ASADES

Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente
Vol. 18, pp.12.39-12.48, 2014. Impreso en la Argentina
ISSN 2314-1433 - Trabajo selecionado de Actas ASADES2014

UN INDICADOR CON FACTORES SOCIALES PARA EL ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS ENERGÉTICOS EN ZONAS RURALES DE SANTIAGO DEL ESTERO.

C. R. Juárez [1], A. Ferreiro [2], E. Ottavianelli [3], S. Rigali [4], R. Fernández [5], N Nassiff [6].
[1,2,4,5] Centro de Sistemas de Potencia y Energías Renovables (CESPER) -Instituto de Tecnologías Aplicadas
Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías – UNSE. Av Belgrano (s) 1912 – G4200 – Santiago del Estero
Tel: 54-385-4509500 Int. 1823 – e-mail: cesper@unse.edu.ar
[3] INIQUI, CIUNSa - Universidad Nacional de Salta – Av. Bolivia 5150 - A4408FVY - e-mail: ottavianelli@exa.unsa.edu.ar
[6] FHCSyS – UNSE – Av. Belgrano (s) 1912 – G4200. e-mail: natividadnassif@gmail.com

Recibido 15/08/14, Aceptado 28/09/14

RESUMEN: En el presente trabajo se formula la propuesta de un indicador que permite cuantificar los requerimientos energéticos en zonas rurales de la Provincia de Santiago del Estero. Esta cuantificación se analiza por departamentos. A la vez se relaciona esta información con el grado de desarrollo alcanzado o potencial en los mismos. A tal fin primero se realiza una síntesis de las características de la geografía provincial. Luego se abordan las dimensiones que permitan determinar el indicador citado, las cuales se consideran posteriormente en forma separada, determinando para cada una respectivos índices. A continuación se considera la combinación de las dimensiones referidas y de los índices correspondientes, obteniendo el *Índice de Requerimientos Energéticos en Zonas Rurales Dispersas (IRED)*, para cada departamento provincial. Las conclusiones del trabajo ponen en evidencia los departamentos con mayores requerimientos energéticos dando una herramienta más para la toma de decisiones a la hora de definir proyectos de abastecimiento de energía.
Palabras Clave: Indicadores, requerimientos energéticos, zonas rurales.

INTRODUCCION

La demanda eléctrica mundial a principios de esta década era del orden de 15.000 TWh/año (Teravatios-hora al año) de acuerdo a lo informado por la Agencia Internacional de Energía (IEA, 2004). Según datos de la Secretaría de Energía de Argentina(2005; 2003) a través de los Sistemas Eléctricos de Potencia (SEP) se concreta la prestación de un servicio público que en nuestro país abastece cerca de quince millones de usuarios de diversos estratos sociales, con una generación de Energía Eléctrica (EE) superior a 100 TWh/año (Informe Sector Eléctrico, 2003). Las sociedades industrializadas demandan y utilizan volúmenes elevados de energía con el fin de hacer funcionar máquinas, transportar mercaderías e individuos, producir luz, ambientar locales mediante refrigeración o calor. En definitiva el sistema de vida actual está sustentado en disponer gran cantidad de energía a costos reducidos.

La EE es un factor clave para mitigar y en lo posible resolver carencias propias de la escasez y de la indigencia, como disponibilidad de agua, baja productividad agrícola e industrial, deficiencias en salud y educación. En suma, entendemos que disponer de EE en cantidades apropiadas es importante para el desarrollo humano, dado que activa la productividad y simultáneamente imprime un gran incentivo en la sociedad, ya que permite acceder a servicios de mejor calidad en educación y salud. Como es evidente, también la energía produce mejoras directas en la calidad de estos servicios, en las condiciones de higiene y confort, en actividades de estudio y formación, y para la vida cotidiana en general. Las expectativas futuras deben estar orientadas a promover acciones tendientes a afrontar eficientemente la demanda eléctrica futura, enmarcadas en la sostenibilidad energética conforme los tres objetivos centrales definidos por el Consejo Mundial de Energía (World Energy Council, 2012): seguridad energética, equidad social, y reducción del impacto ambiental (Figura 1). El primero de estos objetivos, *seguridad energética*, implica que productores y consumidores deben gestionar eficazmente el suministro energético, con niveles acordes de confiabilidad en la infraestructura del sector y la capacidad para satisfacer la demanda actual y futura. En cuanto a *equidad social*, significa que el suministro de energía debe ser accesible concretamente para toda la población. La *mitigación del impacto ambiental*, contempla la materialización de emprendimientos con eficiencia energética, una mayor oferta de energías renovables y/o el desarrollo de otras fuentes bajas en carbono y material particulado. Los sistemas energéticos tienen relevancia por su correlación con las múltiples dimensiones del desarrollo sostenible, sin eludir la reducción de emisiones de gases nocivos buscando mitigar el cambio climático. Esto significa que es posible combinar estos dos aspectos y ejecutar acciones hacia el desarrollo humano sostenible.

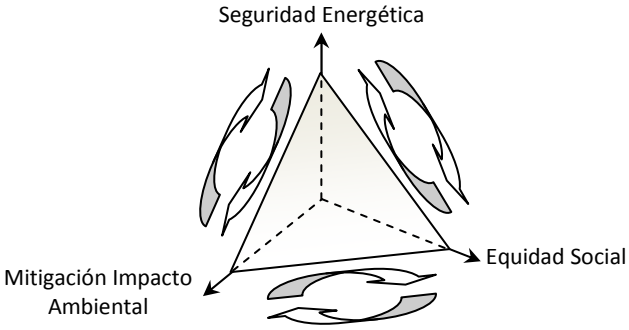

Figura 1.- Objetivos centrales del Consejo Mundial de Energía (World Energy Council, 2012).

Es posible distinguir dos tipos de SEP, el tradicional y el de generación distribuida. En el esquema tradicional, los SEP se han estructurado a partir de un sistema primario de transmisión en altas tensiones, al que se entrega EE generada en centrales de gran potencia. A partir de las líneas de transmisión se realiza la distribución mediante las redes respectivas, desde las cuales finalmente se provee EE a los usuarios (Bayod-Ru´jula, 2009). El esquema de Generación Distribuida (GD), en forma paulatina prevé la implementación de varias centrales con potencias pequeñas y medianas, localizadas en distintos puntos del SEP, próximas a los consumos, de modo que se reducen las distancias entre estos y la producción de EE, tendiendo a disminuir las pérdidas energéticas.

