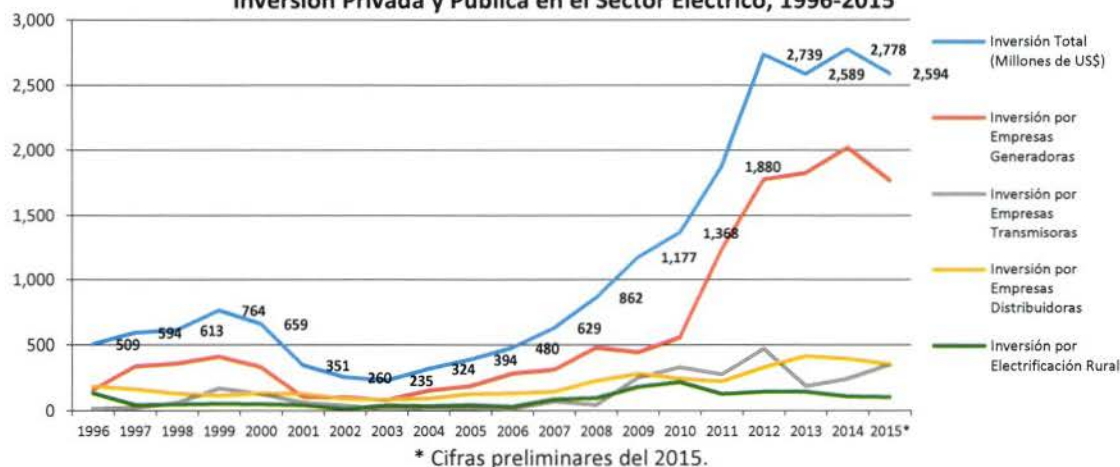


Fuente: Libro Anual de Reservas de Hidrocarburos, 2015, DGH - MEM

Por otra parte, acorde al Gráfico N° 6, la inversión en el sector eléctrico se mantuvo liderada por una tendencia creciente por el periodo 2004-2012, siendo entre los años 2011 y 2012 cuando la inversión en el sector experimentó el valor más fuerte del periodo. A pesar que en 2013 y 2014 hubo descensos en la inversión, estas no estuvieron por debajo del año 2011. La inversión en el sector fue de US\$ 2,593.5 millones en el año 2015, con un descenso de 6.6% con respecto al 2014. Según el Gráfico N° 6, las empresas que más contribuyeron en el crecimiento de las inversiones durante el periodo 2011 – 2015 fueron las empresas generadoras y transmisoras ya que, en el periodo de análisis, fueron puestas en servicio 33 centrales de generación eléctrica e importantes líneas de líneas de transmisión en 500 kV y 220 kV.

Gráfico N° 6

Inversión Privada y Pública en el Sector Eléctrico, 1996-2015



Fuente: Evolución de Indicadores del Sector Eléctrico 1995-2015, DGE, MEM

A.3 Seguridad Energética. -

La Agencia Internacional de Energía, define la Seguridad Energética como “la disponibilidad de fuentes de energía a un precio accesible y sin interrupción”⁹. Apuntando a la Seguridad e Independencia Energética, la Política Energética Nacional establece como otro de sus objetivos que el país cuente con un abastecimiento energético competitivo¹⁰. Para el aseguramiento del suministro energético se requiere analizar, entre otros, el nivel de reservas de los distintos sectores que componen a la energía.

Las Reservas Probadas de hidrocarburos a finales del 2015 han sido estimadas en 473 MMSTB de petróleo¹¹, 714 MMSTB de líquidos de gas natural y 14.09 TCF de gas natural¹² (Cuadro N° 2); y las Reservas no Probadas (Probables + Posibles) han sido estimadas en 748 MMSTB (362 + 386) de petróleo, 538 MMSTB (289 + 249) de líquidos del gas natural y 11.27 TCF (6.44 + 4.83) de gas natural.

Cuadro N° 2

Reservas de Hidrocarburos, 2015

RESERVAS DE HIDROCARBUROS AL 31 DE DICIEMBRE DEL 2015			
TIPO DE HIDROCARBUROS	PROBADAS	PROBABLES	POSIBLES
PETRÓLEO, MMSTB	473	192	210
LÍQUIDOS DEL GAS NATURAL, MMSTB	714	173	100
TOTAL HIDROCARBUROS LÍQUIDOS, MMSTB	1,187	365	311
GAS NATURAL, TCF	14.09	3.82	1.97
TOTAL PETRÓLEO EQUIVALENTE, MMSTB	3,535	1,002	639

Fuente: Libro Anual de Reservas de Hidrocarburos, 2015, DGH - MEM

Por otro lado, al analizar el margen de reservas del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN), Gráfico N° 7, se observa que ha ascendido a 40% en el 2014, luego de una caída en el año 2008 (19%)¹³. La oferta de generación eléctrica creció gracias al acceso de gas natural en la costa central de país. Con la configuración energética en el distrito de Chilca, muchas empresas importantes incrementaron sus operaciones. Desde el 2009, se dio una mayor expansión de la infraestructura de generación eléctrica,

⁹ Agencia Internacional de Energía. Enlace: <https://www.iea.org/topics/energysecurity/subtopics/whatisenergysecurity/>

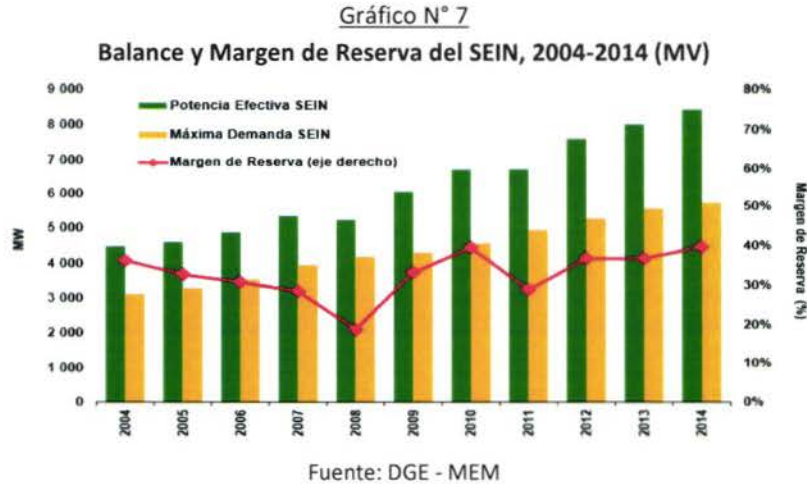
¹⁰ Objetivo 2. Política Energética Nacional. Proyecto de Decreto Supremo para la aprobación de la Política Energética Nacional. Derogación del D.S. N° 064-2010-EM.

¹¹ Las reservas probadas de petróleo corresponden a los Lotes que se encuentran en etapa de explotación y aquellos que han declarado la comercialidad de sus campos explorados.

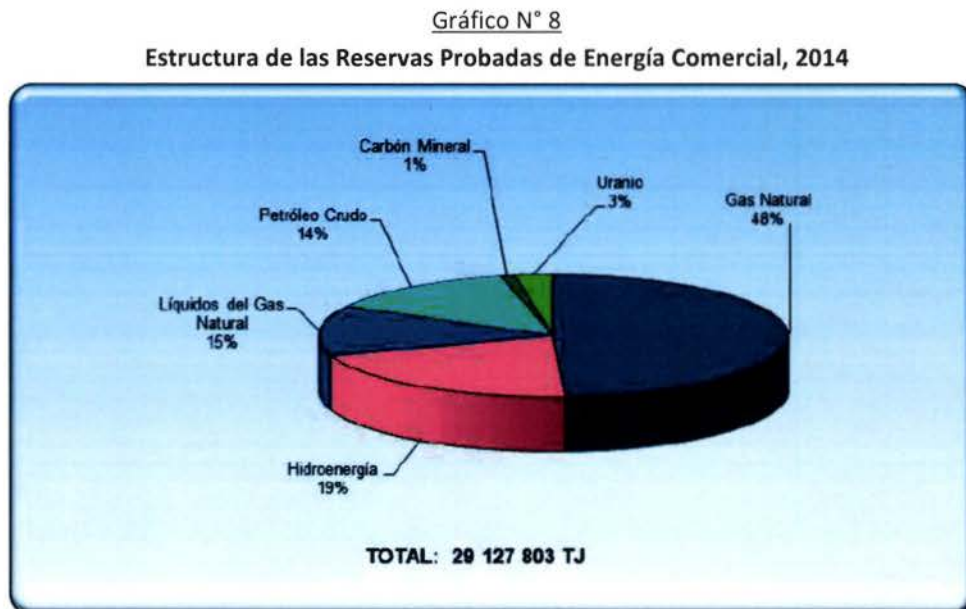
¹² Libro Anual de Reservas de Hidrocarburos, 2015. Dirección General de Hidrocarburos, Ministerio de Energía y Minas.

¹³ Anuario Ejecutivo de Electricidad, 2014. Dirección General de Electricidad, Ministerio de Energía y Minas, pp. 30.

principalmente de las centrales termoeléctricas, como la C.T. Chilca de Fenix Power en el 2014. Por el lado de la demanda, esta fue impulsada por el dinamismo de los clientes libres, particularmente del Sector Minero, el continuo crecimiento del consumo en los hogares y la incorporación de nuevos usuarios al sistema.



Si se analiza en términos energéticos, según el Gráfico N° 8, las Reservas Probadas de Energía Comercial a finales del 2014 fueron aproximadamente de 29'127,803 TJ, 5% menores a las registradas en el año 2013. Las reservas probadas de gas natural representaron el mayor porcentaje en términos energéticos y alcanzaron los 14'319,179 TJ, valor menor al 2013 debido a la producción del año 2014 y reestimación de reservas probadas. La segunda fuente de mayor reserva de energía es la Hidroenergética, la cual es una fuente renovable de energía que se mide considerando "la energía media anual a producirse durante 50 años en las centrales eléctricas instaladas, en construcción y en proyecto"¹⁴. Esta llega a un nivel aproximado de 5'965,666 TJ. La fuente de Petróleo Crudo tuvo una reserva probada de 3'953,166 TJ y los líquidos del Gas Natural tuvieron un nivel de reservas probadas de 3'848,706 TJ. Finalmente, el Carbón Mineral y el Uranio tuvieron unos niveles de 296,105 TJ y 744,981 TJ, respectivamente.



Fuente: Balance Nacional de Energía 2014, DGEE - MEM

¹⁴ Balance Nacional de Energía 2014. Dirección General de Eficiencia Energética, Ministerio de Energía y Minas.

Matriz Energética:

El modelo energético en el mundo, basado en combustibles fósiles y la energía nuclear de fisión han evidenciado la necesidad de una transición energética, es decir pasar del uso de recursos energéticos no renovables y contaminantes a la energía limpia y sostenible, capaz de satisfacer las necesidades energéticas presentes y futuras de la humanidad.

La Resolución 65/121 de la Asamblea General de las Naciones Unidas (a partir de la cual nace la Iniciativa “Energía Sostenible para Todos”) declaró el año 2012 como el <<Año Internacional de la Energía Sostenible para Todos>> y expuso su preocupación frente a la crisis energética en que los países en desarrollo dependen de la biomasa tradicional para cocinar y como fuente de calefacción, que carecen de electricidad y los pobres no pueden pagar los servicios energéticos modernos, incluso si están disponibles (2011: 1-2).

Al respecto, la Política Energética Nacional establece como objetivo el contar con una matriz energética diversificada, con énfasis en las fuentes renovables y la eficiencia energética¹⁵, para lo cual se han establecido lineamientos de política de planificación integrada del desarrollo de los recursos y establecer los mecanismos para su cumplimiento y en tener un inventario de recursos energéticos.

Asimismo, el Ministerio de Energía y Minas, con el apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo y del Ministerio de economía y finanzas, encargó la elaboración de un estudio estratégico de energía para el Perú con un horizonte de 30 años, siendo dos de los productos encargados: la Nueva Matriz Energética Sostenible para el Perú (NUMES) y su Evaluación Estratégica Ambiental (EAE)¹⁶.

En dicho estudio se establece:

“la estructura del consumo energético se ha volcado históricamente hacia el consumo de hidrocarburos, en particular, petróleo y sus derivados. Muestra de ello es la evolución de la Oferta Interna Bruta de energía primaria, que en el pasado se encontraba concentrada principalmente en el petróleo crudo y en la leña (casi 80% en los años setenta, ochenta y noventa), y que más recientemente ha dado una mayor participación al gas natural y a la energía hidroeléctrica”¹⁷ (2012: 10).

Para superar el estrés de crecimiento de la economía, el estudio en mención establece que la respuesta del sector energético debe ser un sistema diversificado y seguro, del menor costo posible y de mínimo impacto ambiental, para lo cual los lineamientos de la Política Energética Nacional citados anteriormente, proporcionan los objetivos del planeamiento energético para los próximos años y son parte de las premisas para el diseño de la NUMES y EAE¹⁸.

¹⁵ Objetivo 1. *Política Energética Nacional*. Proyecto de Decreto Supremo para la aprobación de la Política Energética Nacional. Derogación del D.S. N° 064-2010-EM.

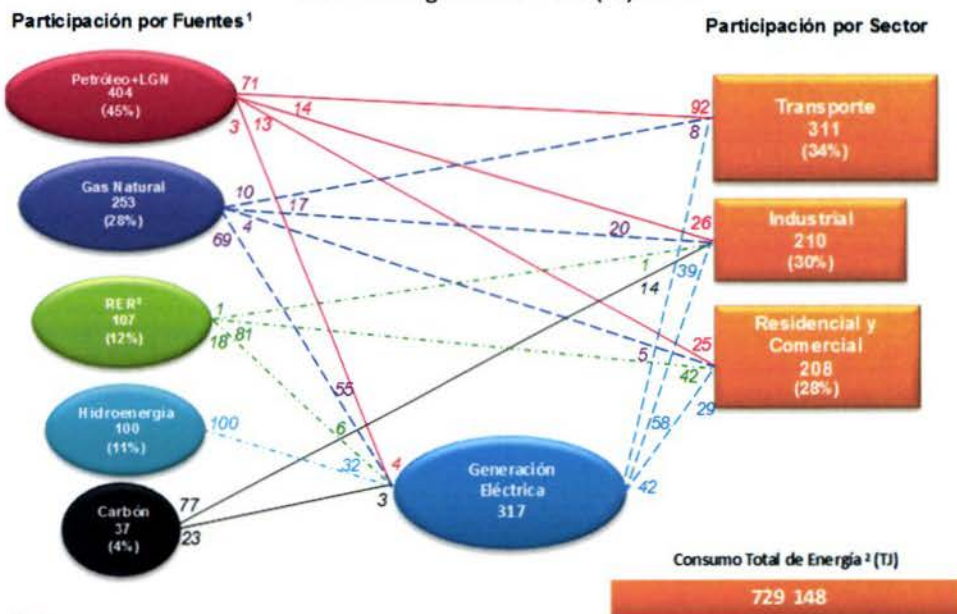
¹⁶ Cabe indicar que los resultados de estos estudios se efectuaron con información disponible al año 2010.

¹⁷ “Elaboración de la Nueva Matriz Energética Sostenible y Evaluación Ambiental Estratégica, como Instrumentos de Planificación”. Consorcio R. GARCÍA Consultores S.A., ARCAN Ingeniería y Construcciones S.A. y Centro de Conservación de Energía y del Ambiente - CENERGIA. MEF & BID, 2012.

¹⁸ Ibid, pp. 116.

Gráfico N° 9

Matriz Energética del Perú (PJ): 2014



NOTA:

¹: Después de pasar por los Centros de Transformación y/o descontadas las pérdidas, excepto para generación eléctrica

²: No considera consumos finales de No Energéticos

³: RER (Recurso de Energía Renovable) considera energía eólica, solar y biomasa (Leña, Bosta & Yareta y el Bagazo)

1/ El consumo de electricidad en el sector transporte

2/ PJ = 10¹⁵ Joule

Fuente: Balance Nacional de Energía 2014, DGEE - MEM

Al 2014, la matriz energética nacional estaba conformada acorde al Gráfico N° 9. Por un lado, la participación del petróleo en la matriz de energía primaria se redujo de 46% a 45%. Por otro lado, su participación en el Sector Transporte se incrementó pasando de 69% a 71%. El Gas Natural aumentó su participación a 253 PJ en el 2014, lo cual significa un 28% en la matriz de energía primaria, debido principalmente a las políticas de Estado que han fomentado la masificación del gas natural en los sectores Transporte, Comercial y Residencial.

En cuanto a la hidroenergía, esta redujo su participación en la matriz de energía primaria a 11% en el 2014; así también, su participación en la matriz de generación eléctrica disminuyó a un 32%. Esta reducción se explica por un aumento en la generación con Gas Natural, incrementando al 55% en el 2014.

En el caso del carbón mineral como fuente de energía primaria, esta se redujo a 4% en el año 2014. Sin embargo, se destinó 77% al sector industrial de su oferta total. Esto se explica por el crecimiento del sector construcción. Asimismo, en la matriz de generación eléctrica, el carbón mineral ha reducido su participación a 3% en el 2014.

Finalmente, en cuanto a las Energías Renovables, considerando la energía eólica, solar y de biomasa (leña, bagazo, bosta y yareta), estas redujeron su participación en la matriz de energía primaria a 12% en el año 2014. Este hecho se explica principalmente porque, en el sector residencial, el consumo de leña disminuyó a 42% en el 2014. Esto se debió a la penetración del GLP, a la migración de población rural y a los programas de sustitución de cocinas tradicionales de leña por cocinas mejoradas, entre otras, mejorando la calidad de vida de la población de zonas alto andinas. Dentro de la biomasa, el insumo que tiene mayor participación es la leña, especialmente utilizada en las zonas rurales del país. Es importante precisar que los costos de generación eléctrica a partir de la tecnología solar fotovoltaica y eólica (en

tierra) vienen disminuyendo desde hace 5 años, lo cual podría generar un incremento en su participación.

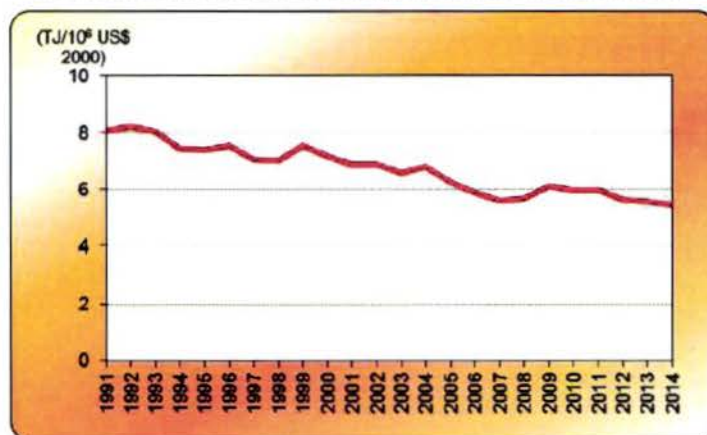
A.4 Eficiencia Energética. -

El D.S. N° 053-2007-EM que reglamenta la Ley N° 27345, Ley de Promoción del Uso Eficiente de la Energía, al fijar su objeto establece que el uso eficiente de la energía contribuye a asegurar el suministro de energía, mejorar la competitividad del país, generar saldos exportables de energéticos, reducir el impacto ambiental, proteger al consumidor y fortalecer la toma de conciencia en la población sobre la importancia del Uso Eficiente de la Energía (UEE), estableciendo que la aplicación del Reglamento de la Ley de Promoción del Uso Eficiente de la Energía alcanza a la producción, transporte, transformación, distribución, comercialización y consumo de energía¹⁹.

Así también, en correspondencia a la Política Energética Nacional, se establece el contar con un abastecimiento energético competitivo. Entre sus lineamientos de política está el formar una cultura de uso eficiente de la energía e implementar indicadores de eficiencia energética²⁰. Para esto, una medida cuantificable de la eficiencia productiva de la energía es el de intensidad energética, que también se puede definir como la cantidad de energía que se necesita para producir una unidad monetaria. En el Gráfico N° 10 se puede observar la evolución de dicho indicador y puede notarse una reducción de este en el periodo 1991-2014. Esto se debe a una mayor participación de las fuentes comerciales de energía y una mejora en la productividad del país ha contribuido a un uso más eficiente de la energía.

Gráfico N° 10

Evolución de la Intensidad Energética en el Perú, 1991-2014



Fuente: Balance Nacional de Energía 2014, DGEE - MEM

A.5 Competitividad Energética. -

Con respecto a la competitividad del Perú a nivel mundial, el Foro Económico Mundial establece un Ranking Mundial del Índice de Desempeño de Arquitectura de la Energía (EAPI)²¹, el cual sitúa en el 2016 al Perú en el puesto 20 de entre 126 países²², habiendo subido su posición del puesto 31 en el 2015. El EAPI es un índice compuesto que se focaliza en efectuar un seguimiento de indicadores específicos que miden el desempeño del sistema energético de los países. Se basa en 18 indicadores definidos a través de cada lado del triángulo de energía (Gráfico N° 11): Crecimiento Económico y Desarrollo, Sostenibilidad Ambiental y Acceso a la Energía y Seguridad.

¹⁹ Decreto Supremo N° 053-2007-EM. Reglamento de la Ley de Promoción del Uso Eficiente de la Energía, Ley N° 27345.

²⁰ Lineamientos de política 2.3 y 2.4, Objetivo 2. *Política Energética Nacional*. Proyecto de Decreto Supremo para la aprobación de la Política Energética Nacional. Derogación del D.S. N° 064-2010-EM.