No obstante los cambios operados, aún hoy distintas y vastas regiones del mundo tienen demandas energéticas latentes. Estas resultan difíciles de satisfacer por causas diversas, entre las cuales se puede citar la localización distante de las redes de los SEP, la baja densidad poblacional, la escasa o nula actividad productiva. A priori se interpreta que para casos como los que se describe, sería apropiado examinar la posibilidad de proveer EE mediante un esquema de GD a partir de varias fuentes primarias, es decir, a través de una generación distribuida híbrida. En muchos países el crecimiento ha provocado que millones de personas abandonaran actividades con bajo requerimiento energético como la agricultura, para volcarse a desarrollar otras con uso intensivo de energía, como son la construcción y la industria. Esto a su vez ha expandido las necesidades de movilidad y traslado de la población, con el concomitante incremento energético.

En tal sentido, no puede soslayarse el impacto ambiental de estos cambios, cuya consecuencia más relevante se estima que será el aumento de las emisiones de dióxido de carbono si se mantiene el nivel de consumo de combustibles fósiles. Por ello, se considera oportuno promover la adopción de medidas que permitan satisfacer los incrementos futuros en el consumo de EE, compatibles con un desarrollo sostenido y de bajo impacto ambiental, promoviendo el crecimiento de las regiones con mayor atraso. Asimismo, la prospectiva futura avizora una transición gradual en las fuentes de energía primaria desde el predominio de los combustibles fósiles, hacia una expansión equilibrada que incluya una significativa proporción de EE a partir de fuentes no convencionales.

Conforme lo expresado por Ottavianelli y Cadena (2012) "*Para el aprovechamiento de la energía solar, debe tenerse en cuenta que en Argentina hay una demanda aislada insatisfecha bastante importante, siendo poco probable que en los próximos 20 años pueda ser cubierta mediante la extensión de redes de distribución, debido al alto costo por usuario, a las relativamente pequeñas demandas de los mismos, que además están dispersos, y también a sus limitadas posibilidades económicas, por lo que la estimación de la evolución del mercado debe realizarse suponiendo que todos los equipos a instalar se destinarían a satisfacer demandas aisladas*".

Previamente, se ha realizado un estudio de *Índice de Requerimientos en Zonas Rurales Dispersas (IRED)* para todas las provincias de Argentina (Ferreiro et al., 2014). Los valores obtenidos, que se muestran en la Figura 2, permiten establecer un ranking por provincias según sus necesidades de desarrollo. Puede observarse además que las provincias del Norte Argentino, entre las cuales se encuadra Santiago del Estero, están entre las que tienen mayores requerimientos.

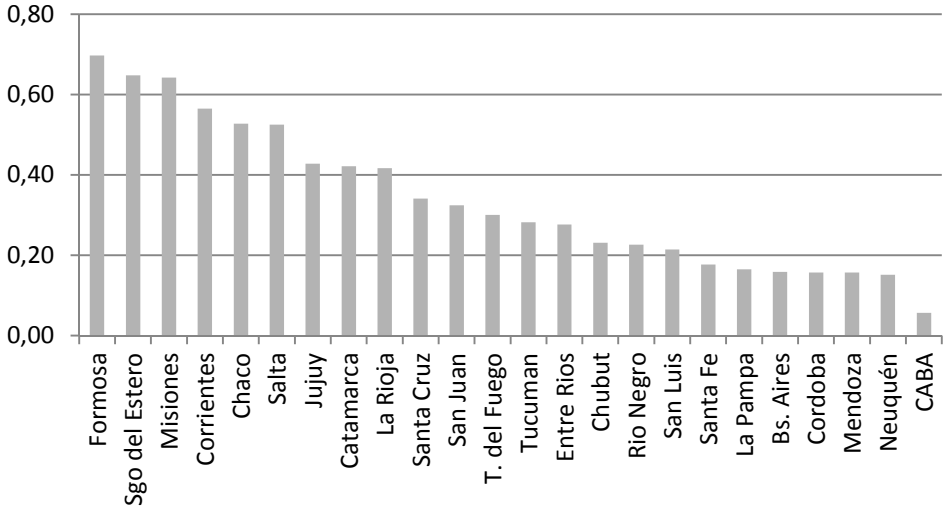

Figura 2: Índice de Requerimientos Energéticos por provincia para Argentina a partir de datos del censo 2010.

La provincia de Santiago del Estero se caracteriza por su dilatado territorio, que supera los 136000 km^2 (Gobierno de la Provincia de Santiago del Estero, 2007). En su extensa geografía se localizan zonas con características disimiles tanto en las características de los suelos, como en sus particularidades climáticas y en la disponibilidad y calidad de agua para consumo y para las actividades agropecuarias, en las actividades productivas. Estas peculiaridades han influenciado notoriamente en el desarrollo humano y cultural de los habitantes de las diferentes zonas, de modo que se puede afirmar que se han constituido en propias de cada una de ellas. Esto tiene particular relieve en las regiones rurales sin acceso al SEP, incluyendo aquellas con población rural agrupada y dispersa. En este sentido, es oportuno citar lo expresado por Nassif y Díaz (2004) quienes advierten que "*como contrapartida del proceso de modernización de la agricultura y de expansión de las actividades industriales y terciarias, … típicamente urbanas, se han intensificado … flujos de migración rural-urbanos y … como*

tendencia, ha disminuido la participación de la población rural en la población total, proceso paralelo a la pérdida de importancia del sector agropecuario tanto en el producto como en el empleo totales". Continúan expresando que "*en Argentina la caída relativa de la población rural es un fenómeno de improbable reversibilidad*" pues "*descendió del 14.1 al 11.4 % de la población total, notándose una desaceleración del proceso, ya que en 1980 … era del 19.0%*".

En toda la provincia de Santiago del Estero el recurso solar es muy abundante, por tal motivo, se está aplicando ya desde hace algunos años el programa PERMER de la Secretaría de Energía de la Nación. A través del mismo se contempla la electrificación de escuelas rurales mediante módulos fotovoltaicos. Dicho programa consta de tres etapas, en la primera de estas están contempladas 165 escuelas, en la segunda 337 (Secretaria de Energía, 2014) y en la tercera 189. En la Figura 3 se muestra la potencia (expresada en Wp (vatios pico)) para los distintos departamentos provinciales considerando las etapas 1 y 2. A la fecha se encuentran ejecutadas estas dos primeras etapas. Aún así, existen regiones donde los habitantes no tienen acceso a la red eléctrica, ni a otros servicios que son esenciales.

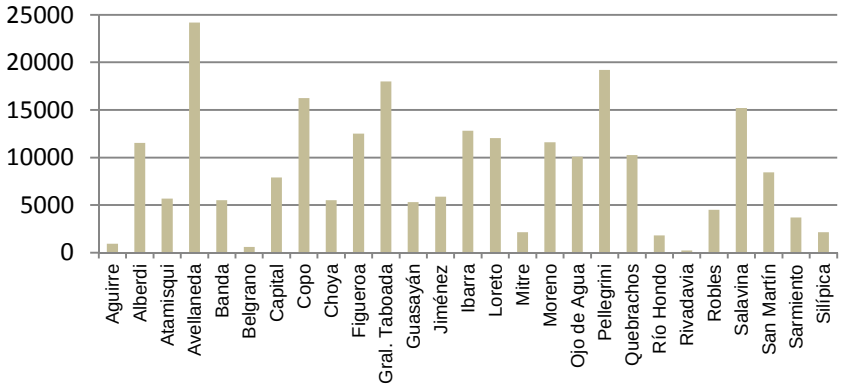

Figura 3: Potencia instalada en Wp por Departamento Provincial para Escuelas en Etapas 1 y 2 (PERMER, 2014).

Se han propuesto varias metodologías para la medición de requerimientos energéticos. En primer término se destaca la iniciativa conjunta del Organismo Internacional de Energía Atómica (International Atomic Energy Agency – IAEA) con el Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas (United Nations Department of Economic and Social Affairs - UN DESA), la Agencia Internacional de la Energía (International Energy Agency – IEA), la Oficina Estadística de las Comunidades Europeas (Statistical Office of the European Communities – Eurostat) y la Agencia Europea de Medio Ambiente (European Environment Agency - EEA). Esta iniciativa ha concretado la publicación referenciada (IAEA, 2008) que expone un marco temático, directrices, metodologías y definición de indicadores energéticos, conforme la experiencia de estos organismos con reconocida trayectoria en materia de energía y medio ambiente.

Balachandra (2011) registra evaluaciones de la dinámica de acceso a la energía en la India, presenta resultados como posibles indicadores de la eficacia de las políticas y programas implementados y muestra que las privaciones de energía son más altas para hogares pobres y que el 62% de ellos no posee acceso a la electricidad. Ilskog (2008) considera indicadores para evaluar el impacto de la electrificación rural en el desarrollo sostenible, que contemplan cinco dimensiones. Kanagawa et al. (2008) desarrolla una evaluación del acceso a la electricidad y de los impactos socio-económicos en zonas rurales de países en desarrollo, para indagar relaciones entre el acceso a la electricidad, sus imbricaciones con aspectos multidimensionales de la pobreza como economía, educación y salud, y los avances en las condiciones socio-económicas de esas zonas. Pachauri et al. (2004) ratifica la imbricación entre energía y pobreza, sintetiza los diferentes enfoques para medir la pobreza energética y presenta una novedosa medida bidimensional de la pobreza energética y la distribución de energía, combinando elementos del acceso a los diferentes tipos de energía y de su demanda. Con esta medida evaluar la pobreza energética y los cambios 1983-2000 en el patrón de distribución de energía en la India, que arroja una reducción significativa de la pobreza energética. Nakata T. (2004) determina que se pueden utilizar escenarios actuales de uso de la energía para estimar como podrían cambiar a futuro, a efectos de adoptar adecuadas decisiones. Este autor indica que un modelado convencional tiende a extrapolar cambios en consumo de energía a partir de tendencias históricas, sin considerar innovaciones tecnológicas en sistemas de energía industriales, comerciales, residenciales y de transporte, ni las mutaciones económicas. Hace una revisión de cuestiones relativas al modelo económico-energético y su aplicación a políticas nacionales de energía, sistemas de energía renovable y medio ambiente mundial.

Dado el estrecho vínculo entre acceso a la energía y condiciones de vida (y en otras palabras de niveles de pobreza y precariedad), se estima oportuno mencionar antecedentes en la materia, en particular aquellos relativos a la región denominada chaqueña. Mathey (2007) determina un marco general sobre esta temática, pues establece que la pobreza es usualmente definida en términos de insuficiencia de recursos, privación o carencia de bienestar, como un estado de situación donde la vida humana pierde dignidad, se degrada. Asevera esta autora que la pobreza se asocia a infraconsumo, alimentación insuficiente e inadecuada, precarias condiciones de vivienda, bajos niveles educacionales, malas condiciones sanitarias, inserción precaria en el proceso productivo, como también evidencia notorias consecuencias psicológicas (disminución de autoestima, desaliento, depresión e impacto en lazos familiares y sociales). En su obra Mathey reconoce el carácter multidimensional de la pobreza (y de la calidad en los niveles de vida), por lo cual su abordaje cuantitativo implica seleccionar dimensiones e indicadores de bienestar relativos a condiciones materiales, ratificando que su empleo es central para formular políticas, programas y acciones, y para evaluar el logro de objetivos de gestión o impacto.

Entre los antecedentes que tienden a caracterizar la condición socioeconómica de la población en la región chaqueña, en la que está inserta la provincia de Santiago del Estero, está el documento de Gonçalvez (s.d.), quien a tales fines aplica como eje principal valores relativos de las Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) a escala departamental. Define como unidades de análisis a los departamentos, incorporando todos los de las provincias de Formosa, Chaco y Santiago del Estero, y en forma parcial algunos de Salta, Santa Fe, Corrientes y otras provincias del Norte Argentino.

El fin último que se persigue es identificar, con la máxima objetividad, zonas con Requerimientos Energéticos en zonas rurales Dispersas (*RED*) que pueden ser concretos o potenciales, y poner a disposición esta información de modo de permitir una evaluación económica, social y ambiental para la toma de decisiones. Para ello, como se ha mencionado, a partir de un primer análisis multidimensional (Ferreiro et al., 2014) se ha determinado que Santiago del Estero es una de las provincias argentinas en las que estos requerimientos son muy notorios. El presente trabajo tiene por objeto establecer a través de un estudio similar un orden de prevalencia de los departamentos que conforman esta provincia. Posteriormente se prevé identificar y explorar zonas puntuales en aquellos departamentos que registren mayores necesidades energéticas, mediante mecanismos de relevamiento directo como encuestas a la población y visitas de campo.

GEOGRAFÍA

La provincia de Santiago del Estero se encuentra dividida políticamente en veintisiete departamentos, cuyos datos relevantes se registran en la Tabla 1 (INDEC, 2010). De la misma se infiere una elevada concentración de la población en los Departamentos Banda, Capital, Río Hondo y Robles. También se advierte que valores de densidad poblacional, que podrían considerarse medios, se registran en Atamisqui, Avellaneda, Choya, General Taboada, Loreto y San Martin. En tanto, la menor acumulación de habitantes se tiene en Alberdi, Mitre y Rivadavia. Como es habitual, la concentración de habitantes se corresponde con la mayor actividad productiva, comercial y administrativa en cada uno de los departamentos.