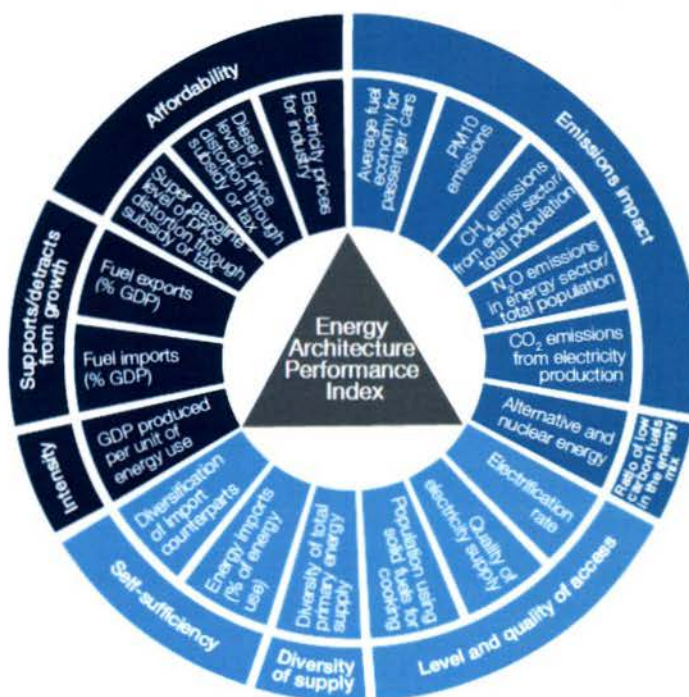
²¹ El EAPI es desarrollado por el Foro Económico Mundial con la colaboración de Accenture.

²² *Global Energy Architecture Performance Index Report 2016*. WEF.



En lo que respecta al Eje de Crecimiento Económico y Desarrollo, se le otorga a Perú un puntaje de 0.75 con rango del 0 al 1 en el 2016, con una disminución con respecto al puntaje 0.79 del 2015. Este subíndice mide la extensión en la cual la arquitectura energética de un país suma o resta al Crecimiento Económico y Desarrollo. Con respecto al Eje de Sostenibilidad Ambiental, el Perú alcanzó el puntaje 0.65 en el 2016, habiendo crecido 10 puntos desde el 2015. Este indicador mide el impacto ambiental generado por la oferta y consumo de la energía. Finalmente, en el Eje de Acceso a la Energía y Seguridad el Perú tuvo un puntaje de 0.7 en el 2016, menor al 0.71 del 2015. Este último indicador mide el grado de seguridad, acceso y diversificación de la fuente energética.

Gráfico N° 11
Índice de Desempeño de Arquitectura de la Energía



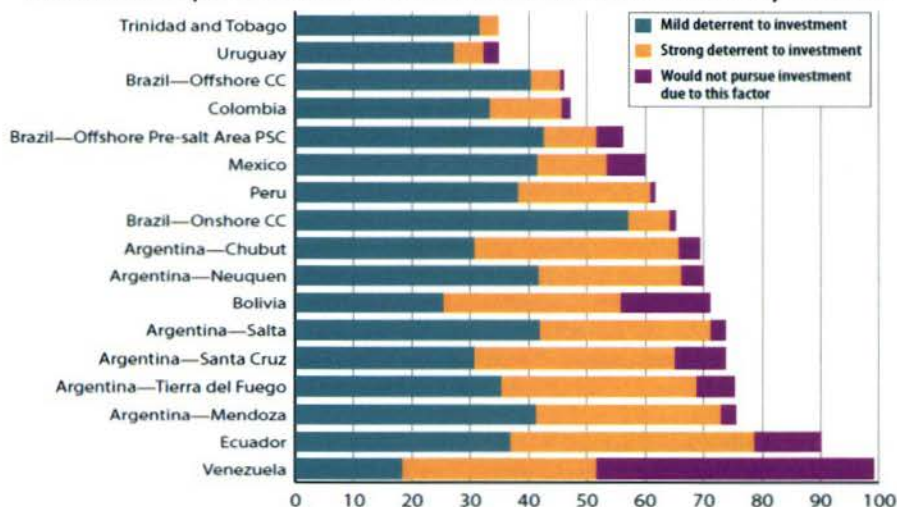
Fuente: EAPI, WEF

Por otro lado, la Encuesta del Instituto Fraser sobre compañías petroleras del 2015 indica que el Perú alcanzó el puesto 7 de entre las jurisdicciones de Latino América en el índice de percepción políticas de para la inversión petrolera (Gráfico N° 12). A nivel mundial, en el 2015 el Perú se ubicó en el puesto 86 de 126 jurisdicciones encuestadas, habiéndose alejado 8 posiciones con respecto al año 2014²³.

²³ Global Petroleum Survey 2015. Fraser Institute.

Gráfico N° 12

Índice de Percepción de Política en Hidrocarburos – Latino América y el Caribe



Fuente: Global Petroleum Survey 2015, Instituto Fraser

A.6 Investigación e Innovación en Energía. –

Una de las funciones de la Dirección General de Eficiencia Energética del MEM es la de promover el desarrollo de programas de investigación científica y tecnológica aplicada al uso eficiente de la energía y las energías renovables, para lo cual se viene trabajando con centros de investigación y desarrollo como el Centro Internacional de Energía. La innovación, entendida como la generación y la transferencia de conocimientos, la adquisición de tecnologías y la comercialización de productos, es uno de los principales motores de desarrollo del país. En tal sentido, se considera relevante invertir en innovación para contar con la mayor eficiencia en la cadena productiva y de uso de energía.

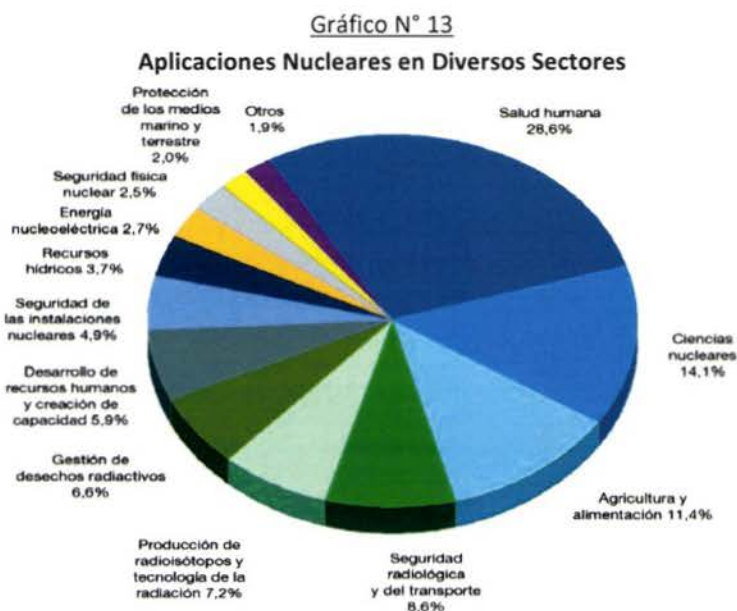
Una fuente innovadora es el desarrollo de redes inteligentes (Smart Grid) que se presenta como una forma de gestión eficiente, consistiendo en la integración dinámica entre la energía eléctrica y los avances de la tecnología de la información y comunicaciones dentro del negocio de la energía eléctrica, esto ante una tendencia creciente en el consumo de energía eléctrica per cápita a nivel mundial. Esto implicaría una mejora en la generación, transmisión, distribución y comercialización del sector. El objetivo primordial de los Smart Grid es equilibrar la oferta y la demanda entre productores y consumidores, con el propósito de generar unos ahorros considerables al sistema eléctrico, evitando cuantiosas pérdidas que se producen actualmente por el transporte de energía.

Otra fuente innovadora se presenta en el mercado de la iluminación, mediante los focos LED que permite ahorrar más energía eléctrica que los focos incandescentes y fluorescentes compactos y, por lo tanto, un ahorro de costos por electricidad en facturación. El ahorro en usar las lámparas LED en comparación con las lámparas fluorescentes compactas puede ser de 8.2% y en relación las lámparas incandescentes puede ser de 20%²⁴.

Asimismo, se espera que la tecnología de los autos eléctricos o híbridos continúen mejorando según el progreso en la reducción de los costos de sus baterías, el desarrollo de infraestructura para sus recargas y el desarrollo de las redes inteligentes (Smart Grids). Esta alternativa contribuiría a la disminución de la contaminación ambiental generada por los vehículos a combustión.

²⁴ RPP Noticias. Enlace: <http://rpp.pe/economia/estilo-de-vida/en-verdad-ahorro-mucho-cambiando-lamparas-incandescentes-por-led-noticia-931615>

Por otra parte, muchas son las posibles aplicaciones de la energía nuclear. En diversos campos, muchas veces desconocidas para el público: industria, hidrología, agricultura y alimentación, medicina, arte, aplicaciones científicas, exploración espacial y cosmología, como se muestra en el Gráfico N° 13. Además, en el futuro, serán más importantes gracias a las investigaciones que aumentan sus posibilidades de aplicación y utilización.



Fuente: OIEA

El campo nuclear tiene una importante participación innovadora en la industria productiva al utilizar trazadores radiactivos, que al incorporarse a un proceso productivo y su posterior monitoreo, permiten obtener información con el objeto de optimizar la producción. Asimismo, los requerimientos de calidad y cantidad en la producción han determinado la necesidad permanente de control de calidad de los productos. Por ejemplo, los Ensayos No Destructivos (END), mediante la utilización de los rayos X y gamma, constituyen una herramienta importante en el control de calidad de los productos manufacturados, así como para la determinación de la fatiga de materiales, principalmente en la industria metal mecánica.

En el ámbito de la investigación, el IPEN ha realizado estudios con trazadores radiactivos que consisten en la medición de un trazador intrínseco o artificial añadido a un sistema en estudio, con la finalidad de evaluar y/o solucionar problemas relacionados a operaciones y procesos mineros, metalúrgicos, energéticos, industriales, recursos hídricos y ambientales. El trazador en caso de ser radiactivo, se incorpora al sistema en estudio, proporcionando información sobre su comportamiento, que se obtiene mediante la detección y el análisis de la radiación emitida. En el caso de los trazadores ambientales, no se perturba el sistema y se realiza la medición de la concentración isotópica ambiental del mismo.

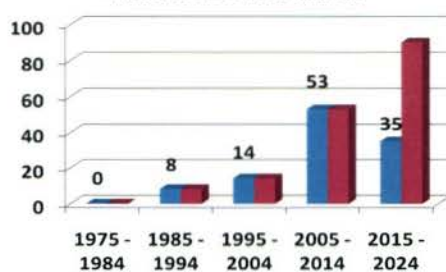
En hidrología se realizan estudios y servicios usando la tecnología nuclear mediante la evaluación de la presencia de isótopos de hidrógeno y oxígeno en las moléculas de agua, para monitorear el movimiento de las aguas a escala regional y con radiotrazadores a escala local, especialmente en las cuencas de los ríos Rímac y Chillón.

En el campo de calibración de instrumentos utilizados en el control de calidad de equipos de rayos X de diagnóstico médico, se cuenta con un Laboratorio Secundario de Calibraciones Dosimétricas (LSCD), único en el país, con procedimientos para la atención de los servicios de acuerdo a recomendaciones de normas internacionales como ISO ANSI y el OIEA.

En lo concerniente a los artículos científicos originales publicados en revistas internacionales indexadas en bases de datos reconocidas (como, por ejemplo, SCOPUS), existe una baja productividad de artículos científicos lo que conlleva a un problema nacional; sin embargo, en los últimos años el IPEN viene realizando esfuerzos para mantener una evolución positiva y con pendiente creciente. En el Gráfico N° 14 se visualizan los datos correspondientes a la década 2015 – 2024, que presentan valores proyectados, de manera que la barra azul muestra lo que se obtendría si se mantiene la tendencia de 3.5 artículos científicos originales, publicados por año en revistas internacionales indexadas y arbitradas, mientras que la barra en rojo muestra lo que se espera alcanzar teniendo en cuenta las publicaciones científicas originales que surgirán de los proyectos que se encuentran actualmente en ejecución o en estado de concurso para obtener financiamiento.

Gráfico N° 14

Evolución histórica de las publicaciones científicas del IPEN en revistas científicas internacionales arbitradas e indexadas



Fuente: IPEN

B. COMPONENTE GENERAL 2: SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL

El sector Energía apuesta a consolidar la sostenibilidad ambiental en sus actividades evitando la destrucción de las fuentes de renovación, contribuyendo a generar una institucionalidad sólida que garantice la transparencia y participación ciudadana ambiental de manera que repercuta y sea evidenciable en el desarrollo sostenible del país.

La Política Nacional del Ambiente establece como uno de sus objetivos específicos el asegurar una calidad ambiental adecuada para la salud y el desarrollo integral de las personas, previniendo la afectación de ecosistemas, recuperando ambientes degradados y promoviendo una gestión integrada de los riesgos ambientales, así como una producción limpia y ecoeficiente. En línea con este objetivo, la Mejora de la Calidad de vida con ambiente sano constituye el Eje Estratégico B de la Gestión Ambiental²⁵. En el contexto de evitar la degradación ambiental este eje se orienta a la reducción de los impactos y los costos sociales de la contaminación y de la degradación ambiental sobre la salud humana, promoviendo que las personas tengan y gocen de una mejor calidad del aire, agua y suelo, y gestión de residuos, a fin de asegurar la inclusión social y reducir la desigualdad.

En materia ambiental relacionada al Sector Energía, la Política Energética Nacional establece como objetivo el desarrollar un sector energético en un marco de Desarrollo Sostenible²⁶ y tiene como lineamiento de política que se impulse el desarrollo y uso de energías limpias, con tecnologías de bajas emisiones de contaminantes, con el desarrollo de estándares de protección de las personas y de la infraestructura energética del país y promoviendo las relaciones armoniosas entre el Estado, las comunidades y empresas del sector energético.

²⁵ Informe de la Comisión Multisectorial encargada de elaborar propuestas normativas y políticas orientadas a mejorar condiciones ambientales y sociales en las que se desarrollan las actividades económicas, especialmente las industrias extractivas – Resolución Suprema N° 189-2012-PCM, Objetivo Específico 2.

²⁶ Objetivo 4. *Política Energética Nacional*. Proyecto de Decreto Supremo para la aprobación de la Política Energética Nacional. Derogación del D.S. N° 064-2010-EM.

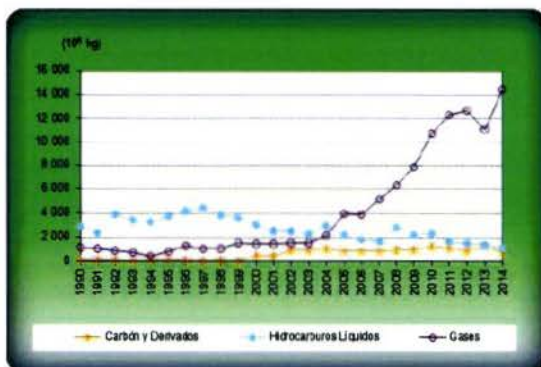
Componentes Específicos (nivel 2) del Componente de Sostenibilidad Ambiental

B.1 Calidad Ambiental. -

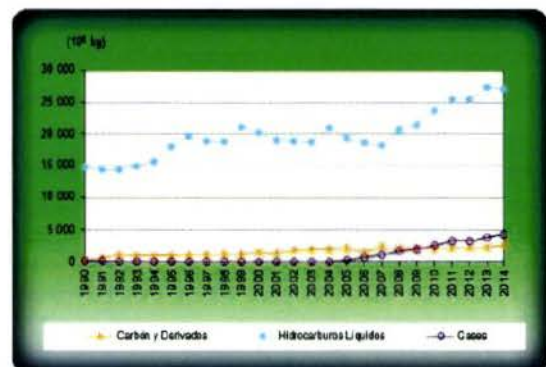
En el Gráfico N° 15 se puede observar las emisiones de dióxido de carbono durante el periodo de los años 1990-2014 provenientes de la transformación de energía primaria en secundaria, de consumo propio y final. El proceso de transformación de energía primaria a secundaria y el consumo propio de energía generó 16.4 mil millones de kilogramos de dióxido de carbono en el 2014, incrementándose de los 13.8 mil millones de kilogramos en el 2013. Desde el 2004 se puede ver un incremento sostenido de las emisiones de CO² en este proceso de transformación y consumo propio debido principalmente al incremento de la generación eléctrica, la cual utiliza como principal fuente de energía al gas natural. En cambio, en las emisiones de CO² generadas por el consumo final de energía predominan los hidrocarburos líquidos, teniendo un crecimiento prolongado desde el 2008. En 1990, el consumo final de energía emitió 15.4 mil millones de kilogramos de dióxido de carbono, incrementándose a 34.2 mil millones de kilogramos para el 2014. Al analizar el Gráfico N° 16 se verifica que la mayor emisión ha provenido de los sectores de transporte, en primer lugar, y de la industria, en segundo lugar.

Gráfico N° 15

Emisiones de CO² generadas por la Transformación de Energía Primaria en Secundaria y el



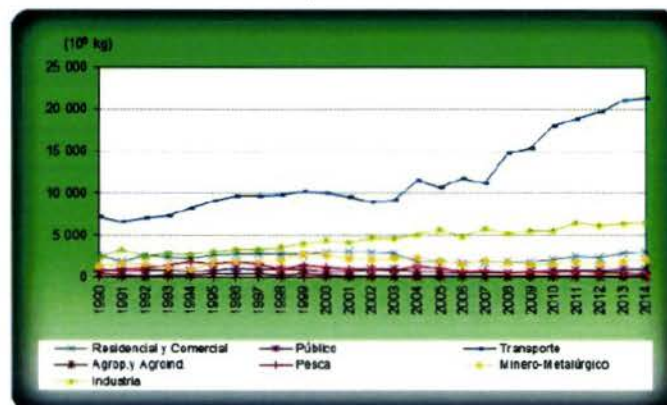
Emisiones de CO² generadas por el Consumo Final de Energía



Fuente: Balance Nacional de Energía 2014, DGEE – MEM

Gráfico N° 16

Emisiones de CO² por Sectores Económicos

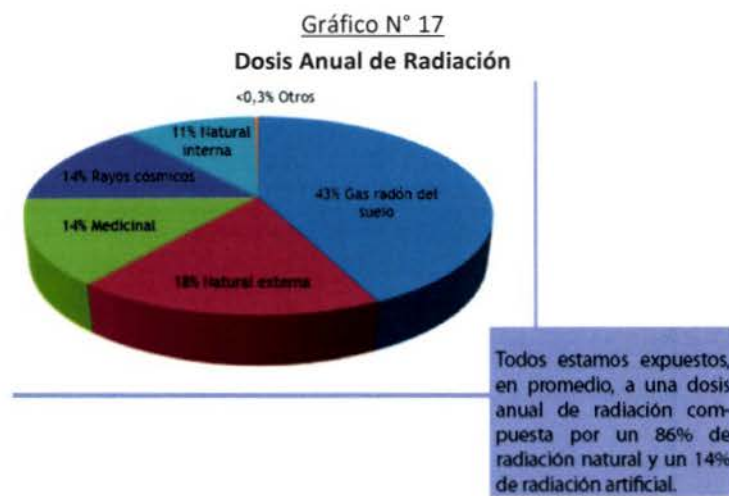


Fuente: Balance Nacional de Energía 2014, DGEE – MEM

Radiactividad en Muestras Ambientales:

En el aspecto nuclear, las aplicaciones tecnológicas que el IPEN emplea para la protección radiológica, tienen alcance a los diferentes sectores económicos. Estas aplicaciones se encuentran regidas por la Ley N° 28028 que regula el uso de fuentes de radiaciones ionizantes. Asimismo, la seguridad alimentaria exige que nuestros productos de importación y exportación cuenten con la garantía de que los niveles de radiactividad no superen los límites establecidos en el Códex Alimentario de la FAO.

El uso intensivo de la radiación en los diversos campos de la actividad humana requiere de medidas de seguridad y protección radiológica al público, a la propiedad y al medioambiente. Para este fin el sector a través del IPEN desarrolla actividades de muestras ambientales con productos orgánicos, suelos, sedimentos, aire y agua mediante el análisis radiométrico de acuerdo a las normas nacionales e internacionales.



Fuente: Libro "Para entender las radiaciones" – Gabriel Gonzáles Sprinberg

El IPEN tiene un área a cargo de la medición y la evaluación de la radiactividad por espectrometría en muestras de alimentos y productos para determinar la presencia de radiactividad y detectar los niveles permitidos en las muestras en concordancia con lo exigido por las regulaciones nacionales e internacionales, especialmente aquellas relacionadas al comercio internacional.

En este sentido con la finalidad de proteger la salud de la población y el medio ambiente, entre ellas destacaron la vigilancia radiológica ambiental, la prestación de servicios de análisis radiométricos en alimentos y otras fuentes ambientales, pruebas de hermeticidad de fuentes radiactivas selladas, biomonitorio de I131 en tiroides, participación en simulacros de emergencias radiológicas, monitorización de áreas en eventos internacionales y ensayos preliminares de biodosimetría.

Por otro lado, el IPEN, en virtud de las funciones que tiene encomendadas, lleva a cabo la evaluación y la vigilancia del impacto radiológico ambiental de las instalaciones nucleares y radiactivas, y vigila la calidad radiológica del medio ambiente de todo el territorio nacional, en cumplimiento de las obligaciones del Estado Peruano en esta materia. La exposición ambiental a la radiación puede ocurrir como resultado de diversas actividades llevadas a cabo por el hombre y eventos naturales, incluido el trabajo asociado a las diferentes etapas del ciclo de combustible nuclear, el uso de fuentes radiactivas, las actividades extractivas (minería, gas, petróleo), la investigación científica, la agricultura y la industria, así como en ocupaciones que implican el manejo de materiales con concentraciones elevadas de radionucleidos de origen natural.

B.2 Ecoeficiencia

La definición de Ecoeficiencia proviene del ámbito de la gestión empresarial y fue incorporada en 1992 por el Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible en los siguientes términos:

“La provisión de bienes y servicios a precios competitivos, que satisfagan las necesidades humanas y brinden calidad de vida, al tiempo que reduzca progresivamente el impacto ambiental y la intensidad de la utilización de recursos a lo largo del ciclo de vida, hasta un nivel al menos compatible con la capacidad de carga estimada del planeta”²⁷.

La Política Nacional del Ambiente establece como Objetivo Específico 5: Lograr el desarrollo ecoeficiente y competitivo de los sectores público y privado, promoviendo las potencialidades y oportunidades económicas y ambientales nacionales e internacionales²⁸. En lo referente a ecoeficiencia, el Ministerio del Medio Ambiente trabaja en cuatro líneas: Instituciones Públicas Ecoeficientes, Municipios Ecoeficientes, Empresas Ecoeficientes y Escuelas Ecoeficientes.

El D.S. N° 009-2009-MINAM que establece medidas de ecoeficiencia para el Sector Público define estas medidas como las acciones que permiten la mejora continua del servicio público, mediante el uso de menores recursos, así como la generación de menos impactos negativos en el ambiente. El resultado de la implementación de las medidas se refleja en los indicadores de desempeño, de economía de recursos y de minimización de residuos e impactos ambientales, y se traducen en un ahorro económico para el Estado.

En cumplimiento de lo establecido en el D.S. N° 009-2009-MINAM, el Ministerio de Energía y Minas, publica mensualmente en su Página Institucional el Reporte que refleja el Resultado de la Implementación de las Medidas de Ecoeficiencia.

Desde hace algunos años el Ministerio de Energía y Minas viene realizando esfuerzos para contribuir con la ecoeficiencia como la aprobación de medidas para el uso eficiente de la energía en el Sector Público y que permitió migrar en ese momento a tecnologías de iluminación eficientes. En el presente año la normatividad fue revisada y se amplió su alcance hacia el uso de nuevas tecnologías eficientes para distintos productos (aparatos de refrigeración, calderas, motores eléctricos, lavadoras, secadoras, aparatos de aire acondicionado y calentadores de agua, entre otros)²⁹.

Adicionalmente, se viene desarrollando el Proyecto de Normatividad y Etiquetado de Eficiencia Energética, donde se ha elaborado el proyecto de Reglamento Técnico para hacer obligatorio el uso de la etiqueta de eficiencia energética en electrodomésticos y otros equipos que usan energéticos.

Por otro lado, en coordinación con el MINAM se vienen presentando propuestas de acuerdo a los niveles más altos de mitigación que se podrían obtener en el Sector Energía, entre ellos podemos nombrar a: (i) Cogeneración, (ii) GNL y GNV en el Sector Transporte, (iii) Energías Renovables, (iv) Interconexión Regional, (v) Iluminación Eficiente, (vi) Etiquetado de Eficiencia Energética, (vii) Sustitución de Calentadores de agua, (viii) Cocinas mejoradas.

B.3 Uso de Energías Renovables

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) define las Energías renovables como Fuentes de energía que son sostenibles dentro un marco temporal breve si se compara con los ciclos naturales de la Tierra e incluyen tecnologías no basadas en el carbono,

²⁷ World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), *Changing Course*. 1992

²⁸ Decreto Supremo N° 012-2009-MINAM

²⁹ DS N° 034-2008-EM y DS N° 004-2016-EM.



como la solar, la hidrológica y la eólica, además de las tecnologías neutras en carbono, como la biomasa. El estudio NUMES y EAE³⁰ plantea como desafíos en materia de energías renovables que se requiere de una mayor ampliación de los sistemas de transmisión y distribución, es necesario profundizar en los conocimientos del potencial de los recursos de energía renovable y se tiene que considerar las ventajas socioambientales y valorar las externalidades positivas generadas por su mayor implementación.

Así también, en el marco de la entrada en vigencia del TLC Perú-EEUU y frente a los requerimientos de generación de energía relacionados al crecimiento económico, el Estado Peruano decidió promover la oferta de energías renovables, por lo cual emitió en el 2008 el D.L. N° 1002 de Promoción de la Inversión para la Generación de Electricidad con el Uso de Energías Renovables cuyo objetivo, conforme al artículo 1°, es promover el aprovechamiento de los Recursos Energéticos Renovables (RER) para mejorar la calidad de vida de la población y proteger el medio ambiente, mediante la promoción de la inversión en la producción de electricidad.

La decisión del Estado Peruano respecto a considerar energías renovables para cubrir la creciente demanda de energía y favorecer la lucha contra el cambio climático se evidencia a partir de la reglamentación del D.L. 1002, (D.S. N° 050-2008-EM) mediante la cual se establece que, a través de subastas de energía a ser cubierta con Recursos Energéticos Renovables, se le garantiza al inversionista adjudicatario un precio firme (ofertado en la subasta) por la energía que inyecta al sistema. Además de implementar incentivos tributarios, como el beneficio de la depreciación acelerada, hasta de 20% anual, se fijó un porcentaje objetivo de 5% del consumo nacional de energía eléctrica, a ser cubierto con generación eléctrica de Recursos Energéticos Renovables, que no incluye a las mini centrales hidroeléctricas³¹.

En el contexto del marco legal descrito, desde el 2008 se han realizados 3 subastas de promoción a la inversión para la generación de electricidad con el uso de Recursos Energéticos Renovables, habiéndose obtenido resultados³² de precios competitivos por las subastas RER en comparación con los precios de generación eléctrica con fuentes de energía convencional del SEIN. En el informe sobre generación eléctrica a partir de los RER de OSINERGMIN se señala:

“Se observa que las pequeñas hidroeléctricas y los proyectos con biomasa tienen precios competitivos respecto de los precios de la energía convencional, incluso para las eólicas, en la segunda subasta, el precio también llega a ser competitivo. Se espera que conforme se vayan desarrollando más las energías renovables, los precios de todas las tecnologías RER lleguen a ser más competitivos”³³.

En cuanto a la participación en la producción eléctrica en el Perú, los RER no convencionales han tenido una participación por debajo del 1% en la producción total de energía del SEIN para el año 2010, luego se incrementó a 2.52% en el 2013, con picos que superaron el 3%, y para el 2015 (con cifras

³⁰ “Elaboración de la Nueva Matriz Energética Sostenible y Evaluación Ambiental Estratégica, como Instrumentos de Planificación”. Consorcio R. GARCÍA Consultores S.A., ARCAN Ingeniería y Construcciones S.A. y Centro de Conservación de Energía y del Ambiente - CENERGIA. MEF & BID, 2012.

³¹ Edición Especial sobre Generación con RER. INFOSINERGMIN Año 14, N° 10. Gerencia Adjunta de Regulación Tarifaria, Osinergmin, diciembre 2012. Enlace:

http://www2.osinerg.gob.pe/Publicaciones/pdf/InfoOsinerg/Infosinergmin_edicionesspecialp2_empresas_2012.pdf

³² Generación Eléctrica con Recursos Energéticos Renovables No Convencionales en el Perú. Gerencia Adjunta de Regulación Tarifaria, Osinergmin, octubre 2014. Enlace:

http://www.osinergmin.gob.pe/newweb/pages/Publico/cop20/uploads/Oct_2014_Generacion_Electrica_RER_No_Convencional_es_Peru.pdf

³³ Ibid.

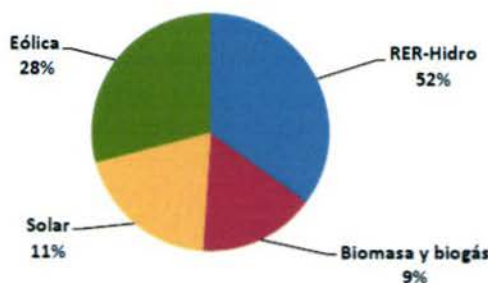


preliminares) su participación fue del 2.8%³⁴. Se espera que, con la cuarta subasta realizada en el 2015, la participación de los RER alcance el 5% en la matriz energética³⁵.

Acorde al Gráfico N° 18, en la participación de las distintas tecnologías de generación de energía eléctrica a partir de los RER para el año 2015, la energía generada por las pequeñas hidroeléctricas fue de 52%; a partir de la tecnología de biomasa y biogás, de 9%; por solar, de 11%; y por eólica, 28%.

Gráfico N° 18

**Producción de Energía Eléctrica
RER 2015**



Fuente: DGE, MEM

C. COMPONENTE GENERAL 3: SOSTENIBILIDAD SOCIAL

Componentes Específicos (nivel 2) del Componente de Sostenibilidad Social

C.1 Contribución al desarrollo social. -

El Grupo Asesor sobre Energía y Cambio Climático (AGECC) define el Acceso Universal a la Energía como “el acceso a servicios de energía limpios, fiables y asequibles para cocinado, calentamiento, iluminación, salud, comunicaciones y usos productivos”³⁶. En el marco de los objetivos de la iniciativa “Energía Sostenible Para Todos” (SE4ALL), el Ministerio de Energía y Minas aprobó mediante R.M. N° 203-2013-MEM el Plan de Acceso Universal a Energía 2013-2022, el mismo que se constituye como una herramienta rectora en materia de energía en concordancia con el objetivo de lograr el acceso universal al suministro energético confiable de la Política Energética Nacional³⁷.

La Dirección General de Eficiencia Energética del Ministerio de Energía y Minas propició la creación del Fondo de Inclusión Social Energético (FISE), el cual es un sistema de compensación energética que permitirá brindar seguridad al sistema, así como de un esquema de compensación social y de servicio universal para los sectores más vulnerables de la población. Este Fondo se destina a tres fines: la masificación del uso del gas natural (residencial y vehicular) en los sectores vulnerables; la compensación para el desarrollo de nuevos suministros en la frontera energética, como células fotovoltaicas, paneles solares, biodigestores, entre otros, focalizándose en las poblaciones más vulnerables; y la compensación social y promoción para el acceso al GLP de los sectores vulnerables tanto urbanos como rurales³⁸.

³⁴ Evolución de Indicadores del Sector Eléctrico 1995-2015 (con cifras preliminares 2015). Dirección General de Electricidad. Ministerio de Energía y Minas.

³⁵ Bases Consolidadas para la Cuarta Subasta de Suministro de Electricidad con Recursos Energéticos Renovables. Octubre 2015. OSINERGMIN.

³⁶ Energy for a Sustainable Future. The Secretary-General's Advisory Group on Energy and Climate Change (AGECC). New York, 2010, pp. 12-13.

³⁷ Objetivo 3. *Política Energética Nacional*. Proyecto de Decreto Supremo para la aprobación de la Política Energética Nacional. Derogación del D.S. N° 064-2010-EM.

³⁸ Artículos 3° y 5° de la Ley N°29852, publicado el 13/04/2013.



Masificación del Gas Natural:

En referencia al objetivo de Masificación del Gas, el Sistema de Seguridad Energética en Hidrocarburos y el Fondo de Inclusión Social Energético (FISE) aprobó el Plan de Acceso Universal a la Energía cuyos Objetivos, Lineamientos y Proyectos se vienen ejercitando conforme a la disponibilidad del FISE. Asimismo, mediante la Ley N° 29969³⁹, se dictan disposiciones que promueven la masificación del gas natural comprimido y gas natural licuado con la finalidad de acelerar la transformación prioritaria del sector residencial, los pequeños consumidores así como el transporte vehicular en las regiones del país que no cuentan con canon, para lo cual se dispone la incorporación de la transferencia de fondos efectuada por Osinergmin al FISE.

Las conexiones a la red de gas natural por parte de los hogares de los departamentos de Lima e Ica, supervisados por las empresas Cálidda y Contugas, es de 376,519⁴⁰ en el año 2015. Los consumidores residenciales representan el 4.51% del total de hogares del país. Para el 2021, se ha proyectado alcanzar que la meta sea de 11.51% de hogares con conexión residencial a la red de gas natural.

Acceso a la electricidad:

En cuanto al nivel de Acceso a Energía Eléctrica se cuenta con instrumentos caracterizados por las áreas geográficas y el nivel socio económico de la población objetivo. La Ley de Concesiones Eléctricas⁴¹ promueve la inversión privada en zonas geográficas donde la densidad de consumo energético resulte atractiva para la inversión. Así también, la Ley General de Electrificación Rural⁴² ha servido como base para la elaboración del Plan Nacional de Electrificación Rural 2016-2025⁴³ cuya misión es ampliar la frontera eléctrica nacional mediante la formulación de planes y programas y la ejecución de proyectos de electrificación de Centros Poblados rurales, aislados y de frontera; de manera articulada entre los diferentes niveles de Gobierno (Nacional, Regional y Local) así como con entidades públicas y privadas, involucradas en el proceso de electrificación y ser el elemento dinamizador del desarrollo rural integral.

A través del Decreto Legislativo 1207, recientemente aprobado se modificaron diversos artículos de la Ley 28749, Ley General de Electrificación Rural. El objetivo es consolidar los programas de expansión de las empresas concesionarias de distribución eléctrica y de electrificación rural, y los programas o proyectos a desarrollarse o que son aprobadas por el Gobierno Nacional.

Para el año 2015, se tiene al 93.3%⁴⁴ de la población nacional con acceso a la electrificación y en las zonas rurales el acceso a la electrificación alcanza un coeficiente de 78%. Para el 2021, se espera que la meta a alcanzar sea de 99.5% de la población nacional con acceso a la electrificación y en las zonas rurales de 99.1%.

Aplicaciones de la energía nuclear en beneficio de la salud:

De acuerdo a los reportes del MINSA, la población que es proclive a contraer enfermedades oncológicas, tiene un índice del 46.1% de la población total que recurre en busca de atención de salud por alguna dolencia y es detectada con posible riesgo de cáncer. Esta población es atendida a nivel nacional por los establecimientos de salud de la Red MINSA, que a su vez deriva a los pacientes diagnosticados de cáncer a la Región de Lima, Provincia de Lima.

³⁹ Publicado el 22/12/2012.

⁴⁰ Dirección General de Hidrocarburos, Ministerio de Energía y Minas.

⁴¹ Decreto Ley 25844, publicado el 19/11/1992.

⁴² Decreto Legislativo N° 1207 que modifica la Ley N° 28749, Ley General de Electrificación Rural.

⁴³ Dirección General de Electrificación Rural, Ministerio de Energía y Minas.

⁴⁴ Ibid.



En nuestro país el sector salud es el principal beneficiario de los Radiofármacos producidos en el Centro Nuclear del IPEN que cuenta una moderna Planta de Producción de Radioisótopos, diseñada y construida con facilidades necesarias para producir radioisótopos primarios, radiofármacos, compuestos marcados y otras sustancias radiactivas a escala industrial. Asimismo, efectúan trabajos de investigación y desarrollo en el ámbito de la salud, donde los radioisótopos producidos pasan a otros laboratorios de la planta donde se les practica diversos controles físicos, químicos y biológicos para asegurar que el producto convertido en un radiofármaco tenga toda la calidad necesaria para que sea aplicado a un paciente⁴⁵.

Las acciones desarrolladas para el cumplimiento de las metas, se centralizaron en la producción de Radioisótopos y Radiofármacos, siendo su Unidad de Medida el “Curie” para los Productos que contienen radioisótopos y “Cajas” para los radiofármacos que no contienen elementos radiactivos. Siendo los principales beneficiarios con la provisión de los Radiofármacos los pacientes con enfermedades oncológicas de hospitales de MINSA, Essalud y clínicas de Lima y Arequipa, estimando una demanda de atención, con una estadística de más de 120,000 diagnósticos anuales de pacientes con Cáncer.

C.2 Gestión de Grupos de Interés. -

Para fines de concebir y aplicar una visión dinámica y continua en relación a la gestión exitosa de los Grupos de Interés –que se traduce en condiciones óptimas de competitividad, buena reputación corporativa en el caso privado e institucional por parte del Estado– implica la identificación de la red de grupos de interés en función a la visión de modelo de desarrollo local y regional (actividades de agricultura sostenible, ecoturismo, Áreas Naturales Protegidas, etc.). Estas visiones deben ser asumidas no como contrapuestas a la visión de desarrollo del sector y del país, sino como complementarias a fin de lograr que la población (con especial tratamiento a Comunidades Campesina y Nativas) perciba como suyo el proyecto y que la empresa se transforme en un miembro más de la red de grupos de interés.

C.3 Participación Ciudadana. –

En materia de Participación Ciudadana, se cuenta con la R.M. N° 223-2010-MEM-DM que aprueba los lineamientos para la Participación Ciudadana en las actividades eléctricas. La población involucrada para su participación es aquella que se encuentre dentro del área de influencia de los proyectos energéticos. El plan de Participación Ciudadana consiste en describir las acciones y mecanismos dirigidos a informar a la población acerca del Proyecto. Para esto se consideran dos tipos de Planes de Participación Ciudadana: uno durante la elaboración y evaluación de los Estudios Ambientales; y el otro posterior a la aprobación de los Estudios Ambientales, que se desarrollarán durante la ejecución del Proyecto y que forman parte del Plan de Relaciones Comunitarias.

En relación a lo indicado anteriormente, la Participación Ciudadana es un instrumento de gestión ambiental de proceso (Participación Ciudadana Ambiental). Se tiende a facilitar la incorporación de ciudadanos ya sea en forma individual o colectiva en los procesos de toma de decisiones en materia ambiental; asimismo, en la definición de políticas públicas relativas al impacto ambiental y social en cada uno de los niveles de gobierno y proceso de toma de decisiones incluyendo la fiscalización de la aplicación de las políticas públicas y normas.

⁴⁵ IPEN. Enlace: <http://www.ipen.gob.pe/index.php/productos/radioisotopos-y-radiofarmacos>

C.4 Consulta Previa. –

La Consulta Previa es un derecho exclusivo de los pueblos indígenas a ser consultados por el Estado previamente a la aprobación de medidas legislativas o administrativas que puedan afectarlos considerando la relación de estos pueblos con el acceso a recursos naturales y la particular relación con el territorio que ocupan. La Consulta Previa es una obligación del Estado Peruano asumida en la ratificación del Convenio 169 OIT sobre Pueblos Indígenas y Tribales para la Participación Ciudadana. En el sector de hidrocarburos y de electricidad ya se empezaron a implementar los primeros procesos de consulta previa en coordinación con el Ministerio de Cultura. La Consulta Previa está constituida por la Ley N° 29785, Ley de Consulta Previa, y su Reglamento aprobado por el D.S. N° 001-2012-MC.

C.5 Conflictividad Social Energética. –

En el tema social se requiere continuar con el cumplimiento de los derechos de los pueblos indígenas y la población local que pueda ser afectada por los proyectos energéticos. A pesar que las inversiones son relevantes para el desarrollo de nuestro país, estas deben efectuarse cumplimiento del marco legal en los aspectos ambientales y sociales, lo que permitirá un mejor aprovechamiento de los recursos naturales del país.

Con respecto a los conflictos sociales relacionados a la actividad energética, según la PCM⁴⁶ estos han representado el 17.1% de un total de 41 conflictos reportados hasta marzo del 2016, de los cuales 2 conflictos son sobre electricidad y 5 sobre hidrocarburos.

Por un lado, uno de los conflictos sobre electricidad es del Centro Poblado Arcata, en el departamento de Arequipa, donde la comunidad reclama a la empresa SN Power la compensación por los daños ocasionados por inundación producidos por la presa que usan para la generación de energía. El otro conflicto es sobre el servicio de electricidad en las provincias de Andahuaylas y Chincheros, en el departamento de Apurímac, donde se ha convocado a un paro indefinido debido a los problemas detectados en el servicio de energía eléctrica.

Por otro lado, los conflictos en relación a hidrocarburos son del Lote 8 en el departamento de Loreto con la empresa Pluspetrol Norte; de la Reserva Territorial Kugapakori, Nahua, Nanti y otros y el Lote 88, a cargo del Consorcio Camisea, en los departamentos de Ucayali y Cusco; del Lote 57 con la empresa Repsol en el departamento de Junín; del Lote 108 a cargo de la empresa Pluspetrol en el departamento de Junín; y del Lote 31 B con la empresa Maple Gas en el departamento de Loreto.