N°	Departamento	Densidad de población, hab/km²	Población 2010, hab.	Superficie, km^2
1	Aguirre	2.1	7610	3692
2	Alberdi	1.3	17252	13507
3	Atamisqui	4.8	10923	2259
4	Avellaneda	5.3	20763	3902
5	Banda	39.6	142279	3597
6	Belgrano	2.8	9243	3314
7	Capital	126.2	267125	2116
8	Choya	5.3	34667	6492
9	Copo	2.5	31404	12604
10	Figueroa	2.7	17820	6695
11	General Taboada	6.3	38105	6040
12	Guasayán	2.9	7602	2588
13	Jiménez	3	14352	4832
14	Juan F. Ibarra	2	18051	9139
15	Loreto	6	20036	3337
16	Mitre	0.5	1890	3667
17	Moreno	2	32130	16127
18	Ojo de Agua	2.2	14008	6269
19	Pellegrini	2.8	20514	7330
20	Quebrachos	3	10568	3507
21	Río Hondo	25.8	54867	2124
22	Rivadavia	1.5	5015	3402
23	Robles	31.2	44415	1424
24	Salavina	3.1	11217	3562
25	San Martín	4.7	9831	2097
26	Sarmiento	3	4607	1549
27	Silípica	6.5	7712	1179

Tabla 1: Nómina de Departamentos de Santiago del Estero y características (INDEC, 2010)

Proporción de Viviendas de Baja Calidad.

En la Figura 4 se muestra la distribución de hogares en la provincia, según la tenencia de EE (INDEC, 2010). Se infiere en forma clara que: 86% de las viviendas están conectadas a la red eléctrica; 5% poseen electricidad por generación propia a motor u otros medios; y 9% no cuentan con acceso a la EE, ni gozan de sus ventajas. De lo expresado surge la importancia de disponer de un indicador que permita establecer objetivamente las zonas con mayores retrasos de la provincia donde la implementación de redes de energía permita desarrollar y potenciar las actividades socio-económicas.

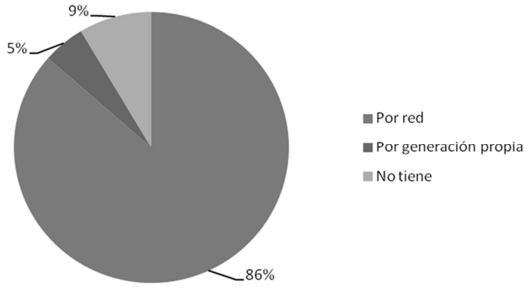

Figura 4: Hogares de Santiago del Estero según tenencia de EE (INDEC, 2010)

DIMENSIONES

Como se ha expresado previamente, los niveles de Desarrollo Humano - DH - (y también los de calidad de vida, pobreza y vulnerabilidad) están íntimamente imbricados con la energía, en especial con la EE de lo cual, un registro extensamente aplicado es el de la ecuación de Pasternak (2000). Este trabajo está orientado al ámbito de regiones rurales con *RED* en donde es dificultoso disponer de datos para establecer valores de los índices habitualmente usados para estudios energéticos tales como consumo de energía eléctrica per cápita, consumo de energía eléctrica por vivienda, intensidad energética, etc.

El objetivo último de este trabajo es procurar contribuciones que ayuden a la toma de decisiones en la ejecución de proyectos energéticos que tiendan a mejorar el DH, por lo cual se destaca su significado. En 1990, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD, 1990) estableció que DH *"es un proceso en el cual se ofrecen a las personas mayores oportunidades"*, destacando que de "*todos los niveles del desarrollo las tres condiciones más esenciales son disfrutar de una vida prolongada y saludable, adquirir conocimientos y tener acceso a los recursos necesarios para lograr un nivel de vida decente"*. Este documento determina que el DH abarca además "*otras oportunidades, altamente valoradas por muchas personas, que van desde la libertad política, económica y social, hasta la posibilidad de ser creativo y productivo, respetarse a si mismo, disfrutar de la garantía de derechos humanos"*. El informe establece que *no existe vínculo automático entre crecimiento del ingreso y progreso humano*, lo cual ratifica que el objetivo central del DH debe ser el ser humano y no la expansión de riqueza e ingresos, dejando de lado una perspectiva economicista del desarrollo. Luego el PNUD (2010) reformula la definición, estableciendo que el DH supone que las personas con libertad pueden "*participar activamente en el desarrollo sostenible y equitativo del planeta que comparten"*, de modo que evidencia aspectos fundamentales del DH: "*su naturaleza sustentable, equitativa y empoderadora y su inherente flexibilidad*".

Es indudable que el DH es un concepto multidimensional, de igual modo lo son las "posibilidades de desarrollo". Un estudio cuantitativo de estas requiere de la selección de dimensiones o indicadores relacionados al estado de desarrollo que se asocia a condiciones materiales, como ser consumo, alimentación, condiciones de vivienda, niveles educacionales, niveles sanitarios, inserción en el sistema productivo etc.

Para establecer un indicador que cuantifique los niveles más reducidos de desarrollo coincidentes con los mayores requerimientos de energía y que permita identificar las zonas donde se verifican en la Provincia de Santiago del Estero, se considera la combinación de cuatro dimensiones que se estiman representativas de las características económico-sociales de las jurisdicciones provinciales. La selección de estas dimensiones ha sido adoptada considerando que las mismas deben evidenciar con la mayor fiabilidad las realidades socio-económicas, en particular las necesidades energéticas (concretas, latentes o potenciales) desde diferentes aspectos: por una parte desde la carencia de energía atada a características económicas de los pobladores; por la otra contemplando factores de tipo geográficos, tales como acceso y movilidad que incide en las posibilidades de provisión de bienes y servicios. A partir de estas premisas, se decidió fijar en cuatro a las dimensiones, lo cual además se estima que posibilita disponer de un índice que tiene en cuenta factores sociales, facilitando su mirada e interpretación. Por el contrario, si se utilizara una combinación con un gran número de términos, la utilidad que se pretende alcanzar con este índice quizás no se logre, pues su interpretación se estima que sería enrevesada, con probabilidad de resultados confusos o desdibujados. Las dimensiones contemplan cuatro índices, los que combinados mediante una ponderación dan como resultado el coeficiente que los totaliza. Concretamente como dimensiones se consideran dos estrechamente vinculadas al entorno socio-económico y las restantes vinculadas a la energía, pero fuertemente imbricadas con dicho entorno. Ellas son: proporción de viviendas de baja calidad; desocupación del suelo; uso de leña o carbón; consumo de gas. Estas dimensiones se combinan mediante factores de ponderación.