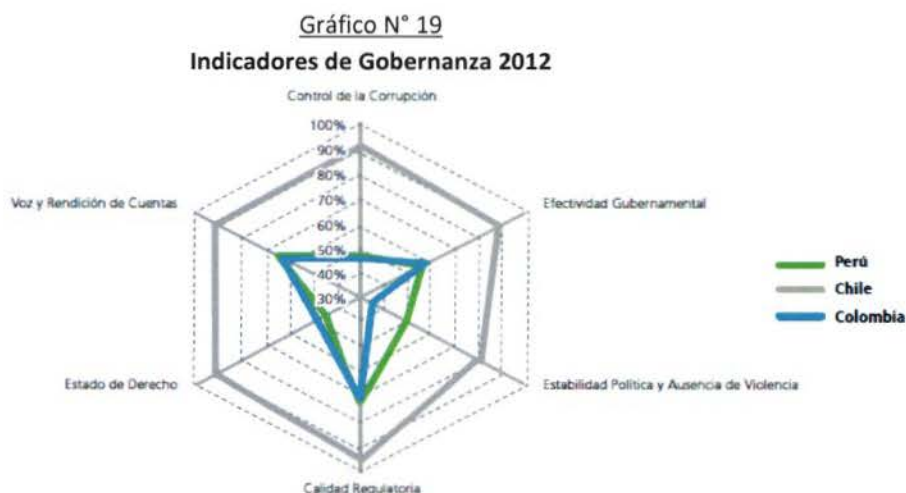
En este contexto, la Oficina General de Gestión Social (OGGS) del Ministerio de Energía y Minas, viene propiciando el manejo de mecanismos de diálogo y concertación en el sector y colaborando en el diseño de Programas de Desarrollo Sostenible. La idea es contar con una adecuada política de gestión social que promueva y concilie los intereses y expectativas de los involucrados en el desarrollo de los proyectos, a fin de procurar que los recursos provenientes de estas actividades puedan lograr el desarrollo sostenible de las áreas de su influencia y del país en general. Esta política considera como pilar esencial la implementación de prácticas y mecanismos de responsabilidad social que cuenten con la más amplia participación ciudadana así como con la transparencia en la información y comunicación.

D. COMPONENTE GENERAL 4: GOBERNANZA SECTORIAL

En el marco para generar mejores condiciones institucionales que permitan alcanzar un clima propicio para el desarrollo sostenible, la gobernanza del sector se puede definir como la capacidad de respuesta técnica y política para atender la meta del desarrollo sostenible, fortaleciendo la competitividad a nivel internacional a partir de generar un clima de toma de decisiones basada en acuerdos formales e informales y de una gestión estratégica de las políticas públicas desde la perspectiva de respeto a los valores constitucionales (OECD 2011).

⁴⁶ Ver Willaqniki. Informe de Diferencias, Controversias y Conflictos Sociales. ONDS, PCM, marzo del 2016.

Tomando en cuenta los indicadores de gobernanza del Banco Mundial, la OCDE ha medido el grado de gobernanza del Perú en relación a Chile y Colombia al año 2012⁴⁷:



Fuente: Banco Mundial

Chile es el país cuyo grado de gobernanza se encuentra dentro del rango aceptable para la OCDE, se puede apreciar la brecha que existe con respecto al Perú, el que se encuentra con niveles de gobernanza similares a los de Colombia. El mejor desempeño del Perú es en los indicadores de Calidad Regulatoria y Voz y Rendición de Cuentas. En el indicador de Estado de Derecho, el Perú se encuentra por debajo de Colombia y muy lejos de Chile. Similar situación se da en cuanto a Estabilidad Política y Ausencia de Violencia y Efectividad Gubernamental y en lo referente a Control de la Corrupción.

Componentes Específicos (nivel 2) del Componente de Gobernanza del Sector

D.1 Marco Normativo y Transparencia Institucional. -

La Política Energética Nacional establece como uno de sus objetivos el fortalecer la institucionalidad del sector energético para lo cual establece lineamientos de política como el contar con personal calificado en el sector; promover la investigación, el desarrollo y la innovación tecnológica para las actividades del sector energético a fin de maximizar la eficiencia y minimizar los costos de generación y transmisión; y propiciar la simplificación y optimización de los trámites administrativos y de la estructura institucional del sector⁴⁸.

Como organismo central y rector del Sector de Energía, el MEM es competente para formular y evaluar, en armonía con la política general y los planes de gobierno, las políticas de alcance nacional en materia de desarrollo sostenible y asuntos ambientales de las actividades energéticas. La Dirección General de Electricidad, la Dirección General de Hidrocarburos y la Dirección General de Asuntos Ambientales Energéticos son órganos técnicos normativos.

En los últimos años, con la finalidad de atraer inversión y reactivar la economía, proteger el medioambiente y fomentar la inclusión social energética, se han aprobado una serie de disposiciones normativas que constituyen y mejoran el marco legal existente:

⁴⁷ CEPLAN (Centro Nacional de Planeamiento Estratégico). *Perú 2021: País OCDE*. 2da Edición. Lima, febrero 2015.

⁴⁸ Objetivo 5. *Política Energética Nacional*. Proyecto de Decreto Supremo para la aprobación de la Política Energética Nacional. Derogación del D.S. N° 064-2010-EM.

- D.S. N° 031-2012-EM: Modifica Reglamento de la Ley de Concesiones Eléctricas y Reglamento de la Ley de Recursos Energéticos Renovables (RER), sobre concesiones de centrales hidroeléctricas RER.
- D.S. N° 021-2012-EM: Reglamento del FISE.
- D.S. N° 020-2013-EM: Se aprueba el Reglamento para la promoción de la inversión eléctrica en áreas no conectadas a red.
- D.S. N° 024-2013-EM: Modifica el Reglamento de la Ley de Promoción de la Inversión para la Generación de la Electricidad con el Uso de Energías Renovables y el Reglamento de la Ley de Concesiones.
- D.S. N° 038-2013-EM: Aprueban el Reglamento que incentiva el incremento de la capacidad de generación eléctrica dentro del marco de la Ley N° 29970.
- D.L. N° 1207: Modifica la Ley N° 28749, Ley General de Electrificación Rural.
- D.L. N° 1208: Promueve el Desarrollo de Planes de Inversión en las Empresas Distribuidoras bajo el ámbito de FONAFE y su financiamiento.
- D.L. N° 1221: Mejora la Regulación de la Distribución de Electricidad para promover el Acceso a la Energía Eléctrica en el Perú.

Así también, el esfuerzo de implementación de la iniciativa EITI ha contribuido a que el Perú logre la certificación internacional de “País Cumplidor” siendo el primer país en América en lograr tal certificación. Este logro se fue generando a partir del año 2006 y se ha venido cristalizando en los años posteriores, con los avances expedidos por la Comisión Nacional del EITI Perú integrada por representantes de nuestro sector. De esta forma, la iniciativa de EITI contribuye a generar confianza y legitimidad en la población de los ámbitos de influencia de los proyectos extractivos del Sub Sector de Hidrocarburos y de la ciudadanía en general incidiendo en el fortalecimiento de la Gobernanza del Sector.

D.2 Supervisión y Fiscalización. -

La creación del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental como ente rector del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental – SINEFA en los años 2008 y 2009 significó un avance en relación a institucionalidad ambiental.

Sin embargo, en la Agenda Nacional de Acción Ambiental 2012-2013, el Ministerio del Medio Ambiente ya reconocía que el estado de situación de las acciones de fiscalización ambiental, particularmente de actividades extractivas del Sub Sector de Hidrocarburos, reflejaba hasta ese momento debilidad en su implementación manifestando una preocupación por el régimen sancionador debido a la ausencia de sanciones que aseguren que los titulares de las actividades extractivas internalicen adecuadamente los costos ambientales recomendando la implementación de un Régimen Común de Fiscalización y Control Ambiental.

Por otro lado, como medidas para la Promoción de la Inversión Ambiental se estableció un régimen de “privilegio de la prevención y corrección de las conductas infractoras” para lo cual el procedimiento sancionador será de carácter excepcional⁴⁹. El OEFA debería privilegiar durante tres años las acciones orientadas a la prevención y corrección de la conducta infractora en materia ambiental para lo cual se abstendría de sancionar con multas a las empresas que cometan infracciones sólo en caso que no cumplan con las medidas correctivas que se les impongan.

Por otro lado, desde el IPEN, a través de la Oficina Técnica de la Autoridad Nacional - OTAN, está encargado de las funciones de órgano regulador para el uso seguro de las fuentes de radiación

⁴⁹ Artículo 19° de la Ley N° 30230.



ionizante, en todo el territorio nacional, con el objetivo de proteger las personas y el ambiente de los efectos dañinos que estas producen⁵⁰. Estas funciones son necesarias para prevenir y reducir los riesgos radiológicos que pueden ocasionarse de accidentes o de exposiciones indebidas a largo plazo. La información sobre las consecuencias radiológicas es extensa y se encuentra disponible en diversas publicaciones de organizaciones internacionales, como las del OIEA, en las que han evidenciado la gravedad de las mismas. El crecimiento de las consecuencias radiológicas y de las fuentes de radiación ionizante ha sido constante en los últimos 10 años, por consiguiente la regulación, supervisión y control del punto de vista de la seguridad radiológica son justificadas.

D.3 Modernización Institucional. -

La OCDE señala que la administración pública es uno de los pilares centrales de la gobernanza, por lo cual el desafío de la modernización administrativa implica que sea concebida, emprendida y consolidada en esos términos. Particularmente, en el sector institucional energético se debe tender a una modernización del aparato estatal que continúe enfatizando en la simplificación administrativa y que incorpore la gestión por resultados a fin de contar con un sector energético más competitivo internacionalmente. En este sentido, se apunta a tomar como referencia la experiencia de la Comisión para la Reforma de las Administración Pública (CORA) dentro del enfoque estratégico de la OCDE.

D.4 Presencia del Estado. -

El conjunto de políticas, instrumentos, inversiones y acciones implementadas por el Estado a nivel intersectorial y en los diferentes niveles de gobierno, que aseguren la sostenibilidad económica, ambiental, social e institucional, pasa por considerar una visión dinámica y continua en relación a los Grupos de Interés. En este sentido, la presencia del Estado, entendida también como la infraestructura social y económica en diferentes zonas del país, estará legitimada mientras más sólidos sean los niveles de gobernanza en el que la toma de decisiones se dé a partir de un proceso continuo y dinámico de participación de la sociedad civil.

⁵⁰ Ley Orgánica Decreto N° 21875, Ley N° 28028 y Decreto Supremo N° 039-2008-EM.



2. ANÁLISIS DE TENDENCIAS Y EVENTOS FUTUROS DEL SECTOR ENERGÉTICO



El modelo conceptual permitió identificar las principales temáticas que se abordan en el Sector Energético. Ahora se considerarán las principales tendencias para el sector y los cambios que se presentarían por los eventos futuros del Sector Energético.

Cuadro N° 3

Identificación de tendencias energéticas y el impacto en los componentes del Modelo Conceptual

TENDENCIAS ENERGÉTICAS	COMPONENTES DEL MODELO CONCEPTUAL			
	SOSTENIBILIDAD ECONÓMICA	SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL	SOSTENIBILIDAD SOCIAL	GOBERNANZA SECTORIAL
1. Incremento del uso de energía renovable y generación limpia de energía				
2. Creciente interés por la eficiencia energética				
3. Mayor preocupación por asuntos sociales y ambientales sostenibles				
4. Desarrollo de la aplicación de la energía nuclear				
5. Mayor exploración y explotación de gas natural en el planeta				
6. Incremento en el uso del GNV para el transporte				
7. Mayor preocupación por el acceso al uso de la energía				
8. Demanda creciente de la energía				

Cuadro N° 4

Identificación de eventos futuros energéticos y el impacto en los componentes del Modelo Conceptual

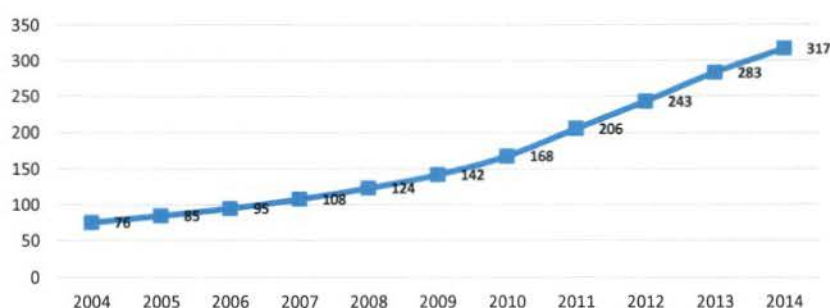
EVENTOS FUTUROS ENERGÉTICOS	COMPONENTES DEL MODELO CONCEPTUAL			
	SOSTENIBILIDAD ECONÓMICA	SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL	SOSTENIBILIDAD SOCIAL	GOBERNANZA SECTORIAL
1. Integración de la energía y el desarrollo de la tecnología de la información				
2. Energía inalámbrica: "witricidad"				
3. Captura de carbono, uso y almacenamiento (CCUS)				
4. Energía del Hidrógeno				
5. Migración masiva a vehículos eléctricos para el transporte				
6. Desarrollo del gas esquistoso (shale gas)				

A. ANÁLISIS DE TENDENCIAS ENERGÉTICAS

Tendencia 1: Incremento del uso de energía renovable y generación limpia de energía

Desde la última década existe una tendencia al mayor consumo de energía renovable a nivel mundial. Desde el año 2004 al 2014 (Gráfico N° 20), su consumo aumentó en 318%, con una tasa de crecimiento promedio anual de 15.4%. Esto es una señal de que la energía generada actualmente está siendo reemplazada por fuentes energéticas naturales virtualmente inagotables, ya que son capaces de regenerarse por medio de la naturaleza.

Gráfico N° 20
Consumo de Energía Renovable* en el Mundo 2004-2014
(Millones de toneladas equivalentes a petróleo)

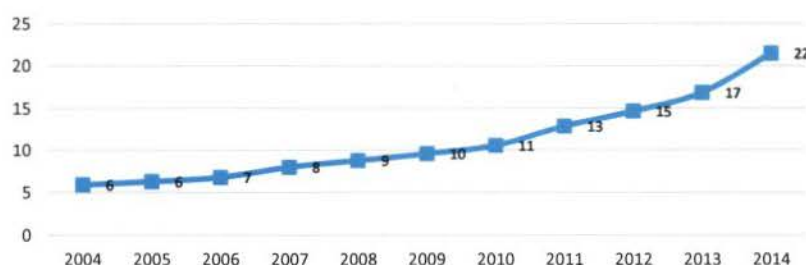


(*) Generación Bruta a partir de energía eólica, geotérmica, solar, biomasa y residuos.

Fuente: BP Statistical Review of World Energy, June 2015. Elaboración: OGP – MEM.

En Sur y Centro América, el consumo de energía renovable creció en 264% durante el periodo 2004-2014, con una tasa de crecimiento promedio anual 13.7% (Gráfico N° 21). Entre el 2013 y 2014, su consumo alcanzó el crecimiento más alto de entre todos los años del periodo, alcanzando el 27.2%.

Gráfico N° 21
Consumo de Energía Renovable* en Sur y Centro América 2004-2014
(Millones de toneladas equivalentes a petróleo)



(*) Generación Bruta a partir de energía eólica, geotérmica, solar, biomasa y residuos.

Fuente: BP Statistical Review of World Energy, June 2015. Elaboración OGP – MEM.

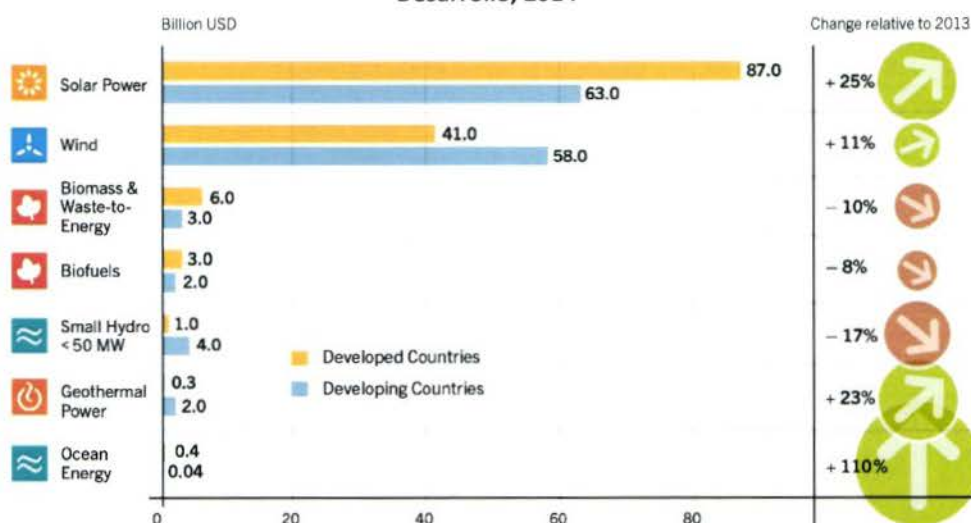
Si se evalúan las inversiones mundiales por tipo de fuente de energía renovable para el año 2014 (Gráfico N° 22), se observa que la fuente que tuvo mayor inversión fue la de energía solar, habiendo tenido una inversión de US\$ 150 Miles de Millones y con un crecimiento de 25% con respecto al año 2013. Seguidamente, la fuente de energía eólica fue la segunda en mayor inversión con US\$ 99 Mil Millones en el año 2014 y con un crecimiento de 11% con respecto al año 2013. Luego, las fuentes de biomasa y residuos, biocombustibles, hidroenergía (menor a 50 MW), geotermia y provenientes del océano tuvieron niveles de inversión de US\$ 9 Mil Millones, US\$ 5 Mil Millones, US\$ 5 Mil Millones, US\$ 2.3 Mil Millones y US\$ 0.44 Mil Millones, respectivamente. De estas últimas cinco fuentes de energía



renovable solo la energía geotérmica y la proveniente del océano tuvieron una mayor inversión en el año 2014 con respecto al año 2013, las otras fuentes disminuyeron.

Gráfico N° 22

Nuevas Inversiones Globales en Energía Renovable por Tecnología, Países Desarrollados y en Vías de Desarrollo, 2014



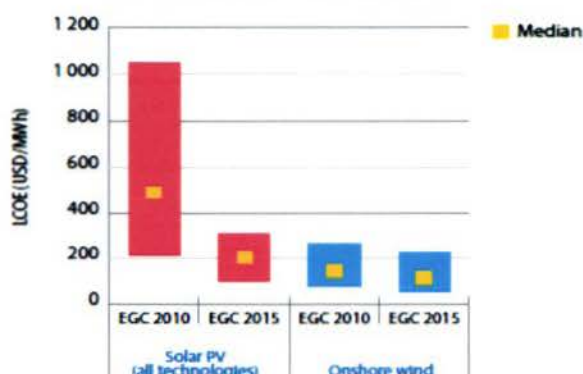
Fuente: Renewables 2015: Global Status Report. REN21

Estas mayores inversiones en las tecnologías solar y eólica se deben principalmente a la reducción de sus costos de producción de energía eléctrica. Según el informe de la Agencia Internacional de Energía (IEA, siglas en inglés) y la Agencia de Energía Nuclear (NEA, siglas en inglés) los costos de generación eléctrica a partir de las tecnologías solar fotovoltaica y eólica (en tierra) han disminuido alrededor del mundo. Entre los resultados se señala que, con una muestra de 21 parque eólicos, el costo de generación eólica se encuentra por debajo de 100 euros por megavatio/hora (MWh). Estados Unidos es el país con el costo más barato de generación, con \$33 del megavatio/hora producido a base de aerogeneradores y, en contraparte, Japón siendo el más caro con \$135 MWh.

En el informe del 2010 de energía solar fotovoltaica, los costos por MWh variaban entre los \$200 a \$1,000, con una media en torno a los \$500. Para el estudio del 2015, con una muestra de 38 centrales de energía solar, la variación se redujo entre \$100 y \$300 MWh, con una media de \$500 MWh. Estos resultados se pueden apreciar en el Gráfico N° 23, donde los costos de generación eléctrica a partir de la tecnología solar fotovoltaica y eólica (en tierra) disminuyen para el 2015 a comparación del 2010. El costo de electricidad nivelado (LCOE) para la tecnología solar FV disminuye de manera significativa y el de la tecnología eólica (en tierra) también disminuye, pero de manera menos pronunciada.

Gráfico N° 23

Costo de Generación de Energía para la Tecnología Solar Fotovoltaica y Eólica (en tierra): 2010 y 2015
Costo Nivelado de Electricidad (LCOE)



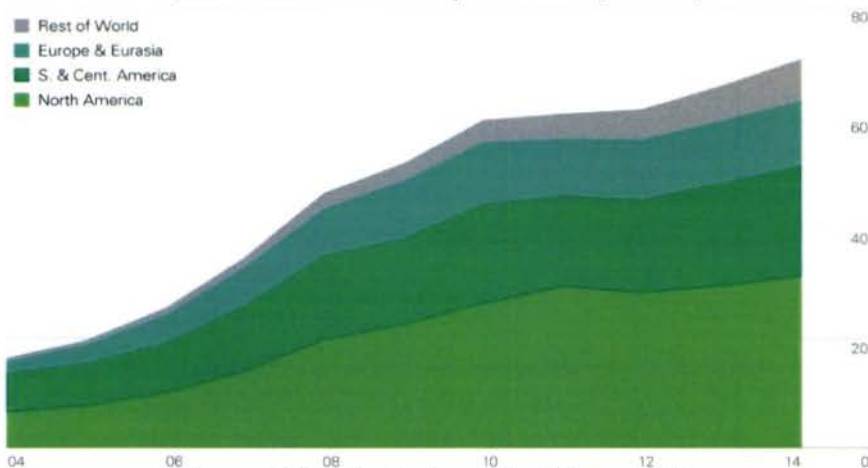
*Muestra de más de 180 plantas eléctricas abarcado en 22 países.
Fuente: "Projected Costs of Generating Electricity 2015", IEA y NEA

Adicionalmente, la generación distribuida (generación de energía eléctrica por medio de muchas pequeñas fuentes de energía en lugares lo más próximos posibles a las cargas y que normalmente suelen tener potencias inferiores a 10 kW de potencia) a partir de la energía solar fotovoltaica, producida por los paneles solares está creciendo con rapidez, doblando su capacidad total instalada aproximadamente cada dos años.

En el caso particular de los biocombustibles que provienen de la biomasa o de la materia orgánica que contribuyen todos los seres vivos del planeta, su producción a nivel mundial ha aumentado considerablemente en la reciente década de 2004-2014 (Gráfico N° 24). La producción mundial de biocombustibles aumentó en 7.4% en el 2014 con respecto al 2013. Los países de Norte América son los mayores productores de biocombustibles, con una producción de 31,252 miles de toneladas equivalentes al petróleo para el año 2014, siendo esta de 44.1% de participación mundial. Luego, Sur y Centro América tuvieron una producción de 20,294 miles de toneladas equivalentes al petróleo para el mismo año, con una participación mundial de 28.7%. Europa y Eurasia tuvieron una participación en la producción mundial menor, con 16.5%, y el resto del mundo, con una participación mundial menor al 11%.

Gráfico N° 24

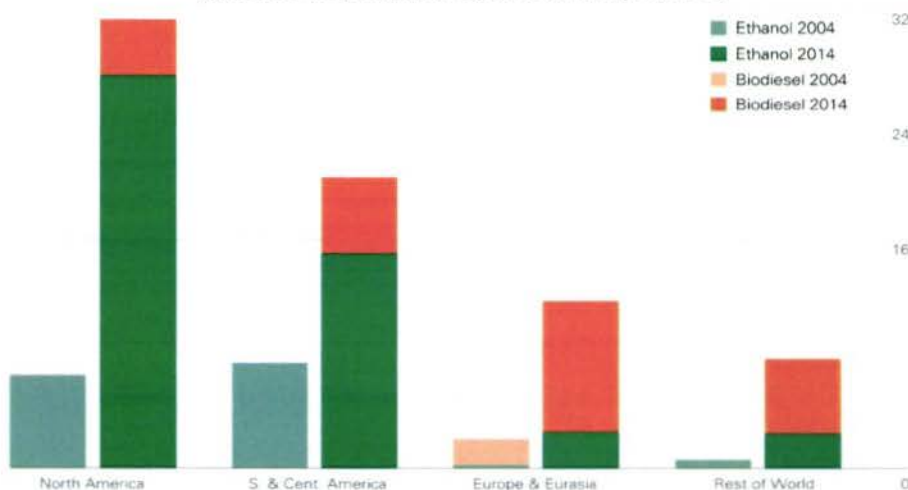
Producción de biocombustible en el mundo 2004 – 2014
(Millones de toneladas equivalentes a petróleo)



Fuente: BP Statistical Review of World Energy, 2015

Los biocombustibles más utilizados y desarrollados son el etanol y el biodiesel. Según el Gráfico N° 25, por un lado, la producción global del etanol se incrementó en 6% entre los años 2013 y 2014, siendo su segundo año consecutivo de crecimiento y dirigido por los aumentos de América del Norte, del Sur y Centro América y Asia Pacífico. Por otro lado, la producción del biodiesel se incrementó en 10.3% entre los años 2013 y 2014, a pesar de una disminución de la producción en Norte América. Es necesario precisar que a pesar de que los biocombustibles tienen aún costos unitarios (\$ x kwh) altos, su tendencia es decreciente.

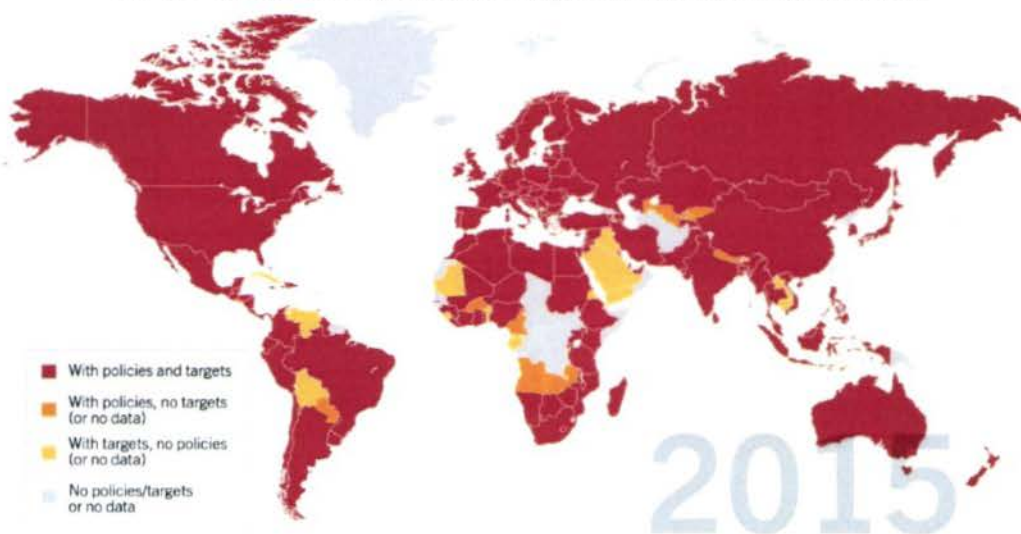
Gráfico N° 25
Etanol y Biodiesel: Producción mundial 2004-2014
 (Millones de toneladas equivalentes a petróleo)



Fuente: BP Statistical Review of World Energy, 2015

Así también, la gran mayoría de países alrededor del mundo vienen aplicando políticas y objetivos en el ámbito de energía renovable (Gráfico N° 26). A comienzos del 2015, 164 países tenían ya definido al menos una política y/o objetivo en energía renovable.

Gráfico N° 26
Países con Políticas y Objetivos de Energía Renovable, comienzos de 2015



Fuente: Renewables 2015: Global Status Report. REN21

Con esto se comprueba que la generación limpia de energía puede tender a suplir a las energías o fuentes energéticas actuales, ya sea por su menor efecto contaminante o por su posibilidad de renovación, asociado a menores costos unitarios.

Tendencia 2: Creciente interés por la eficiencia energética

Ante las acciones mundiales frente al cambio climático, los países priorizan el cambio de su matriz energética hacia fuentes limpias, diversificadas y competitivas, por lo que hay una constante tendencia en brindar y promover el desarrollo de actividades energéticas eficientes que impulsen el progreso económico y social mediante la reducción eficiente de su energía y la emisión de contaminantes a medida que aumentan sus niveles de producción (PBI).

Si se analiza la intensidad energética⁵¹ a nivel mundial (Gráfico N° 27), se puede observar una tendencia decreciente entre el periodo 1990-2014, con una tasa de disminución de 33%. Comparado a nivel Latino América y el Perú, también se observa una tendencia decreciente para dicho periodo, aunque entre algunos años la intensidad energética aumentase (con tasas de -11% y -37%, respectivamente).



Fuente: Indicadores de Eficiencia Energética, Enerdata, WEC

Las industrias y el comercio del mundo tienen como objetivo la disminución de sus costos y promover la sostenibilidad económica, es por ello que para maximizar sus beneficios existe una tendencia de reemplazar fuentes energéticas que emiten CO² por energías renovables. Esto se corrobora con la intensidad de emisiones de dióxido de carbono procedentes de la combustión de hidrocarburos sobre la producción nacional (PBI). Según el Gráfico N° 28, la intensidad de emisiones de CO² disminuyeron en el mundo a una tasa de 31.4% durante el periodo 1990-2014⁵². Para el caso de Latino América y el Perú, la intensidad se redujo acumuladamente en el periodo; sin embargo, presentaron años en que la intensidad aumentó en algunos años.

⁵¹ Este indicador es la energía consumida por los usuarios finales (industria, transporte, hogares, servicios y agricultura), excluyendo el uso de productos derivados del petróleo y gas natural como materias primas químicas. Enlace: <https://www.wec-indicators.enerdata.eu/secteur.php>

⁵² Enlace: <https://www.wec-indicators.enerdata.eu/world-final-energy-intensity.html#/global-co2-intensity.html>



Tendencia 3: Mayor preocupación por asuntos sociales y ambientales sostenibles

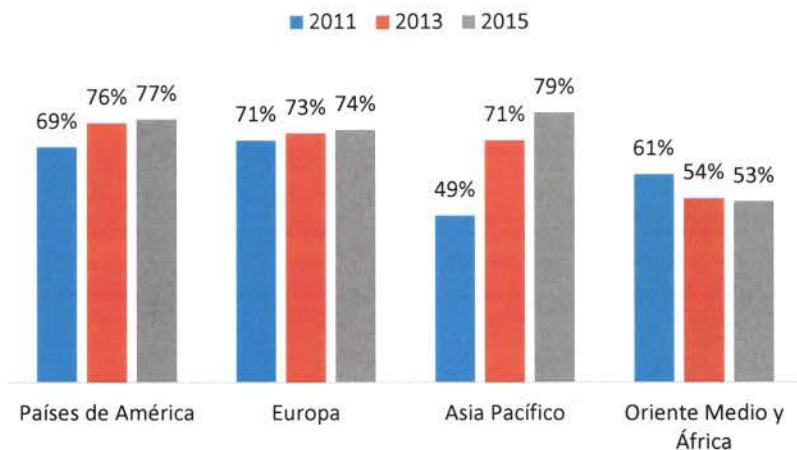
Muchas empresas alrededor del mundo están tomando mayor consideración a los impactos que generan sus operaciones en el ambiente y en la sociedad, ya que finalmente estos impactos tienen una directa repercusión en el desenvolvimiento de las compañías y en sus negocios, tales como la escasez de recursos, los cambios climáticos y los conflictos sociales. Las emisiones de dióxido de carbono, producto del consumo de fuentes fósiles por parte de las empresas del sector, han sido vinculadas al proceso de calentamiento global y al cambio climático. El surgimiento de un nuevo espíritu por la ecología, además de eventos como la Cumbre de Río (1992), Johannesburgo (2002) y el Protocolo de Kioto (1997, 2005, 2009, 2011), la COP20 (2014) y COP21 (2016), ha determinado la sustitución de los combustibles fósiles por fuentes renovables. Esto ha generado que compañías dedicadas a la producción de fuentes energéticas fósiles creen divisiones o filiales para trabajar la energía solar, energía eólica y energía proveniente del hidrógeno.

Una manera de identificar la preocupación de estos asuntos por parte de las empresas es por medio de sus reportes de Responsabilidad Corporativa, en donde se identifican los riesgos y oportunidades sociales y ambientales, y se explica la respuesta estratégica de la compañía.

En el Gráfico N° 29 se podrá apreciar que la región de Asia Pacífico se sitúa con el nivel más alto de empresas que emiten sus reportes de Responsabilidad Corporativa (79%) en el 2015, habiendo sido la región que más bajo nivel tenía en el 2011 (49%), esto debido a que países como India, Taiwan y Corea del Sur introdujeron de forma mandataria y voluntaria que las compañías hiciesen sus reportes con mayor ahínco. Seguidamente, las regiones de América y Europa se posicionan con niveles de reporte de 77% y 74% en el 2015, respectivamente, siendo la región de América la que creció más desde el 2011 luego de Asia Pacífico. Finalmente, solo la región de Oriente Medio y África presentó un descenso en los niveles de reportes a lo largo del periodo.

Gráfico N° 29

Porcentaje de compañías según reportes de Responsabilidad Corporativa y regiones



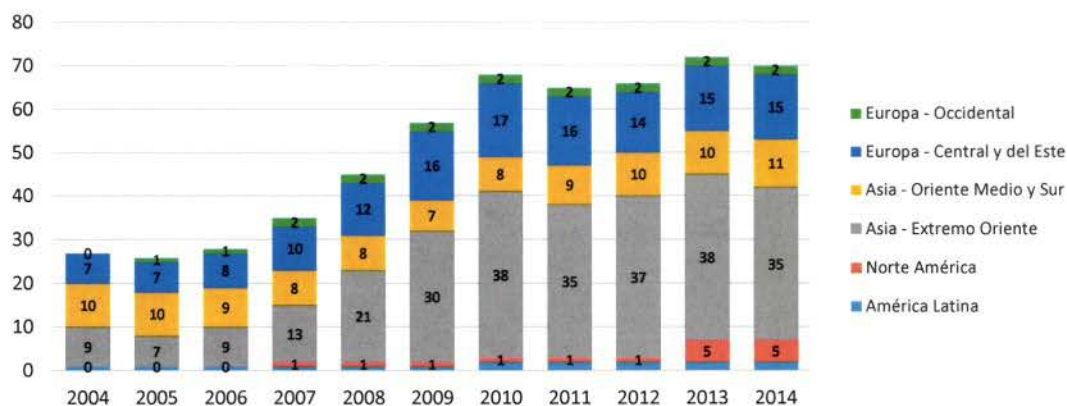
Fuente: The KPMG Survey of Corporate Responsibility Reporting 2015. Elaboración: OGP – MEM.

Tendencia 4: Desarrollo de la aplicación de la energía nuclear

En la última década del 2004-2014, ha habido una expansión en la construcción de reactores nucleares (Gráfico N° 30), centrados en el Extremo Oriente de Asia (35 reactores en construcción), especialmente en China⁵³. De los 27 reactores en construcción en el 2004, las construcciones aumentaron a 70 reactores en el 2014 alrededor del mundo. Europa Central y del Este tuvieron 15 reactores nucleares en construcción para el mismo año; Asia Medio Oriental y Sur, 11; Norte América, 5; Europa Occidental, 2; y América Latina, 2. Si bien el número en construcción se encontraba en 68 en el 2010, este descendió a 65 en el 2011, para luego aumentar en los siguientes años. Esto indicó un alza en la tendencia desde el accidente en la central nuclear de Fukushima Daiichi en Fukushima, Japón.

Gráfico N° 30

Número de Reactores Nucleares en Construcción por Región



Fuente: Nuclear Technology Review 2015, IAEA. Elaboración: OGP – MEM.

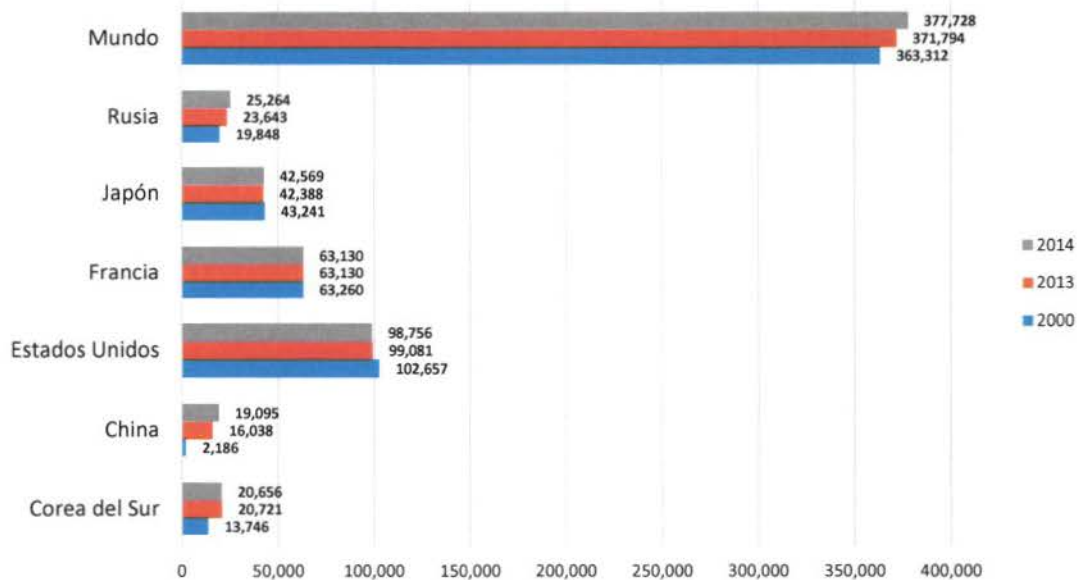
El consumo de la energía nuclear ha sido y será importante en el mercado energético del mundo desde los inicios del siglo XXI. Según el Gráfico N° 31, la potencia en producir energía nuclear en el mundo ha aumentado de 363,312 megawatts eléctricos (Mwe) en el 2000 a 377,728 Mwe en el 2014. El país con mayor potencial nuclear es Estados Unidos, con un potencial de 98,756 Mwe en el 2014, nivel que disminuyó de 102,657 Mwe en el 2000. Seguidamente, Francia y Japón tuvieron un pequeño descenso

⁵³ Nuclear Technology Review 2015, IAEA.

en el potencial nuclear entre el periodo 2000-2014. En cambio, Rusia, Corea del Sur y China tuvieron un incremento en su potencial nuclear para dicho periodo.

Gráfico N° 31

Potencial Nuclear en los países de Japón, Francia, Rusia, China, Corea del sur, Estados Unidos y en el mundo (Mwe)



Fuente: Energía 2015, Foro Nuclear 2014. Elaboración: OGP – MEM.

Aunque la tecnología nuclear se utiliza principalmente para la producción de energía eléctrica en las centrales nucleares ésta no es la única utilidad que se le puede dar. Este tipo de energía aparece en muchos otros aspectos de nuestra vida cotidiana y en el campo científico. Trabajando con diferentes isótopos de un mismo elemento, se puede utilizar la energía nuclear para otras aplicaciones en diversos campos como la médica, la agricultura, la alimentación, el medioambiente, el industrial, etc.

Tendencia 5: Mayor exploración y explotación de gas natural en el planeta

Las reservas mundiales de gas natural han aumentado gracias a la mayor inversión en exploración de yacimientos gasíferos. En el Gráfico N° 32 se muestra que las reservas probadas de gas natural, luego de pasar por un análisis de cantidad y calidad del contenido en los yacimientos de gas natural y un cálculo estimado de su duración y consumo, han aumentado a 187.1 trillones de metros cúbicos, habiendo crecido en 57.1% desde 1994. La región del Medio Este es la que tiene la mayor participación de reservas de gas natural en el mundo, con una participación del 42.7%, habiendo disminuido en su participación mundial con respecto al 2004 (46.1%). La región de Europa y Eurasia aumentó su participación de reservas en el mundo desde el 2004, con 27.3%, al 2014, con 31%. Las demás regiones alcanzan niveles de participación de reservas probadas de gas natural menores.



Gráfico N° 32

Distribución de Reservas Probadas de Gas Natural en 1994, 2004 y 2014

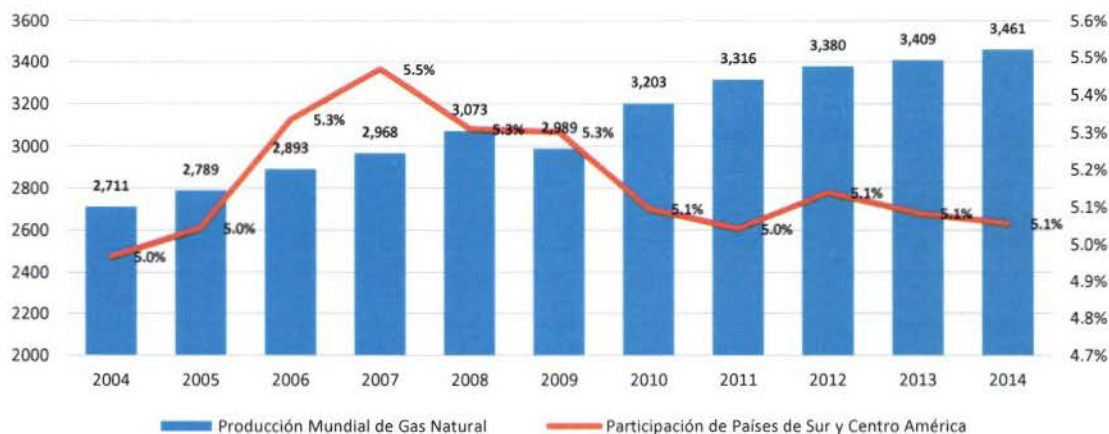


Fuente: BP Statistical Review of World Energy, 2015.

Por otro lado, la explotación del gas natural se mide por los niveles de producción. Como se aprecia en el Gráfico N° 33, a nivel mundial, la producción del gas natural ha tenido una tendencia creciente a lo largo del periodo 2004-2014, con excepción al año 2009. La producción del gas natural creció a 3,461 billones de metros cúbicos en el 2014, con un crecimiento de 27.7% desde el 2004. Los países de Latino América tienen una participación menor del 6% ante la producción mundial, mostrando una caída en la participación desde el 2007.

Gráfico N° 33

Producción Mundial de Gas Natural (billones de metros cúbicos) y Participación de Países de Sur y Centro América



Fuente: BP Statistical Review of World Energy, 2015. Elaboración: OGP – MEM.

Si bien la participación mundial de Latino América en la producción de gas natural disminuyó desde el 2007, como se verifica en el Gráfico N° 34, su producción agregada anual se incrementó de 134.7 billones de metros cúbicos en el 2004 a 175 billones de metros cúbicos en el 2014. Asimismo, el Perú viene aumentando su participación en la producción de gas natural en América Latina, teniendo su mayor incremento en el 2012 y ubicándose en 7.37% en el 2014.

Gráfico N° 34

Producción de Gas Natural (billones de metros cúbicos) de Sur y Centro América y Participación del Perú



Fuente: BP Statistical Review of World Energy, 2015. Elaboración: OGP – MEM.