Habitualmente, se considera vivienda como el ámbito definido por paredes y techos de cualquier material, con entrada independiente, que se destina para vivir, esto es reposar, preparar e ingerir alimentos y protegerse de inclemencias climáticas y vicisitudes externas. El INDEC reconoce como tipos de vivienda a: casas; departamentos; habitaciones de hotel o pensión; ranchos; casillas; local no construido para habitación; vivienda móvil (INDEC, 2010). Las casas, departamentos y

habitaciones de hotel o pensión implican alojamientos de aceptable calidad habitacional. Mientras que los ranchos, casillas, piezas de inquilinato, locales no construidos para habitación y viviendas móviles, se corresponden con una mayor precariedad. La Figura 5 exhibe porcentajes por tipo de vivienda de Santiago del Estero. Se infiere que la mayor proporción corresponde a casas, le siguen departamentos, ranchos, casillas y piezas en inquilinato. Los tipos restantes en conjunto no superan el 1 % (INDEC, 2010).

De los resultados anteriores se infiere la relevancia de considerar el tipo de vivienda como un indicador de las características sociales de los núcleos poblacionales de cada departamento. De lo expuesto se considera el Número de Viviendas de Calidad Menguada Respecto del Total para cada departamento (*NVCMRT*) es representativa de las realidades sociales. El máximo valor de *NVCMRT* corresponde al departamento Figueroa y por ello se lo toma de referencia para todos los demás. Entonces, se define el Índice de Vivienda por Tipo (*IVPT*) conforme la expresión (2) y sus resultados se exhiben en Figura 6.

$$IVPT = \frac{NVCMRT \text{ por dpto.}}{NVCMRT \text{ dpto. Figueroa}} \tag{2}$$

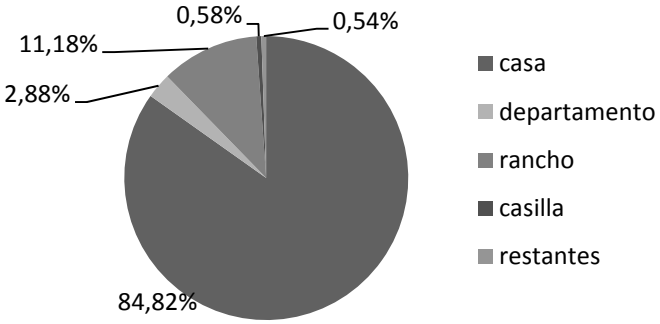

Figura 5: Hogares por tipo de vivienda (Pcia. de Santiago del Estero)

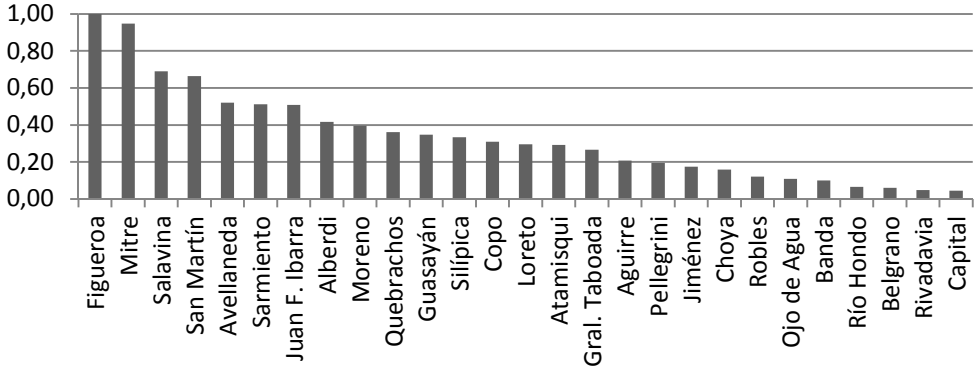

Figura 6: IVPT por Departamento de la Pcia. de Santiago del Estero

De la última gráfica citada se infiere que es muy notoria la incidencia de viviendas precarias en los departamentos Figueroa y Mitre. Le siguen en un segundo nivel los departamentos Salavina y San Martín, y en un tercer nivel Avellaneda, Sarmiento y Juan F. Ibarra. La influencia de este indicador para las restantes jurisdicciones es decreciente. De estos datos y la realidad que se advierte en los citados territorios, se estima que el índice definido es adecuado a los fines de la presente etapa de este trabajo, ya que se advierte, como se mencionó anteriormente, la necesidad de validarlo mediante encuestas que muestren que quienes habitan viviendas de calidad menguada aspiran a cambiar su situación.

Desocupación del Suelo

Los asentamientos humanos, aún los dispersos, se dan en zonas con ciertas ventajas para el desarrollo humano, debido a actividades productivas, a su proximidad con fuentes de materias primas o de energía. Esto implica que la ocupación del suelo se encuentra asociada al desarrollo humano, a la calidad de vida y a las posibilidades de crecimiento de las personas. Es así que, en las zonas con menor densidad de viviendas por unidad de superficie, hay requerimientos reales o potenciales de crecimiento, y por ello mayores necesidades de energía.

Para establecer el Índice de Desocupación de Suelo (*IDS*), se considera la inversa de la densidad de viviendas de cada jurisdicción departamental referida al mayor resultado logrado en la misma (ecuación 3), que es el del Departamento Mitre. Los valores obtenidos (Figura 7), señalan a este departamento como el que posee menor densidad de viviendas, aun más reducida que Alberdi, Rivadavia, Ibarra y Moreno. Nuevamente, los datos expuestos y los contextos de cada uno de los citados territorios, permiten interpretar que el índice propuesto es apropiado.

$$IDS = \frac{1/Dens.\ de\ viv.\ por\ depto.}{1/Dens.\ de\ viv.\ del\ depto.\ Mitre} \quad (3)$$

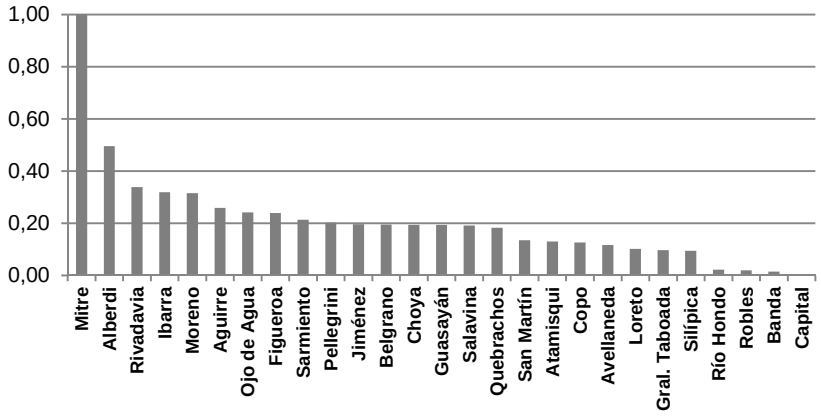

Figura 6: IDS por Departamento (Pcia. de Santiago del Estero)

Uso de Leña y Carbón.