Tendencia 6: Incremento en el uso del GNV para el transporte

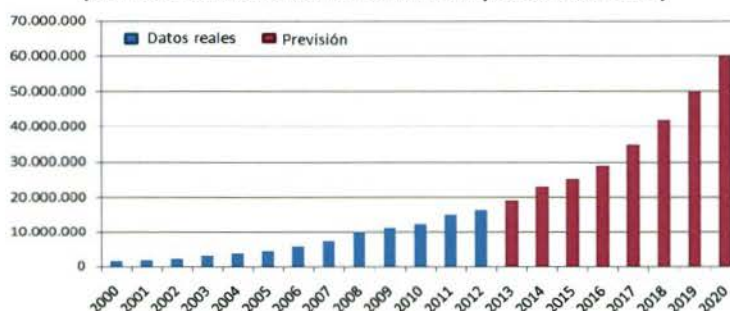
Esta tendencia se refiere a que el Gas Natural Vehicular (GNV) es una alternativa al diésel, ya que es viable económica y medioambientalmente, y su suministro está garantizado para muchos años. Las grandes potencias mundiales, como China y Estados Unidos, han apostado fuertemente por este combustible para reducir su huella de dióxido de carbono y los costos energéticos derivados del uso del combustible para el transporte.

El gas natural tiene dos ventajas fundamentales: primero que es un combustible no derivado del petróleo y, por tanto, alternativo y de una gran importancia estratégica; segundo, que las emisiones de escape de los motores de gas natural son las menores alcanzables con un motor de combustión interna. Una tercera ventaja muy importante es que el gas natural y su versión renovable, el biometano (que es el gas metano), tienen exactamente la misma composición química. Cualquier vehículo de gas natural puede consumir biometano sin ninguna limitación.

Ante esto, más países están propiciando un entorno normativo cada vez más exigente para la conversión de los vehículos al consumo de Gas Natural Vehicular (GNV). Según el Gráfico N° 35, el parque mundial vehicular de consumo de GNV ha tenido un formidable aumento en cuanto a número de vehículos con GNV. Para el 2012, existieron más de 17 millones de vehículos con combustible de gas natural. Los países con más vehículos fueron Irán, Pakistán y Argentina, con 3.3 millones, 2.7 millones y 2.2 millones de vehículos, respectivamente. Así también, se proyecta que con la tendencia de crecimiento que ha presenciado el parque mundial vehicular con GNV sea de casi 60 millones de vehículos para el año 2020.



Gráfico N° 35
 Crecimiento parque mundial vehicular GNV
 (Número de vehículos en el mundo que utilizan GNV)



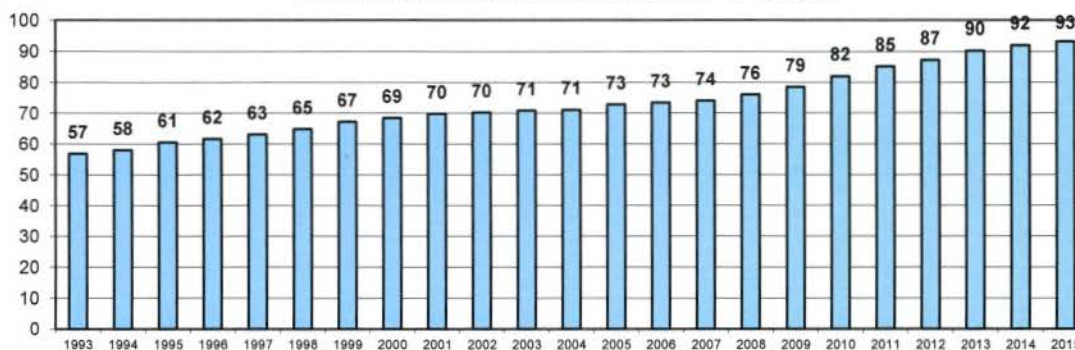
Fuente: Natural & Bio Gas Vehicular Association, Guía de Eficiencia Energética en la Movilidad y el Transporte Urbano, Consejería de Economía y Hacienda, Madrid

Tendencia 7: Mayor preocupación por el acceso al uso de la energía

Esta tendencia se basa en el acceso a la energía que se focaliza en la atención de la demanda de energía de los sectores más vulnerables. La carencia de estos servicios es denominada como pobreza energética y las personas que la padecen pertenecen a los sectores, poblaciones o segmentos más alejados y vulnerables.

Por un lado, en el caso del Perú, durante el periodo de 1993-2015, ha existido una tendencia creciente y persistente en el acceso a la energía eléctrica a nivel nacional (Gráfico N° 36). Esto se ha debido a las mayores inversiones en el sector de infraestructura eléctrica y a la reducción de los costos de producción motivada por procesos de electrificación más eficientes. Para dicho periodo, el acceso a electrificación nacional aumentó en 64.3%, con una tasa de crecimiento anual compuesta de 2.3%. A finales del 2015, el coeficiente de electrificación nacional alcanzó el nivel de 93.3%.

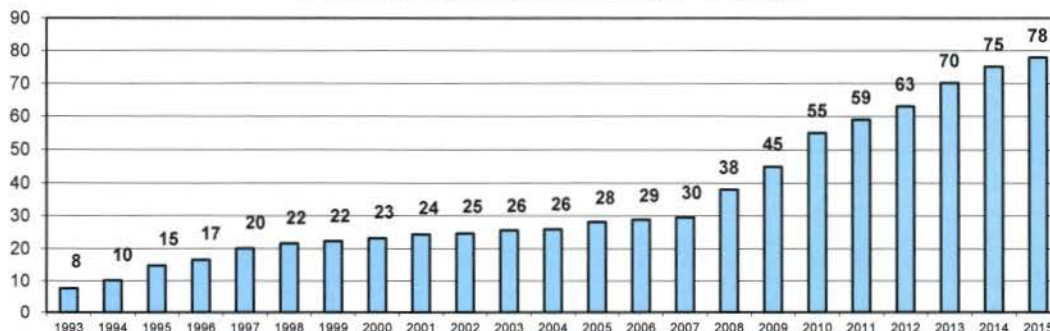
Gráfico N° 36
 Coeficiente de Electrificación Nacional – Perú (%)



Fuente: DGER, MEM

Así también, al analizar el acceso de energía eléctrica por parte de las poblaciones más vulnerables mediante el coeficiente de electrificación rural (Gráfico N° 37), también se observa una persistente tendencia creciente a lo largo del periodo de años de 1993-2015. Para dicho periodo, el coeficiente de electrificación rural creció en 913%, tomando una tendencia mucho más creciente desde el año 2008 y con una tasa de crecimiento anual compuesta de 11.1%. A finales del año 2015, el indicador alcanzó un nivel de 78%.

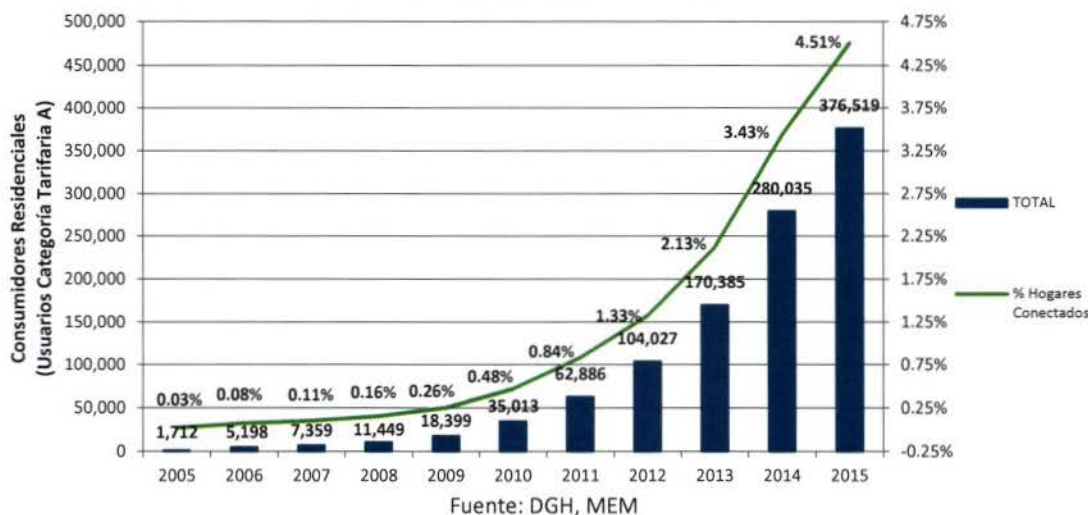
Gráfico N° 37
Coeficiente de Electrificación Rural – Perú (%)



Fuente: DGER, MEM

Por otro lado, con respecto a la masificación de gas natural, los departamentos de Lima e Ica son los únicos abastecidos por la red de gas natural para uso residencial y doméstico hasta el momento, atendidos por las empresas distribuidoras Calidra y Contugas, esta última con actividad desde el 2012. Según el Gráfico N° 38, el número de hogares conectados a la red de gas natural aumentó de 1,712 hogares en el 2005 a 376,519 hogares en el 2015, con una tasa de crecimiento anual compuesta de 71.5%. Con este crecimiento de los hogares conectados a la red de gas natural durante el mencionado periodo, la participación de estos hogares en el total de hogares a nivel nacional aumentó de un nivel bajo de 0.03% en el 2005 a 4.51% en el 2015. Es necesario precisar que se espera que al 2021 el porcentaje de hogares conectados a la red de gas natural alcance un estimado de 12%.

Gráfico N° 38
Porcentajes de hogares con conexión domiciliar a la Red de Gas Natural - Perú
Consumidores Residenciales (%)



Fuente: DGH, MEM

Tendencia 9: Demanda creciente de la energía

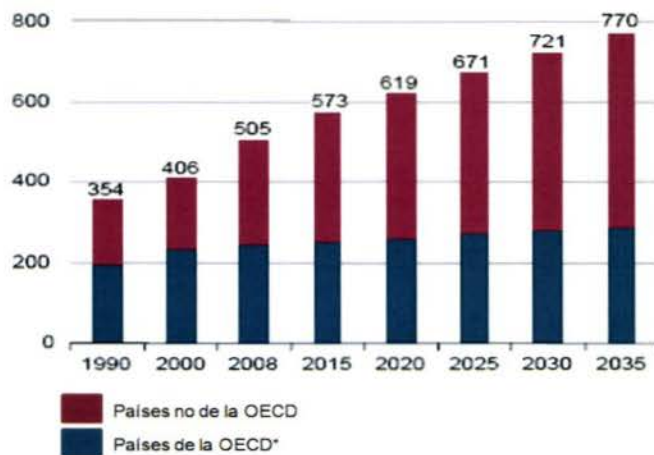
Se espera que la demanda de energía aumente considerablemente en los próximos años a causa del efecto combinado del crecimiento demográfico mundial, el impacto del crecimiento económico, los avances tecnológicos y el incremento del costo de energía⁵⁴. Por un lado, en el Gráfico N° 39 se aprecia que los países industrializados (pertenecientes a la OCDE) presentan un incremento suave en cuanto a la demanda de energía y proyectándose a una ralentización de su crecimiento. En cambio, los países en

⁵⁴ Perspectivas de la evolución mundial hasta el 2030 en los ámbitos de la energía, la tecnología y la política climática. Enlace: https://ec.europa.eu/research/energy/pdf/key_messages_es.pdf

vías al desarrollo (no pertenecientes a la OCDE), presentan un crecimiento rápido y su proyección indica que para el 2035 representarán más de la mitad de la demanda de energía mundial.

Gráfico N° 39

Proyección de la demanda energética mundial



*Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos[3] (OCDE) es un organismo de cooperación internacional, compuesto por 34 estados, cuyo objetivo es coordinar sus políticas económicas y sociales

Fuente: OCDE, US Energy Information Administration 2012, EIA

B. ANÁLISIS DE EVENTOS FUTUROS ENERGÉTICOS

Eventos de futuro 1: Integración de la energía y el desarrollo de la tecnología de la información

Ante el crecimiento en el consumo de energía eléctrica per cápita a nivel mundial, el desarrollo de redes inteligentes (Smart Grid) se presenta como una forma de gestión eficiente, consistiendo en la integración dinámica entre la energía eléctrica y los avances de la tecnología de la información y comunicaciones dentro del negocio de la energía eléctrica. Esto implicaría una mejora en la generación, transmisión, distribución y comercialización del sector.

Su objetivo primordial es equilibrar la oferta y la demanda entre productores y consumidores, con el propósito de generar unos ahorros considerables al sistema eléctrico, evitando cuantiosas pérdidas que se producen actualmente por el transporte de energía.

Por otra parte, el mundo actual también se encuentra constituido por abundantes fuentes de energía, por lo que la ciencia y la tecnología buscan mejores formas para contenerla y transmitirla. Robert Metcalfe⁵⁵ fue el primero en plantear la idea de una red de energía inteligente que utilice eficientemente los recursos distribuidos, con sistemas de alta redundancia y con una alta capacidad de almacenamiento, coincidiendo con algunas de las características del Internet⁵⁶.

Esta idea, también llamada “Enernet”, traería cambios “en la forma en que producimos y consumimos energía, en la generación, en la transmisión, el almacenamiento y la utilización final”⁵⁷. Otra de las características de esta red de suministro energético es su alcance de conexión mundial, la cual es abundante al no reducir el consumo de los usuarios. Sería una red de libre acceso, al igual como es el Internet en estos días.

Finalmente, también se está trabajando con los medidores inteligentes (Smart Meters), que son medidores digitales que se pueden ubicar en los hogares o negocios para medir la electricidad consumida en tiempo real⁵⁸. Estos equipos leen y almacenan digitalmente la cantidad de electricidad utilizada en intervalos cortos, por lo general cada 30 minutos, para luego enviar automáticamente esta información a distribuidores y minoristas de energía.

Esta tecnología tiene la capacidad de cambiar la relación que los consumidores tienen con la energía. Siempre se ha mantenido una relación pasiva en la que un consumidor recibe la factura después de haber usado la energía. Con un medidor inteligente se puede acceder a la mayoría de la información en tiempo real acerca del consumo de energía para mejorar su uso, por lo que la relación se hace más activa.

A diferencia de los medidores tradicionales, los medidores inteligentes emplean conexión remota al mudarse o movilizarse de casa y pueden detectar fallos para ayudar a restaurar la energía de manera más rápida después de un corte de luz. Así también, el potencial se amplifica cuando los medidores inteligentes se combinan con otras tecnologías digitales de red eléctrica, creando así una red cada vez más inteligente. Esto puede permitir cambiar la temperatura del hogar desde fuera de la casa para que al llegar se tenga un ambiente más cálido.

⁵⁵ Inventor de Ethernet y fundador de 3Com.

⁵⁶ José Luis Cordeiro, PhD, Director del Nodo Venezolano del Millennium Project, Investigador Invitado del Institute of Developing Economies en Tokio, Japón, y Profesor y Asesor en Energía de Singularity University en NASA Ames, Silicon Valley, EUA. Entrevista por Enerblog durante el “World Energy Congress” (WEC) 2013 en Daegu, Corea del Sur. Enlace:

<http://enerblog.org/miradas/entrevista-a-jose-luis-cordeiro/>

⁵⁷ Ibid.

⁵⁸ Enlace: <https://www.originenergy.com.au/blog/about-energy/smart-meters-revolutionising-electricity-supply.html>



Eventos de futuro 2: Energía inalámbrica: “witricidad”

Desde siglos anteriores, se ha venido buscando en la industria eléctrica un sistema de transmisión inalámbrica que prescindiera del cableado (“witricidad”); sin embargo, hubieron diversos obstáculos como la ineficiencia de la transferencia de energía a larga distancia que impidieron su desarrollo. En la actualidad, esto podría considerarse una realidad. Marin Soljačić, profesor del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), realizó estudios para prescindir de buena parte del cableado dentro de las viviendas o locales, así como de los cables de alimentación empleados en aparatos eléctricos⁵⁹. Así su propuesta conllevó a la posibilidad de tener una infraestructura eléctrica en las viviendas muy parecida a una red WiFi doméstica.

La Corporación WiTricity fue la primera en introducir la electricidad inalámbrica para los dispositivos móviles, vehículos eléctricos y otras aplicaciones que no necesitan utilizar cables ni transformadores eléctricos⁶⁰. Esta nueva tecnología está orientada a la recarga de aparatos tecnológicos y, por el momento, cuenta con sistemas básicos que son la recarga de dispositivos pequeños y la recarga de automóviles eléctricos. Además, puede realizar recargas eléctricas a través de superficies sólidas y de recargar varios dispositivos a la vez. Si bien estos sistemas son combinados con baterías pequeñas y menos hardware, se vuelve un producto de menor costo para productores y consumidores.

Eventos de Futuro 3: Captura de carbono, uso y almacenamiento (CCUS)

La Captura de Carbono, Uso y Almacenamiento (CCUS) es un proceso tecnológico para desviar o capturar el CO² de la atmósfera para ser más tarde almacenado y usado, así también es una futura opción para la mitigación rentable dada la señal de precios del CO². Tales precios tienen que ser lo suficientemente altos para crear las señales adecuadas para proporcionar incentivos en la reducción de CO²; además, involucra cuestiones relacionadas a la viabilidad técnica a gran escala, el costo adelantado de la infraestructura y la resistencia pública.

Las formas de capturar el CO² de manera más directa es a través de las emisiones de las industrias. Entre los métodos más empleados por plantas de combustión están el de pre-combustión, cuyo objetivo es remover el carbono del combustible antes de quemarlo y se puede reducir la emisión en un 80% a 90%; el método de post-combustión, el cual remueve el carbono del humo emitido después de quemar algún combustible con el que se puede reducir emisiones en un 80% a 90%; y el método Oxyfuel que se basa en utilizar el oxígeno puro para la combustión, de manera que el gas emitido de CO² es puro y es almacenado, esto puede reducir emisiones en un 90%. La captura y almacenamiento de CO² podría reducir en un 30%, o incluso más, los costos de estabilización de la concentración atmosférica en consecuencia de los gases de efecto invernadero. Según el IPCC⁶¹, para el 2100 la economía potencial de mitigación de carbono por medio del CCUS podría ser entre 10% a 50% del total de mitigación.

Eventos de Futuro 4: Energía del Hidrógeno

El hidrógeno se vuelve un insumo energético para el funcionamiento de vehículos y la generación de energía usada por la industria, como también para la iluminación de hogares en un futuro próximo⁶². Este elemento trae consigo un conjunto de beneficios al ser una fuente alternativa para sustituir el carbón y los hidrocarburos, y reduciría drásticamente las emisiones de dióxido de carbono y, así,

⁵⁹ Amazings, Noticias de la Ciencia. Enlace: <http://noticiasdelaciencia.com/not/10879/hacia-un-mundo-sin-cables-electricos-en-los-hogares/>

⁶⁰ Ibid.

⁶¹ IPCC (2005) reporte especial sobre Carbon Dioxide Capture and Storage. Preparado por Grupo III del Intergovernmental Panel on Climate Change. Metz, B., O. Davidson, H. C. de Coninck, M. Loos, L.A. Meyer (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, RU & New York, EEUU, 442 pp.

⁶² Enlace: <http://erenovable.com/energia-del-hidrogeno/>



disminuir los efectos del calentamiento global. El hidrógeno, al ser el elemento más abundante en el universo, no se vería limitado por el agotamiento de sus reservas como sí sucede con los combustibles fósiles, ya que se le puede encontrar frecuentemente en composición con el agua (H₂O) y otros elementos orgánicos.

La transformación del hidrógeno en energía es a través de una tecnología utilizada para la fabricación de baterías y pilas. Sin embargo, el hidrógeno no es una fuente de energía primaria, sino un elemento que pasa por un proceso de generación secundaria y a un alto costo en la actualidad. En el proceso de su obtención se puede llegar hasta consumir más energía de la que se obtiene después de usar el hidrógeno. Aún es un desafío su progreso para ser un sistema de producción de energía suficientemente poderoso y para estar al alcance del consumidor. Se debe invertir una significativa cantidad de recursos para la investigación y mejora del sistema de generación energética a partir del hidrógeno. Actualmente, los vehículos con motores propulsados con hidrógeno son poco habituales y enormemente costosos. Son productos de fase experimental, por lo que no están suficientemente extendidos.

Eventos de futuro 5: Migración masiva a vehículos eléctricos para el transporte

El sector de transporte enfrentará mayores desafíos frente al aumento demográfico y su urbanización, así también por la presión de minimizar las emisiones de gas de efecto invernadero y un menor uso de vehículos obsoletos⁶³. Si bien, la demanda de combustible a partir de hidrocarburos mantendría una importante participación impulsada principalmente por el transporte de camiones, autobuses, trenes, barcos y aviones, habría una importante migración al uso de vehículos eléctricos.

Los automóviles por fuentes eléctricas se incrementarán según el progreso en la reducción de los costos de la batería de los automóviles, la mejora en los requisitos de inversión para la infraestructura de los puestos de recargas de baterías eléctricas y el desarrollo de las redes inteligentes (Smart Grids) para utilizar vehículos eléctricos como de su almacenamiento eficaz de energía⁶⁴. Estos avances contribuirán en que haya más propiedad de automóviles en cuanto a vehículos híbridos y eléctricos.

En los últimos años diversas marcas reconocidas en la producción de automóviles han vendido vehículos eléctricos, aumentando cada vez su uso, pero sin una migración sustancial de la mayor parte de la población, debido al alto costo de su adquisición. El i-MiEV de Mitsubishi viene liderando en el mercado europeo. El Nissan Leaf y el Smart Electric Drive tienen una relevante participación en Europa, Estados Unidos y Japón. En España, el Renault Twizy tiene el liderazgo como el vehículo eléctrico más vendido. Por otro lado, organizaciones de investigación sobre los beneficios de los vehículos eléctricos vienen teniendo una importante participación en la promoción de estos vehículos. Actualmente, existen organizaciones como la Asociación Mundial de Vehículos Eléctricos (WEVA) que vienen impulsando la difusión, la creación de redes, la vigilancia, la investigación y el desarrollo de los vehículos híbridos y eléctricos.