Como se ha mencionado, se mantienen en continuo crecimiento los requerimientos energéticos de la población. Ante esta realidad muchos hogares de áreas rurales y de las periferias de los centros urbanos, satisfacen sus demandas con recursos dendroenergéticos, principalmente con leña o carbón. Así, estos hogares prescinden o reducen las erogaciones por energía, pudiendo destinar los ahorros a adquirir otros bienes o servicios. Tales consumos de energía están asociados con sectores que registran niveles degradados de desarrollo humano, por lo cual es adecuado incluir un indicador que los contemple.

Por ello, se determina para cada jurisdicción la relación entre cantidad de viviendas particulares que utilizan leña como combustible respecto del total (INDEC, 2010). Con estos datos, se calcula el Índice de Uso de Leña o Carbón (*IULC*) referenciado al mayor valor, que en particular corresponde al Departamento Figueroa. Los datos se exponen en Figura 8, siendo que los más elevados se registran para la jurisdicción citada y para San Martin, Atamisqui, Salavina, Silípica y Sarmiento. En el otro extremo se ubican los valores correspondientes a Rivadavia, Belgrano y Capital. También, los resultados y las realidades propias de las geografías consideradas, indican que este índice es consistente para este trabajo.

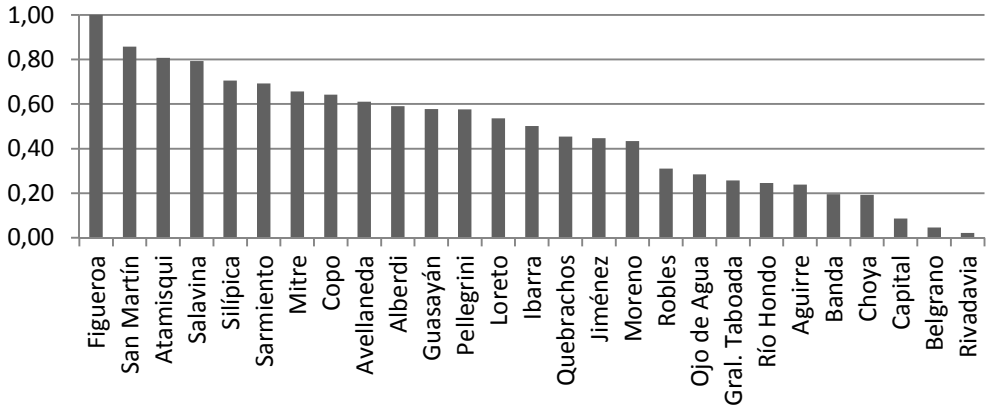

Figura 8: IULC por departamento

Carencia de electricidad.

Se considera adecuado incluir un indicador que refleje la indisponibilidad de un servicio de provisión de energía eléctrica por red (EE), ya que en la mayoría de los departamentos de la provincia los hogares con poder adquisitivo medio y elevado tienen acceso al mismo. El suministro de electricidad por redes si bien se ha expandido con notoriedad, no cubre algunas regiones de la provincia. Por esta razón en muchos departamentos, en especial en aquellos con zonas rurales con agrupamientos poblacionales dispersos, solo se abastecen con grupos electrógenos o con dispositivos no convencionales. Lo expresado fundamenta la incorporación del presente indicador.

A tal fin, se calcula para cada departamento la diferencia entre el número total de hogares y el de usuarios residenciales de EE (Secretaría de Energía, 2010), referida al total de hogares de la jurisdicción (INDEC, 2010). Con estos datos se determina el Índice de Carencia de Electricidad (ICE) que resulta del cociente entre los valores de dicha relación y el mayor alcanzado, que corresponde a los Departamentos San Martin y Guasayán. Los resultados se muestran en la Figura 9.

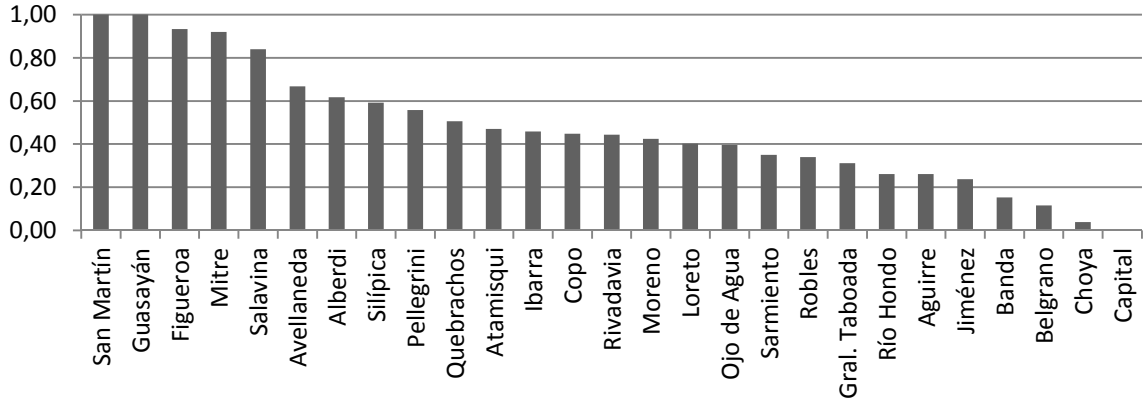

Figura 9: ICE por cada jurisdicción departamental

Combinación de Dimensiones.

Para cuantificar las contribuciones de las cuatro dimensiones consideradas (proporción de viviendas de baja calidad, desocupación del suelo, uso de leña o carbón, carencia de energía eléctrica), se combinan estas mediante la expresión siguiente que define el *Índice de Requerimientos Energéticos en Zonas Rurales Dispersas (IRED)*. En ella las contribuciones adoptadas son estimativas de su representatividad para el objetivo del trabajo, habiéndose introducido respectivos factores de ponderación para tales dimensiones. Para fijar los valores de estos factores se han considerado en forma privilegiada fundamentos expuestos previamente al definir el número de dimensiones. En concreto, deben poner en evidencia, con gran fiabilidad, los resultados de las situaciones socio-económicas, en especial las necesidades energéticas, facilitando su interpretación. Estos factores, en un comienzo fueron delineados a partir de una relevancia equilibrada, por lo cual se ensayó con el valor 0.25 para todos. También se han evaluado otros valores para los factores citados, sin que se haya verificado un sustantivo apartamiento de las tendencias evidenciadas. Finalmente se optó por los valores consignados en la expresión (3), otorgando una leve preeminencia para el *IULC* y una morigeración en *ICE* ya que consideramos que el primero es más notorio, desde la perspectiva energética, en zonas rurales dispersas.