Eventos de futuro 6: Desarrollo del gas esquisto (shale gas)

Desde el año 2010, el shale gas tuvo una importante participación en la generación de energía en países como Estados Unidos, Francia y Canadá, generando también un auge comercial importante que incentivó a otros países a la exploración y explotación del shale gas. Sin embargo, los procedimientos tecnológicos de extracción de este tipo de gas (fracturamiento hidráulico o "fracking") se encuentran ante fuertes olas de críticas y de una resistencia social e internacional. Esta metodología extractiva presenta efectos potencialmente nocivos para el medio ambiente y sus comunidades aledañas. Por

⁶³ World Energy Scenarios: Composing energy futures to 2050. World Energy Council 2013.

⁶⁴ Ibid.



ejemplo, una de las razones de esta discrepancia es por el empleo de disolventes químicos en mantos freáticos y agua potable que contaminan.

Se espera que los procedimientos tecnológicos del shale gas evolucionen a un enfoque más integrado⁶⁵, siendo menos contaminante con el medio ambiente. Para un mayor desarrollo sostenible de este tipo de gas se requeriría de una normativa en términos ambientales distinta a la que tienen actualmente los países que explotan esta materia de gas. Una normativa que permita a la regulación modernizar y actualizar nuevos desarrollos energéticos y nuevos instrumentos de impacto ambiental. Así también, dado lo novedoso de esta materia, se tendrían que confrontar las dificultades tecnológicas y de conocimiento de impacto social, ambiental y económico, debido a la insuficiencia de conclusiones sobre los procesos de exploración, picos y declives de producción y técnicas de recuperación de los recursos⁶⁶.

Si bien el proceso podría tomar varios años más para su desarrollo, existe mucha expectativa por parte de diversos sectores empresariales que el shale gas se vuelva la nueva fuente de riqueza y de energía de bajo costo, y así ser un importante sustituto de los combustibles líquidos para, finalmente, se vuelva una oportunidad de mejorar el potencial energético de los países.

⁶⁵ "Revolución del gas de lutitas" (Traducido). *Oilfield Review*. 2011. [Schlumberger](#), 2012.

⁶⁶ "Desarrollo del gas lutita (shale gas) y su impacto en el mercado energético: reflexiones para Centroamérica". *Documentos de Proyectos, Estudios e Investigaciones*. NU. CEPAL. Subse de México, 2013.



3. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES ESTRATÉGICAS Y DIAGNÓSTICO DEL SECTOR ENERGÉTICO



A partir del modelo conceptual, las tendencias y los eventos de futuro debemos identificar las variables estratégicas que representan los cambios en las condiciones y necesidades de los ciudadanos o en el entorno en los que estos se desenvuelven y, de ser el caso, también en otras Entidades del Estado (Resultados) que el sector necesita lograr en el futuro.

Cuadro N° 5
 Identificación de las Variables Estratégicas del Sector Energético

Componentes del Modelo Conceptual		Variable Estratégica	Definición
Nivel 1	Nivel 2		
A. SOSTENIBILIDAD ECONÓMICA	A.1 Contribución al Desarrollo Económico	VE ^E 1. Participación del PBI energético	Medida del valor agregado generado por la actividad energética (electricidad, distribución de gas, extracción de petróleo crudo, gas natural y servicios conexos).
		VE ^E 2. Nivel de exportación de energía eléctrica	Nivel de exportación de energía eléctrica por medio del enlace de interconexión regional.
	A.2 Promoción de la Energía	VE ^E 3. Nivel de inversión eléctrico	Cantidad de activos productivos como bienes de capital del sector eléctrico.
		VE ^E 4. Nivel de inversión hidrocarburífero	Cantidad de activos productivos como bienes de capital del sector hidrocarburífero.
	A.3 Seguridad Energética	VE ^E 5. Reservas probadas de hidrocarburos	Nivel de riqueza probada en materia de yacimientos de petróleo, LGN y gas natural en el territorio del país.
		VE ^E 6. Margen de reserva eléctrica	Nivel de reserva de electricidad a partir del margen entre la potencia efectiva del SEIN y la máxima demanda de electricidad del SEIN.
		VE ^E 7. Diversificación de la matriz energética	Estructura porcentual de la participación de las diferentes fuentes energéticas.
	A.4 Eficiencia Energética	VE ^E 8. Productividad energética	Relación entre el consumo energético y el volumen de la actividad económica con el que se calcula el valor medio de la cantidad de energía que se necesita para generar una unidad de riqueza.
	A.5 Competitividad Energética	VE ^E 9. Posicionamiento de la seguridad energética	Posición del país ante el potencial y calidad productiva de energía en relación sobre otros países.
		VE ^E 10. Capital humano en energía	Grado de formación técnica y profesional en el conjunto de recursos humanos especializados en el sector energético.
	A.6. Investigación e Innovación en Energía	VE ^E 11. Publicaciones científicas originales	Publicación en revistas nacionales e internacionales de los principales proyectos de investigación en tecnología nuclear.
		VE ^E 12. Aplicaciones de la energía nuclear y radiaciones ionizantes	Procedimientos técnicos, relacionados a fuentes de radiación ionizante e instrumentación nuclear utilizados en los sectores de la industria, medicina e investigación.
B. SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL	B.1 Calidad ambiental	VE ^E 13. Nivel de emisión de contaminantes en el aire por fuentes energéticas	Nivel de contaminación en el aire por la combustión de fuentes energéticas.
		VE ^E 14. Evaluación de estudios ambientales energéticos	Procedimientos técnico-administrativos que sirven para identificar, analizar e interpretar los impactos ambientales que producirá un proyecto energético en su entorno en caso de ser ejecutado.
		VE ^E 15. Determinación de radiación en muestras ambientales	Procedimiento técnico, que permite determinar el nivel de radiación en muestras ambientales, como alimentos, agua, aire y mar.
	B.2 Ecoeficiencia	VE ^E 16. Producción de energía renovable	Participación de RER en el total de la generación de energía eléctrica.
C. SOSTENIBILIDAD SOCIAL	C.1 Contribución al desarrollo Social	VE ^E 17. Acceso a la electrificación nacional	Hogares a nivel nacional con acceso a la electricidad.
		VE ^E 18. Acceso a la electrificación rural	Hogares de zonas rurales con acceso a la electricidad.
		VE ^E 19. Masificación del gas natural	Hogares con conexión a la red de gas natural.
		VE ^E 20. Generación de curies	Unidades de radioisótopos con altas dosis de radiactividad para el uso de diversas aplicaciones químicas y medicinales.

Componentes del Modelo Conceptual		Variable Estratégica	Definición
Nivel 1	Nivel 2		
	C.2 Gestión de Grupos de Interés	VE ^E 21. Cumplimiento de los acuerdos de mesas de diálogo y/o desarrollo sobre asuntos energéticos	Mecanismos de monitoreo que tienen como finalidad prevenir futuros conflictos sociales energéticos.
	C.3 Participación Ciudadana		
	C.4 Consulta previa	VE ^E 22. Conflictividad social en proyectos energéticos	Nivel de conflictividad en los proyectos energéticos debido a intereses contrapuestos que adoptan acciones amenazantes al orden público y a la gobernabilidad.
	C.5 Conflictividad Social Energética		
D. GOBERNANZA DEL SECTOR	D.1 Marco Normativo y Transparencia Institucional	VE ^E 23. Posicionamiento de la política energética	Posición relativa de la capacidad institucional para que el sistema energético pueda suministrar energía dentro de la estabilidad política, la calidad regulatoria y la eficiencia gubernamental.
		VE ^E 24. Modernización del marco legal hidrocarburífero	Normatividad sobre las cuales las instituciones establecen el alcance y la naturaleza de la participación de las compañías en el sector de hidrocarburos.
	D.2 Supervisión y Fiscalización	VE ^E 25. Cumplimiento de la Regulación del Uso de Radiación Ionizante	Verificación del cumplimiento de las normas de seguridad radiológica que protegen trabajadores y público.
	D.3 Modernización Institucional	VE ^{ME} 20. Simplificación de procesos	Nivel de simplificación de los procesos institucionales y cargas administrativas.
		VE ^{ME} 21. Nivel de coordinación entre actores del sector	Coordinación y articulación entre las diferentes entidades vinculadas al sector.
	D.4 Presencia del Estado	VE ^{ME} 22. Nivel de descentralización en las funciones del Estado	Descentralización de las funciones ministeriales y fortalecimiento en las capacidades de los Gobiernos Regionales.

Nota: Las Variables Estratégicas ^{ME} N° 20 (Simplificación de procesos), N° 21 (Nivel de coordinación entre actores del sector) y N° 22 (Nivel de descentralización en las funciones del Estado) serán usadas conjuntamente tanto para el Sector Minero y el Energético, por lo que los valores de los indicadores de esas variables serán los mismos en ambos sectores.



PROSPECTIVA ESTRATÉGICA DEL SECTOR ENERGÉTICO

Cuadro N° 6

Diagnóstico Evolutivo de los Indicadores de las Variables Estratégicas en el Sector Energético

Modelo Conceptual		Variables Estratégicas	Indicadores	Fuente	Medida	Diagnóstico Evolutivo					
Nivel 1	Nivel 2					2010	2011	2012	2013	2014	2015
A. SOSTENIBILIDAD ECONÓMICA	A.1 Contribución al Desarrollo Económico	VE ^E 1. Participación del PBI energético	Participación del PBI energético en el PBI nacional	INEI	%	4.41	4.4	4.25	4.23	4.3	3.88 (a)
		VE ^E 2. Nivel de exportación de energía eléctrica	Volumen de exportación de energía eléctrica	DGE-DGEE (MEM)	GW.h	-	-	2.18	0	12.8	s.i.
	A.2 Promoción de la Energía	VE ^E 3. Nivel de inversión eléctrica	Nivel de inversión eléctrica	DGE-DGER (MEM)	Millones de US\$	1,368	1,880	2,739	2,589	2,586	2,384 (b)
		VE ^E 4. Nivel de inversión hidrocarburífero	Nivel de inversión en hidrocarburos (upstream)	DGH (MEM)	Millones de US\$	1,324	1,644	1,880	1,381	1,195	755
	A.3 Seguridad Energética	VE ^E 5. Reservas probadas de hidrocarburos	Volumen de reservas probadas de hidrocarburos	DGH (MEM)	Mil Millones de Barriles equivalentes a petróleo	2,220	2,263	2,740	2,681	2,606	s.i.
		VE ^E 6. Margen de reserva eléctrica	Margen de reserva de electricidad del SEIN	DGE (MEM)	%	33.4%	28.3%	32.0%	35.9%	36.5%	37.6%
		VE ^E 7. Diversificación de la matriz energética	Porcentaje de los recursos energéticos renovables en la matriz energética	DGEE (MEM)	%	-	-	24	23	23	s.i.
	A.4 Eficiencia Energética	VE ^E 8. Productividad energética	Nivel de intensidad energética	SIEE-OLADE	(TJ / 10 ⁵ US\$ 2000)	6	6	5.6	5.6	5.4	s.i.
	A.5 Competitividad Energética	VE ^E 9. Posicionamiento de la seguridad energética	Posición en el ranking de seguridad del suministro energético	World Energy Council	Puesto	69	48/92	46/94	21/129	18/129	27/130
		VE ^E 10. Capital humano en energía	Cantidad de egresados profesionales en materia de energía	SUNEDU	N°	-	-	-	-	-	5,393
	A.6 Investigación en Innovación en Energía	VE ^E 11. Publicaciones Científicas originales	Número de Publicaciones Científicas	INDE (IPEN)	N°	44	39	19	31	22	39
		VE ^E 12. Aplicaciones de la energía nuclear y radiaciones ionizantes	Número de aplicaciones de la energía nuclear y radiaciones ionizantes	SERV (IPEN)	N°	428	441	622	556	632	762
B. SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL	B.1 Calidad ambiental	VE ^E 13. Nivel de emisión de contaminantes en el aire por fuentes energéticas	Nivel de emisión de contaminantes en el aire procedentes de fuentes energéticas	DGEE (MEM)	10 ⁶ kg.	154.1	163.8	167.6	178.7	s.i.	s.i.
		VE ^E 14. Evaluación de estudios ambientales energéticos	Estudios ambientales energéticos evaluados	DGAEE (MEM), Senace	N°	s.i.	s.i.	112	351	309	697
		VE ^E 15. Determinación de	Número en muestras ambientales con determinación de radiación	SERV (IPEN)	N°	562	800	776	629	786	1,151

PROSPECTIVA ESTRATÉGICA DEL SECTOR ENERGÉTICO

Modelo Conceptual		Variables Estratégicas	Indicadores	Fuente	Medida	Diagnóstico Evolutivo					
Nivel 1	Nivel 2					2010	2011	2012	2013	2014	2015
		radiación en muestras ambientales									
	B.2 Ecoeficiencia	VE ^E 16. Producción de energía renovable	Porcentaje de la producción de RER para la generación de energía eléctrica	DGE (MEM)	%	0.9	1	1.91	2.93	3.49	4.45
	B.3 Energía renovable										
C. SOSTENIBILIDAD SOCIAL	C.1 Contribución al desarrollo Social	VE ^E 17. Acceso a la electrificación nacional	Coeficiente de electrificación nacional	DGE, DGER (MEM)	%	82	85.2	87.2	90.3	92	93.3
		VE ^E 18. Acceso a la electrificación rural	Coeficiente de electrificación rural	DGER (MEM)	%	55	59	63	70.2	75.2	78
		VE ^E 19. Masificación del gas natural	Porcentaje de hogares con conexión domiciliar a la red de gas natural	DGH (MEM)	%	0.48	0.84	1.33	2.13	3.43	4.51
		VE ^E 20. Generación de curies	Cantidad de curies de radiofármacos producidos	PROD (IPEN)	Curies	854	796	809	1,024	771	721
	C.2 Gestión de Grupos de Interés	VE ^E 21. Cumplimiento de los acuerdos de mesa de diálogo y/o desarrollo sobre asuntos energéticos	Porcentaje de cumplimiento de acuerdos de las mesas de diálogo y/o desarrollo sobre asuntos energéticos	OGGS (MEM)	%	39.49	43.27	52.46	66.67	69.58	71.98
	C.3 Participación Ciudadana										
	C.4 Consulta Previa	VE ^E 22. Conflictividad social en proyectos energéticos	Porcentaje de Proyectos Energéticos libres de conflictividad social	OGGS (MEM)	%	29.67	33.33	48.65	44.68	49.81	56.52
D. GOBERNANZA DEL SECTOR	D.1 Marco Normativo y Transparencia Institucional	VE ^E 23. Posicionamiento de la política energética	Posición en el índice de fortaleza política en energía	World Energy Council	Puesto	62	61/92	58/94	69/129	74/129	74/130
		VE ^E 24. Modernización del marco legal hidrocarburífero	Posición en el ranking del Sistema Legal	Instituto Fraser	Puesto	76/133	68/135	77/147	95/157	80/156	70/126
	D.2 Supervisión y Fiscalización	VE ^E 25. Cumplimiento de la Regulación del Uso de Radiación Ionizante	Número de inspecciones para el Uso de Radiación Ionizante	OTAN (IPEN)	N°	1,622	1,510	1,515	1,621	1,184	884
	D.3 Modernización Institucional	VE ^{ME} 20. Simplificación de procesos	Porcentaje de procesos simplificados	OGP (MEM)	%	-	-	-	2	12	16
		VE ^{ME} 21. Nivel de coordinación entre actores del sector	Número de atenciones a los requerimientos de las sesiones de la Comisión Intergubernamental	OGP (MEM)	N°	-	-	101	53	46	54
	D.4 Presencia del Estado	VE ^{ME} 22. Nivel de descentralización en las funciones del Estado	Porcentaje de regiones que cumplen con las metas previstas de acuerdo al Convenio de Gestión	OGP (MEM)	%	-	-	-	-	40 (a)	s.i.

- (a) Información preliminar del 2015.
 (b) Información preliminar al 3er trimestre del 2015.
 - s.i.: sin información.

4. CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIOS DEL SECTOR ENERGÉTICO



Una vez identificadas las variables estratégicas y con el análisis realizado respectivamente, se prosigue con la construcción de escenarios, la cual permitirá explorar el futuro y construir futuros alternativos. Para esto se empleará los cuatro tipos de escenario generales del prospectivista Jim Dator⁶⁷.

Cuadro N° 7
 Construcción de escenarios exploratorios

1. ESCENARIO DE TRANSFORMACIÓN – OPTIMISTA 1 El futuro es evolucionar hacia una transformación radical	2. ESCENARIO DE DISCIPLINA – OPTIMISTA 2 El futuro es garantizar un crecimiento sostenible, pero sin transformaciones profundas
Sistema Integrado e Inteligente de Energía <i>(Evento de futuro: Integración de la energía y el desarrollo de la tecnología de la información; Energía inalámbrica (witrlicity))</i>	Desarrollo Sostenible Energético <i>(Evento de futuro: CCUS; Energía del hidrógeno; Vehículos eléctricos)</i>
3. ESCENARIO DE COLAPSO: - PESIMISTA El futuro de nuestras preocupaciones crecientes	4. ESCENARIO DE CRECIMIENTO CONTINUO - TENDENCIAL El futuro de la continuidad de las tendencias
Crisis de Energía	Transición energética

1. ESCENARIO DE TRANSFORMACIÓN – OPTIMISTA 1

Sistema Integrado e Inteligente de Energía (por *Evento de futuro: Integración de la energía y el desarrollo de la tecnología de la información; Energía inalámbrica (witrlicity)*)

La firme y consensuada aplicación de políticas públicas ha logrado que el acceso a la energía eléctrica sea una realidad para más del 99% de la población peruana. El Sector Energético viene aprovechado las innovaciones tecnológicas para el uso de las fuentes energéticas de manera más eficiente y a un menor costo. La tecnología electrónica utilizada por los usuarios y el parque automotor son más eficientes en el uso de energía.

Gracias al progreso y las aplicaciones de la energía inalámbrica, al acceso de redes energéticas como el Enernet y la interconexión eléctrica por el Smart Grid, los equipos electrónicos son recargables de manera inalámbrica y con acceso a una red sostenida de abundante energía donde los usuarios consumidores y ofertantes de electricidad tienen una fuente integrada energética. Por otra parte, la integración entre los sistemas de información y la energía es una realidad que permite el fácil acceso a la energía y que las actividades industriales y comerciales mejoren en cuanto a su productividad y eficiencia, elevando así la competitividad de las actividades económicas.

⁶⁷ James Allen (Jim) Dator es profesor y director del Centro de Investigación de Estudios de Futuro de Hawái en la Universidad de Hawái.



2. ESCENARIO DE DISCIPLINA – OPTIMISTA 2

Desarrollo Sostenible Energético (por *Eventos de futuro: CCUS; Energía del hidrógeno; Vehículos eléctricos*)

El Perú cumple con el compromiso frente al cambio climático “Debajo de 2°C”⁶⁸. Esto se ha logrado mediante el incremento en el uso de los recursos energéticos renovables, teniendo estos una importante participación en la matriz energética y en la producción de energía eléctrica. Así, el Perú se vuelve un país con altas inversiones en infraestructura y tecnología de las fuentes de energía limpia como la solar, eólica, de biocombustibles, hidráulica, termal y del hidrógeno.

Por otro lado, gracias al progreso tecnológico para la mitigación de gases de efectos invernadero y de contaminantes en el aire, agua y suelo, como el CCUS, el daño ambiental ocasionado por la generación de energía a partir de la combustión de hidrocarburos líquidos y gaseosos disminuye. Así también, la disminución del precio y los costos de fabricación de los automóviles eléctricos permiten su mayor acceso por parte de la población urbana. Esto repercute en la sustitución de los vehículos de transporte de combustión de hidrocarburos por vehículos de fuente eléctrica y se vuelve el mayor factor para la reducción de los contaminantes en el aire.

3. ESCENARIO DE COLAPSO – PESIMISTA

Crisis de Energía

Debido a los altos costos de la generación de electricidad por fuentes de energía renovable, el Perú no ha logrado diversificar la matriz energética. Esto implica que se continúe dependiendo de la importación de combustibles fósiles como el petróleo, para mantener en funcionamiento la actividad económica de manera estable. Los niveles de contaminación del sector industrial no lograron disminuir pese a la sustitución de las fuentes contaminantes y la sustitución de derivados del petróleo por el GNV en el parque automotor no tuvo el alcance esperado. La fuerte dependencia de los hidrocarburos como el petróleo vuelve muy vulnerable a la economía debido a la volatilidad de los precios.

Por otro lado, la inclusión social energética no ha conseguido las metas previstas, lo cual desencadena problemas sociales. Un relevante grupo de familias de zonas rurales no lograron sustituir las cocinas de combustibles de biomasa por cocinas de gas o electricidad, por lo que los daños en las vías respiratorias no se han neutralizado. Así también, la falta de inversión pública y privada en infraestructura y tecnología eléctrica no logró las metas en cuanto al mayor acceso a la energía eléctrica, afectando a la población rural.