$$IRED = 0.25 * (IVPT + IDS) + 0.3 * IULC + 0.2 * ICE \qquad (3)$$

En la Figura 10 se muestran los valores resultantes por Departamento de la Provincia de Santiago del Estero para el indicador descripto, conforme la ecuación precedente. Se advierte cierta paridad en los resultados correspondientes a algunos departamentos, lo que es en particular visible para los máximos valores del *IRED* correspondientes a Mitre y Figueroa, lo cual se estima acorde a la realidad socioeconómica que se advierte para los mismos. En este sentido, el número de habitantes del Dpto. Mitre es reducido, siendo el de menor densidad de población de la provincia con solo 0.5 hab/km^2, lo que podría deberse a varios factores, entre los que en primera instancia se mencionan dos, lo que no obsta para en un futuro explorarlas con mayor profundad: por una parte inexistencia de rutas importantes o en buen estado; y por otra la topografía imperante en su territorio con una marcada proporción de terrenos bajos e inundables. En contraposición, los restantes departamentos tienen valores más elevados, siendo los correspondientes para Alberdi y Rivadavia los que tienen cifras superiores inmediatas en densidad poblacional, respectivamente con 1.3 y 1.5 hab/km^2. En suma, se considera que los datos logrados para el indicador determinado a través de la ecuación (3) resultan apropiados para establecer un ranking de las necesidades energéticas en las distintas jurisdicciones.

En la misma gráfica se realiza una comparación con un índice que exhibe para cada departamento la relación entre la población con Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) y la total de la jurisdicción, referida al mayor valor obtenido que corresponde al Departamento Figueroa. Los datos primarios para calcular este índice corresponden al año 2001 (INDEC, 2001). Estos datos son dinámicos y han evidenciado una significativa disminución de casi 18% para el total provincial en el período 2001-2010 (INDEC, 2010). No obstante, se estima que los aplicados en la figura citada reflejan la población con NBI de cada departamento, de modo que se consideran representativos de los niveles de carencia en las condiciones de vida (y en cierto modo de la pobreza y precariedad) en cada uno de ellos. Se exhibe en la gráfica una aproximación en los indicadores mencionados

Estos resultados tienen paralelismo con algunas conclusiones de Gonçalvez O. (s.d.), quien especifica que entre las provincias más recurrentemente mencionadas por pobreza y vulnerabilidad social se encuentra Santiago del Estero, y además que los departamentos en los que se evidencia mayor incidencia son Figueroa, Mitre, Alberdi, Jiménez e Ibarra. Estas últimas jurisdicciones son las que se ubican mayor cantidad de veces en los primeros lugares de cada uno de los indicadores aplicados por el citado para medir el nivel de pobreza y de vulnerabilidad social.

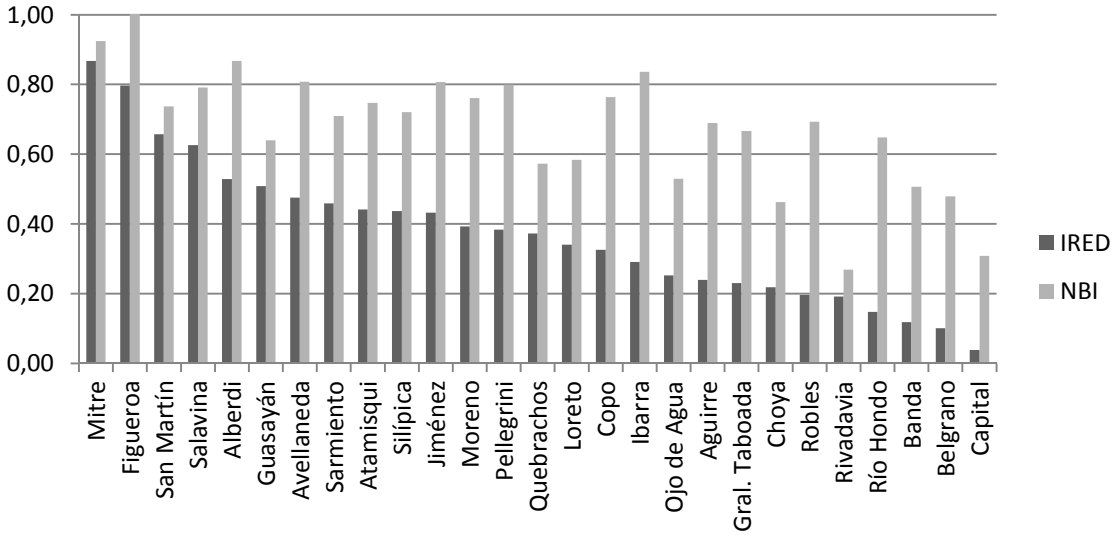

Figura 10: IRED e índice de Población con NBI por Departamento de la Pcia. de Santiago del Estero

Entonces, de la figura anterior se evidencian como necesidades energéticas más notorias, las correspondientes a los Departamentos Mitre y Figueroa, y en menor medida las correspondientes a San Martin y Salavina. En este sentido, debe tenerse presente que Mitre es una jurisdicción con una densidad de población de sólo 0,5 habitantes/km^2. Es la más reducida de toda la provincia, lo que como se ha expresado, infiere una muy atenuada actividad productiva, comercial y administrativa. Por ello, se evidencia el encumbramiento de este departamento en el orden tanto del IRED como del índice de población con NBI.

También se advierte que varios departamentos, además de los citados precedentemente, registran valores del índice mayores a 0.5, tal es el caso de Sarmiento, Alberdi y Atamisqui. Inmediatamente por debajo se ubican los datos alcanzados para Avellaneda, Silípica, Jiménez, Guasayán y Moreno. En cuanto a los departamentos cuyos indicadores resultan más atenuados, se destacan aquellos con valores por debajo de 0.2, concretamente Robles, Rivadavia, Rio Hondo, Banda, Belgrano y Capital. Se destaca que el IRED tiende a evidenciar necesidades energéticas, mientras que índice de población con NBI contempla además otros requerimientos, lo cual justifica cierta discrepancia entre sus valores, en particular para Rio Hondo, Banda, Belgrano y Capital. En virtud de lo expresado y de los resultados obtenidos, se considera que la metodología propuesta es apropiada para la determinación de un *Índice de Requerimientos Energéticos en Zonas Rurales Dispersas (IRED)*.

CONCLUSIONES

De la Figura 10, se infiere que el ranking de requerimientos de energía para los departamentos de la provincia de Santiago del Estero, logrado a través de la ecuación (3) sugiere una apropiada representación de los mismos para las distintas jurisdicciones, con un espectro relativamente amplio de valores (entre 0.05 para Capital y 0.848 para Figueroa), lo cual permite distinguir con claridad las necesidades energéticas jurisdiccionales más notorias. Se considera que la determinación del *IRED* con la ecuación citada tiene mayor fidelidad para representar las necesidades energéticas de cada departamento en relación con los demás, aunque no necesariamente su potencialidad para cubrirla.