4. ESCENARIO DE CRECIMIENTO CONTINUO - TENDENCIAL

Transición Energética

El gas natural se volvió una fuente de transición dada la tendencia del aumento de la producción de esta fuente energética en el Perú. Esto fomentó el desarrollo de una mejor infraestructura de los gasoductos a lo largo de las regiones del país para su distribución en los hogares, el transporte y las industrias. Si bien el suministro de energía mantiene un nivel de reservas suficiente para la atención de la demanda energética, las tarifas de electricidad se mantienen elevadas.

Por otro lado, los programas de inclusión social energética mantuvieron su actividad, por lo que aumentó el nivel de acceso a la electricidad de la población; y se redujo el uso de combustibles

⁶⁸ Según el grupo de científicos de Avoid 2, asesores del gobierno británico, “la importancia de los dos grados se resume en cuatro cifras que lo dicen todo: por debajo de ese límite, la exposición a olas de calor se reduciría un 89%, las inundaciones un 76%, el declive de las cosechas un 41% y el estrés hídrico un 26%”. Enlace: <http://www.elmundo.es/ciencia/2015/11/23/5652077022601da2708b4653.html>



de biomasa sustituyéndolos por el gas natural, el GLP y la electricidad. Finalmente, la participación de los RER en la matriz energética ha mantenido poca relevancia como generador de electricidad.

A partir de cada escenario exploratorio presentado, se proyectan los valores de las variables estratégicas de mayor relevancia en el Sector Energético para cada uno de los escenarios.

Cuadro N° 8

Articulación de las Variables Estratégicas y los Escenarios Exploratorios

Modelo Conceptual	Variables Estratégicas	Indicador	Medida	Valor Actual	ESCENARIO DE TRANSFORMACIÓN – OPTIMISTA 1: Sistema Integrado e Inteligente de Energía	ESCENARIO DE DISCIPLINA – OPTIMISTA 2: Desarrollo Sostenible Energético	ESCENARIO DE COLAPSO - PESIMISTA: Crisis de Energía	ESCENARIO DE CRECIMIENTO CONTINUO - TENDENCIAL: Transición energética
A. SOSTENIBILIDAD ECONÓMICA	VEM 1. Participación del PBI energético	Participación del PBI energético en el PBI nacional	%	3.88 (2015)	4.8	4.5	2	3.8
	VEE 9. Posicionamiento de la seguridad energética	Posición en el ranking de seguridad del suministro energético	Puesto	27/130 (2015)	10	15	45	30
B. SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL	VEE 13. Nivel de emisión de contaminantes en el aire por fuentes energéticas	Nivel de emisión de contaminantes en el aire procedentes de fuentes energéticas	106 kg.	178.7 (2013)	180	150	230	190
C. SOSTENIBILIDAD SOCIAL	VEE 17. Acceso a la electrificación nacional	Coefficiente de electrificación nacional	%	93.3 (2015)	100	99	80	95
D. GOBERNANZA SECTORIAL	VEE 23. Posicionamiento de la política energética	Posición en el Índice de fortaleza política en energía	Puesto	74/130 (2015)	50	57	95	80

5. IDENTIFICACIÓN DE OPORTUNIDADES Y RIESGOS DEL SECTOR ENERGÉTICO



Finalmente, al realizar la evaluación de los diversos escenarios mencionados se deben reconocer los riesgos y oportunidades que se presentarían en cada uno de los escenarios presentados. Los riesgos y oportunidades derivan de las tendencias y eventos futuro tratados anteriormente.

Cuadro N° 9
Matriz de Riesgos y Oportunidades del Sector Energético

ESCENARIOS		OPORTUNIDADES	RIESGOS
1. ESCENARIO DE TRANSFORMACIÓN – OPTIMISTA 1	Sistema Integrado e Inteligente de Energía	Generación de mejores condiciones para el desarrollo de la investigación y la innovación.	Pérdida de competitividad por la inestabilidad política por la ineficiencia, burocracia y corrupción en las instituciones.
		Población y la economía beneficiados por el acceso a la energía.	Encarecimiento del costo de vida por elevación de precios en el mercado.
		Interconexión con países vecinos.	
2. ESCENARIO DE DISCIPLINA – OPTIMISTA 2	Desarrollo Sostenible Energético	Mayor potencial energético por parte de fuentes renovables.	Mayor costo para la producción por RER.
		Disminución del daño en la salud gracias al mayor uso de combustibles limpios en las cocinas.	Beneficios reducidos para las empresas por las altas exigencias en la conservación ambiental.
		Mayor conservación del medio ambiente al disminuir las emisiones de GEI.	
3. ESCENARIO DE COLAPSO – PESIMISTA	Crisis de Energía	Alta demanda de energía.	Población sin acceso a la energía para su desarrollo.
			Crecimiento de los conflictos sociales por falta de acceso a la energía básica.
		Mayor voluntad de la población por el ahorro energético.	Mayor contaminación en el ambiente por mayores emisiones de GEI.
4. ESCENARIO DE CRECIMIENTO CONTINUO – TENDENCIAL	Transición Energética		Crisis económica por la caída de los precios de los hidrocarburos.
		Más hogares conectados a la red de gas natural.	Economía susceptible por la volatilidad de precios de los hidrocarburos.
		Parque automotor con más transformaciones a combustibles de GNV.	Inseguridad en el abastecimiento energético por la posible falta de reservas de recursos energéticos fósiles.

ANEXOS

1. Glosario de Términos

- **As** – Arsénico
- **BCRP** – Banco Central de Reserva del Perú
- **BM** – Banco Mundial
- **CAF** – Corporación Andina de Fomento
- **CAN** – Comunidad Andina de Naciones
- **CEPAL** – Comisión Económica para América Latina y el Caribe
- **CEPLAN** – Centro Nacional de Planeamiento Estratégico
- **CERCLA** – Comprehensive Environmental Response, Compensation, and Liability Act
- **CO²** – Dióxido de carbono
- **CORA** – Comisión para la Reforma de las Administración Pública
- **CRU** – Global Commodity Industry Pricing and Market Analysis
- **Cu** – Cobre
- **DGAEE** – Dirección General de Asuntos Ambientales Energéticos
- **DGAAM** – Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros
- **DGE** – Dirección General de Electricidad
- **DGEE** – Dirección General de Eficiencia Energética
- **DGER** – Dirección General de Electrificación Rural
- **DGFM** – Dirección General de Formalización Minera
- **DGH** – Dirección General de Hidrocarburos
- **DGM** – Dirección General de Minería
- **DPM** – Dirección de Promoción Minera
- **EAE** – Evaluación Estratégica Ambiental
- **EAPI** – Ranking Mundial del Índice de Desempeño de Arquitectura de la Energía
- **ECA** – Estándares de Calidad Ambiental
- **EIA** – Estudio de Impacto Ambiental
- **EITI** – Iniciativa para la transparencia de las industrias extractivas
- **EJOLT** – Environmental Justice Organizations, Liabilities and Trade
- **ENAH** – Encuesta Nacional de Hogares
- **EPA** – United States Environmental Protection Agency
- **ETFS** – Exchange-traded Fund
- **FAO** – Food and Agriculture Organization of the United Nations
- **Fe** – Hierro
- **FISE** – Fondo de Inclusión Social Energético
- **GLP** – Gas Licuado de Petróleo
- **GN** – Gas Natural
- **GNV** – Gas Natural Vehicular
- **GORE** – Gobierno Regional
- **ICMM** – International Council on Mining and Metals
- **ICSG** – International Copper Study Group
- **IDH** – Índice de desarrollo humano
- **ILZSG** – International Lead and Zinc Study Group
- **INEI** – Instituto Nacional de Estadística e Informática
- **INGEMMET** – Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico
- **IPCC** – Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático
- **IPE** – Instituto Peruano de Economía

- **IPEN** – Instituto Peruano de Energía Nuclear
- **ITIF** – Information Technology and Innovations Foundation
- **kV** - kilovoltio
- **LCOE** - costo de electricidad nivelado
- **LGN** – Líquidos de Gas Natural
- **LMP** – Límites Máximos Permisibles
- **MEM** – Ministerio de Energía y Minas
- **MINAM** – Ministerio del Ambiente
- **MINSAL** – Ministerio de Salud
- **MV** - megavoltio
- **Mwe** – megawatt eléctrico
- **MWh** - megawatt/hora
- **NEA** - Agencia de Energía Nuclear
- **NHS** – Centro de Información del Sistema Nacional de Salud británico
- **NUMES** - Nueva Matriz Energética Sostenible para el Perú
- **OAAS** – Oficina de Asesoramiento de Asuntos Ambientales
- **OCDE** – Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
- **OEFA** – Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental
- **OGAJ** – Oficina General de Asesoría Jurídica
- **OGGS** – Oficina General de Gestión Social
- **OGPP** – Oficina General de Planeamiento y Presupuesto
- **OIEA** – Organismo Internacional de Energía Atómica
- **OIT** – Organización Internacional del Trabajo
- **OMC** – Organización Mundial del Comercio
- **ONDS** – Oficina Nacional de Diálogo y Sostenibilidad
- **OSINERGMIN** – Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería
- **OTAN** - Oficina Técnica de la Autoridad Nacional
- **PAM** – Pasivos ambientales mineros
- **Pb** – Plomo
- **PBI** – Producto Bruto Interno
- **PCM** – Presidencia del Consejo de Ministros
- **PEDN** – Plan Estratégico de Desarrollo Nacional
- **PEI** – Plan Estratégico Institucional
- **PESEM** – Plan Estratégico Sectorial Multianual
- **PGM** – Platinum Group Metals
- **Ph** – Iones de hidrógeno
- **PJ** – peta joule
- **PM10** - Partículas sólidas o líquidas
- **PNUD** – Programas de las Naciones Unidas para el Desarrollo
- **PwC** – PricewaterhouseCoopers
- **RER** – Recursos Energéticos Renovables
- **RSE** – Responsabilidad Social Empresarial
- **SE4ALL** - Energía Sostenible Para Todos
- **SEIA** – Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental
- **SEIN** - Sistema Eléctrico Interconectado Nacional
- **SENACE** – Servicio Nacional de Certificaciones para las Inversiones Sostenibles
- **SINEA** - Sistema de Interconexión Eléctrica Andina
- **SINEFA** – Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental
- **SO²** – Dióxido de azufre
- **SUNAFIL** – Superintendencia Nacional de Fiscalización Laboral
- **SUNEDU** – Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria
- **TIVA** – Trade in Value Added
- **TJ** – tera joule
- **TLC** – Tratado de Libre Comercio

- **UEE** - Uso Eficiente de la Energía
- **UNASUR** – Unión de Naciones Suramericanas
- **USGS** – United States Geological Survey
- **WEC** – World Energy Council
- **WEF** – World Economic Forum
- **WGC** – World Gold Council
- **Zn** – Zinc



2. Bibliografía

1. AGECC – THE SECRETARY-GENERAL’S ADVISORY GROUP ON ENERGY AND CLIMATE CHANGE, 2010. “Energy for a Sustainable Future”. *Summary Report and Recommendations*. New York.
2. ALCÁZAR MOLINA, Manuel, 2005. “Un proyecto de referencia en Iberoamérica: el Sistema nacional integrado de Información Catastral predial en Perú”. CT: Catastro. Jaén, ETS. Universidad de Jaén, MGA Molina.
3. ANDERSEN, Mikkel, 2003. “¿Es la certificación algo para mí? Una guía práctica sobre por qué, cómo y con quién certificar productos para la exportación”. *Serie de Publicaciones RUTA: Material de Capacitación*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO.
4. ARGUEDAS, Cinthya et al., 2011. *La experiencia de descentralización del sector minero: Fortalecimiento de la gestión regional en materia de minería a pequeña escala*. Lima, Ministerio de Energía y Minas, Canadian International Development Agency.
5. CEPAL, OCDE y CAF, 2014. *Perspectivas económicas de América Latina 2015*. El libro fue originalmente escrito en español. La versión oficial de este libro es la versión en inglés publicada bajo el título: *Latin American Economic Outlook 2015. Education, Skills and Innovation for Development*.
6. CONSEJO INTERNACIONAL DE MINERÍA Y METALES (ICMM), 2013. “Minería responsable en el Perú”. *Reporte*. Londres.
7. CONSORCIO R. GARCÍA CONSULTORES S.A., ARCAN INGENIERÍA Y CONSTRUCCIONES S.A. Y CENTRO DE ENERGÍA Y DEL AMBIENTE – CENERGIA, 2012. “Elaboración de la Nueva Matriz Energética Sostenible y Evaluación Ambiental Estratégica, como Instrumentos de Planificación”. MEF y BID.
8. COX, Gary. W. y Mathew D. MCCUBBINS, 2001. “Political Structure and Economic Policy: The institutional determinants of economic policy outcomes”. *Presidents, Parliaments, and Policy*. Cambridge University Press.
9. DEFENSORÍA DEL PUEBLO, 2015. “Adjuntía para la Prevención de Conflictos Sociales y la Gobernabilidad”. *Reporte de Conflictos Sociales N.º 135*. Lima, mayo 2015.
10. DÍAZ TOBAR, Julio César, 2013. *Diseño de una Estrategia de Intervención basada en el Desarrollo de Capital Humano para la Minería Artesanal*. Tesis para optar al grado de Magister en Gestión y Dirección de Empresas. Santiago de Chile: Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Ingeniería Industrial.
11. Ernst & Young Global Limited (EY), 2014. “Productividad en el minería: ahora viene la parte difícil. Una encuesta global”.
12. GAIA, Metis y Javier D’AVILA QUEVEDO, 2013. *Elaboración de un mapeo de clusters en el Perú*. Lima, Consorcio Cluster Development, Consejo Nacional de la Competitividad, Ministerio de Economía y Finanzas.
13. GALLEGOS, Armando et. al, 2014. “Inversión en Exploración Minera: Una mirada de mediano plazo 2008-2013”. Centro de Investigaciones GERENS.
14. GARCÍA, CARLOS J., 2012. “Impacto del Costo de la Energía Eléctrica en la Economía Chilena: Una Perspectiva Macroeconómica”. Facultad de Economía y Negocios, Universidad Alberto Hurtado.
15. GERENS, 2013. *Rentabilidad y Creación de Valor de las Empresas en el Perú*.
16. GLAVE, Manuel y Juana KURAMOTO, 2007. “La minería peruana: lo que sabemos y lo que aún nos falta por saber”. En GRUPO DE ANÁLISIS PARA EL DESARROLLO, GRADE. *Investigación, políticas y desarrollo en el Perú*. Lima: capítulo 2, pp. 135-183.
17. GRUPO INTERGUBERNAMENTAL DE EXPERTOS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO (IPCC). “Summary for Policymakers”, *Climate Change 2013: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, T.F. Stocker y otros (eds.), Cambridge, Cambridge University Press.
18. INCHÁUSTEGUI PÉREZ, Carlos Miguel y Arnt FLOYSAND, 2010. “Conexiones entre inversión foránea directa, acceso a recursos naturales y desarrollo local en un área minera: el caso de Antamina, Ancash”. *Espacio y Desarrollo*. Lima: Centro de Investigación en Geografía Aplicada, PUCP, N° 22.
19. INSTITUTO GALEGO DE PROMOCIÓN ECONÓMICA (IGAPE), 2015. “Estudio de capital humano para la eficiencia, diversificación energética y las TIC en la Eurorregión Galicia-Norte de Portugal”. Documento elaborado por Valora Consultores, S.L.
20. INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA), 2015. *World Energy Outlook 2015*. France.
21. INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA), 2015. *Indicadores de Eficiencia Energética: Bases Esenciales para el establecimiento de Políticas*. Francia.
22. INSTITUTO PERUANO DE ECONOMÍA (IPE), 2015. “El costo económico de la no ejecución de los proyectos mineros por conflictos sociales y/o trabas burocráticas”. Por encargo de: la Confederación Nacional de



- Instituciones Empresariales Privadas (Confiep), Sociedad Nacional de Industria (SNI) y la Cámara de Comercio de Lima (CCL).
23. HERZ, S., A. LA VIÑA y J. SOHN, 2007. "Development without conflict: the business case for community consent". Washington, D.C.: World Resources Institute.
 24. LARSEN y STRUKOVA, 2006. En Análisis Ambiental del Perú, Retos para un desarrollo sostenible, Banco Mundial, 2007.
 25. LINARES y REY, 2012. "The costs of electricity interruptions in Spain. Are we sending the right signals?" *Documento de trabajo*. Alcoa Foundation, Economics for Energy.
 26. LINDLEY, María Pía y Melissa PAREDES, 2004. "Una metodología para el cálculo del beneficio económico generado por la actividad minera sobre las regiones. Caso Minera Yanacocha S.R.L., 1993-2002". Lima: Universidad del Pacífico co. Mimeo.
 27. MARTÍNEZ CASTILLA, Zoila, 2003. "Guías prácticas para situaciones específicas: manejo de riesgos y preparación para respuestas a emergencias mineras". Serie Recursos Naturales e Infraestructura. Santiago de Chile: Naciones Unidas, Comisión Económica para América Latina y el Caribe CEPAL. No. 57.
 28. MEDINA C., Guillermo, Jorge ARÉVALO A. y Felipe QUEA J., 2007. Estudio de Investigación de la Minería Illegal en el Perú: Repercusiones Para el Sector Minero y el País. Arequipa.
 29. MILLER, Jr. y G. TYLER, 2008. "Ciencia ambiental Desarrollo sostenible: Un enfoque integral Innovación Educativa". México, Instituto Politécnico Nacional Distrito Federal, vol. 8, núm. 45.
 30. MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS, 2014. *Anuario Ejecutivo de Electricidad, 2014*. Dirección General de Electricidad.
 31. MORÓN, Eduardo, 2007. "Competitividad del Sector Minero". Trabajo de Investigación de la XXVIII Convención Minera. Lima: Instituto de Ingenieros de Minas del Perú, Universidad del Pacífico, pp. 6.
 32. OECD, 2011. *Estudios sobre Gobernanza Pública*.
 33. ORTEGÓN QUIÑONES, Edgar, 2008. "Guía sobre diseño y gestión de la política pública". *Serie Ciencia y Tecnología*. Bogotá, Organización del Convenio Andrés Bello, Colciencias, Instituto de Estudios Latinoamericanos, N° 168.
 34. OYARZÚN, Jorge y Roberto Oyarzun, 2011. *Minería Sostenible: principios y prácticas*. Manual. Madrid: Ediciones GEMM-Aula2punto.net.
 35. PACHAS PÉREZ, Diego, 2014. "La Exploración Minera en el Perú: Un Breve Alcance sobre las Principales Autorizaciones para el Desarrollo de un Proyecto de Exploración en el Perú". *Derecho y Sociedad*. Volumen 42.
 36. PECK, M. J., H. H. LANDSBERG y J. E. TILTON (eds.), 1992. *Competitiveness in Metals: The Impact of Public Policy*. London: Mining Journal Books.
 37. PORTER, M. y M. KRAMER, 2011. "Creating Shared Value". *Harvard Business Review*. EEUU: Harvard Business School, Volumen 89(1/2), pp. 62-77.
 38. REGUEIRO, Manuel y Roberto OYARSUN, 2009. "El geólogo en la exploración y explotación minera". Departamento de Cristalografía y Mineralogía, Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense de Madrid.
 39. SAADE HAZIN, Miryam, 2014. "Buenas prácticas que favorezcan una minería sustentable: la problemática en torno a los pasivos ambientales mineros en Australia, el Canadá, Chile, Colombia, los Estados Unidos, México y el Perú". *Serie Macroeconomía del Desarrollo*. Santiago de Chile: Naciones Unidas, Comisión Económica para América Latina y el Caribe CEPAL. No.157.
 40. SASSON, M., 2000. "Environmental Aspects of Mine Closure in Mine Closure and Sustainable Development". Proceeding of a Workshop organized by the World Bank and the Metal Mining Agency of Japan. Washington.
 41. SCHWALB, María Matilde et al., 2003. *Casos de Responsabilidad Social*. Lima, Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico, Apuntes de Estudio, N° 53.
 42. SOCIEDAD NACIONAL DE MINERÍA, PETRÓLEO Y ENERGÍA (SNMPE), 2012. "Efecto de la Minería sobre el Empleo, el Producto y Recaudación en el Perú". Documento elaborado por el INSTITUTO PERUANO DE ECONOMÍA.
 43. SOCIEDAD NACIONAL DE MINERÍA, PETRÓLEO Y ENERGÍA (SNMPE), 2012. "Impacto Económico de la Minería en el Perú". Documento elaborado por Macroconsult.
 44. THOMSON, I. y S. A. JOYCE, 2008. *The Social Licence to Operate: What it is and why it seems so hard to obtain*. Toronto: PDAC Convention.
 45. TILTON, John y Hans LANDSBERG, 1999. "Innovation, Productivity Growth, and the Survival of the US Copper Industry". En DAVID SIMPSON, R. (ed.). *Productivity in Natural Resource Industries: Improvement through Innovation*. Washington DC: Resources for the Future.
 46. TOLE, L. y G. KOOP, 2011. "Do Environmental Regulations Affect the Location Decisions of Multinational Gold Mining Firms?" *Journal of Economic Geography*. Vol. 11, pp. 151-177.



47. WILKERSON, J., 2010. "Competition and Regulation in the Gold Industry: An American Perspective". Botswana: University of Botswana Law Journal, Vol. 12, pp. 117-129.
48. WORDL ENERGY COUNCIL (WEC). *Welcome to the World Energy Council*.
49. ZEGARRA DÍAZ, María Alejandra y Bruno SEMINARIO, 2014. "The Economic Effect of Peruvian Mining Investment Between 2013-2024". Lima: CRU.