Los datos del *IRED* de la Figura 10 brindan una orientación alternativa para la toma de decisiones en relación tanto a la transferencia de tecnologías basadas en energías renovables, como así también a la extensión del tendido de la red eléctrica, ya que pone en evidencia las jurisdicciones con escaso desarrollo en relación a su abastecimiento energético. Esta visión, a través del *IRED*, que incluye factores de tipo social tal como tipo de viviendas y uso de leña y carbón, sugiere la posibilidad de estimular el desarrollo de regiones de la provincia poco favorecidas mediante la inversión en provisión de energía, teniendo en cuenta que esto equivale a mejorar la calidad de vida de su población.

Se considera que las alternativas de producción de energía pueden incluir instalaciones no convencionales, sean ellas, centralizadas o distribuidas, aisladas o conectadas a red.

Además, si se tiene en cuenta que en la ubicación geográfica de los departamentos de Santiago del Estero con mayores requerimientos el recurso solar es abundante, se refuerza la potencialidad de cubrir los mismos mediante instalaciones de tecnologías alternativas, en particular solares, que tuvieron relativamente poca aplicación hasta el momento en la provincia.

REFERENCIAS

Balachandra P. (2011). Dynamics of rural energy access in India: An assessment. Energy, 36, 5556-5567.
Bayod-Ru´jula A. (2009) Future development of the electricity systems with distributed generation. Energy. 34, 377–383.

Ferreiro A., Ottavianelli E., Juarez C.(2014) Energía y Desarrollo – Una Perspectiva del Vínculo en Argentina. IV CAIM.
Gobierno de la Provinca de Santiago del Estero. - Sitio Oficial de la Provincia de Santiago del Estero (2007). http://www.sde.gob.ar:84/geografia/Default.aspx 25/3/14.
Gonçalvez O. (s.d.). Consultoría Determinación de Areas críticas forestales en el Parque Chaqueño - Informe 1 de consultoría socio – económica. http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/CompBosNatBio/file/Producto%205_2%20analisis%20de%20datos.pdf. 28/09/14.
Instituto Nacional de Estadística y Censos - INDEC (2010) Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas – Resultados definitivos. http://www.censo2010.indec.gov.ar/resultadosdefinitivos.asp. 23/04/2013.
INDEC (2010). Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas – Glosario. http://www.censo2010.indec.gov.ar/cuadrosDefinitivos/glosario.pdf. 23/04/13.
INDEC (2001). Población total y con Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) - Año 2001. http://www.indec.mecon.ar/censo2001s2_2/ampliada_index.asp?mode=86. 25/08/2014.
INDEC (2010). Variación 2001-2010 de población con NBI por provincia. www.indec.mecon.ar/ftp/cuadros/sociedad/sesd_09a03.xls. 25/08/2014.
International Energy Agency – IEA (2004). 30 Key Energy Trends in the IEA & Worldwide. www.iea.org. 23/4/13.
Ilskog E. (2008). Indicators for assessment of rural electrification—An approach for the comparison of apples and pears. Energy Policy, 36, 2665– 2673.
Kanagawa M., T. Nakata (2008). Assessment of access to electricity and the socio-economic impacts in rural areas of developing countries. Energy Policy, 36, 2016–2029.
Mathey D. (2007). Métodos e indicadores para la estimación de la pobreza rural en la Argentina. Instituto de Economía y Sociología (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria – INTA). http://inta.gob.ar/documentos/metodos-e-indicadores-para-la-estimacion-de-la-pobreza-rural-en-la-argentina/at_multi_download/file/dt_35.pdf, 28/9/14.
Nakata T. (2004). Energy-economic models and the environment. Progress in Energy and Combustion Science, 30, 417–475.
Nassif N., Diaz R. (2004) La población en la Provincia en los últimos censos: Evolución de la población rural en la Argentina (1980-2001). Trabajo en el Proyecto: Determinantes del Desarrollo en Áreas Rurales (CICYT-UNSE).
Organismo Internacional de Energía Atómica - IAEA -, Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas, Agencia Internacional de la Energía, Eurostat y Agencia Europea de Medio Ambiente (2008). Indicadores Energéticos del Desarrollo Sostenible: Directrices y Metodologías. Viena. www.pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1222s_web.pdf. 28/9/14.
Ottavianelli E., Cadena C. (2013) La importancia de factores sociales en estudios de factibilidad de instalación de sistemas solares para generación de electricidad en zonas rurales de la provincia de Salta. 4th ELAEE – Energy Trends in Latin America: Towards Regional Integration and Sustainability – Session #4 Energy and Development. Montevideo, Uruguay.
Pachauri S., Mueller A., Kemmler A., Spreng D. (2004). On Measuring Energy Poverty in Indian Households. World Development, 32, 12, 2083–2104.
Pasternak A. (2000) Global Energy Futures and Human Development: A Framework for Analysis. U.S. Department of Energy. Lawrence Livermore National Laboratory. https://e-reports-ext.llnl.gov/pdf/239193.pdf. 10/4/13.
Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo – PNUD (1990). Desarrollo Humano - Informe 1990, pp. 31- 45. Tercer Mundo Editores, Bogotá.
PNUD (2010). Informe sobre Desarrollo Humano 2010, pp. 1 - 11. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.
Secretaría de Energía (2003). Prospectiva 2002. http://energia3.mecon.gov.ar/contenidos/verpagina.php?idpagina=2304 . 25/4/13
Secretaría de Energía (2005). Informe Sector Eléctrico 2005. http://energia3.mecon.gov.ar/contenidos/verpagina.php?idpagina=2599 . 25/4/13
Secretaría de Energía (2010). Informe Sector Eléctrico 2010. http://energia3.mecon.gov.ar/contenidos/verpagina.php?idpagina=3451 . 25/4/13
Secretaría de Energía (2014). Proyecto de Energías Renovables en Mercados Rurales. PERMER – https://www.se.gob.ar/contenidos/archivos/permer/Esc_Santiago.pdf, https://www.se.gob.ar/contenidos/archivos/permer/Esc_Sgo_Tabla.pdf, 15/4/2014
World Energy Council – WEC (2012). World Energy Trilemma: Time to get real – the case for sustainable energy policy – Executive Summary. http://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2013/01/PUB_World_Energy_Trilemma_2012_Executive_Summary1.pdf . 23/4/13.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo financiero brindado por parte de CICYT-UNSE.

ABSTRACT: This work contains a proposal about an index to quantify the rural area energy requirements in Santiago del Estero argentine province. The analysis is made along province departments. It is also related with the development degree either achieved or potential in each area. To do this it's first summarized the province geography. Then the dimensions that allow determining such index are defined. These dimensions are first considered individual to define their own indices. Later are combined to obtain the *Índice de Requerimientos Energéticos en Zonas Rurales Dispersas (IRED)* for each department. The conclusion shows the province departments with higher energetic requirements and set another tool to decide energetic projects.