

Análisis de la oferta de energía derivada de la biomasa accesible en el noreste de la puna argentina

Analysis of the supply of affordable energy derived from biomass in northeastern Argentinean Puna

Juan Ignacio Paracca¹ & Alfredo Rafael Cuello²

Para citar este artículo: Paracca J.I. & Cuello A.R. (2014). Análisis de la oferta de energía derivada de la biomasa accesible en el noreste de la puna argentina. pp 47-56

Fecha de recepción: 30 de septiembre de 2014

Fecha de aceptación: 19 de diciembre de 2014

RESUMEN

En la puna argentina los hogares utilizan la leña como principal fuente de energía. Infortunadamente, resultados previos de análisis realizados a nivel nacional indican para la zona condiciones marcadamente deficitarias de este recurso. Ello incentivó la realización del ejercicio metodológico que se presenta en este trabajo, en el cual se propone evaluar de forma detallada la oferta dendroenergética sostenible y accesible en la reserva Laguna de Pozuelos en la puna jujeña, a través del uso de información obtenida por sensores remotos y técnicas de análisis espacial. La metodología aplicada se basa en la metodología de "Mapeo de oferta y demanda integrada de dendrocombustibles" (Woodfuel Integrated Supply/Demand Overview Mapping) desarrollada por la FAO (Food and Agriculture Organization) y el Instituto de Ecología de la Universidad Nacional Autónoma de México. En este caso, con el apoyo de escenas provenientes del sensor LISS III, la aplicación de índices de crecimiento de las especies arbustivas dominantes y el trabajo de campo, se pudo comprobar que si bien existe una oferta relativa escasa de biomasa (leña), la misma permite satisfacer las necesidades energéticas básicas de la población rural dispersa de la reserva Laguna de Pozuelos en la puna jujeña.

Palabras clave: análisis espacial, biomasa, energías renovables, necesidades energéticas básicas, puna argentina

ABSTRACT

People use firewood as the main source of energy in the Argentinean Puna. Unfortunately, previous results of analysis carried out at national level for the zone indicate markedly deficient conditions of this resource. This encouraged the development of the methodological exercise presented in this paper, in order to analyze in detail the sustainable and accessible wood-based bioenergy in "Reserva Laguna de Pozuelos" in the Puna of Jujuy through the use of data obtained by remote sensing and spatial analysis technics. The methodology applied is based on the Woodfuel Integrated Supply/Demand Overview Mapping Methodology developed by FAO (Food and Agriculture Organization) and the Ecology Institute of "Universidad Nacional Autónoma de México". In this case, with the support of scenes derived from LISS III sensor, the application of growing indexes of dominant bush species and field work, it could be proved that, although there is a relative scarce offer of biomass (firewood), such offer can meet the basic energetic needs of the rural population living in "Reserva Laguna de Pozuelos" in the Puna of Jujuy.

Key words: spatial analysis, biomass, renewable energies, basic energetic needs, Argentinean Puna

¹ PROBIOMASA – Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, y Secretaría de Energía Balcarce 637 2° Piso, CABA, Argentina. jparac@minplan.gov.ar
² Centro de Sensores Remotos, Fuerza Aérea Argentina (FAA) PRODITEL, Universidad Nacional de Luján (UNLu) Rutas 5 y 7, Luján, Buenos Aires, Argentina. cuello@terra.com.ar

1. Introducción

La energía es un prerequisite para lograr el desarrollo sostenible en un país. Esta proviene de distintas fuentes, como el gas, la electricidad o el carbón vegetal.

En Argentina, las necesidades energéticas del sector residencial son satisfechas principalmente con gas, distribuido en un 59%; electricidad, en un 21%; gas licuado de petróleo, en un 14%; kerosene, en un 3%; carbón vegetal, en un 2%; y leña, en un 1% (Balance Energético Nacional, Secretaría de Energía, 2008). De ello se infiere que la leña tiene una escasa participación como fuente primaria de energía en este país. Sin embargo, aún hoy existen sectores de la población que dependen de este combustible tradicional.

En el marco del programa para la Promoción de la energía Derivada de la Biomasa (PROBIOMASA) implementado por los Ministerios de Agricultura, Ganadería y Pesca, y el programa de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios, se avanza en estudios de comunidades energéticamente vulnerables en Argentina. Entre sus objetivos se destacan la identificación de estas comunidades vulnerables y la provisión de soluciones para satisfacer sus necesidades energéticas básicas, en especial en las áreas donde se localizan comunidades que utilizan la leña como principal combustible para cubrir usos energéticos finales básicos. Estos estudios han encontrado que las condiciones de oferta del recurso son potencialmente deficitarias en tales comunidades.

De otra parte, de acuerdo con las estimaciones incluidas en el documento “Mapeo de oferta y demanda integrada de dendrocombustibles” (WISDOM “Woodfuel Integrated Supply/Demand Overview Mapping”), realizado por el Gobierno nacional a través de la ex Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca, la Secretaría de Energía y el INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria) en cooperación técnica con la FAO (Food and Agriculture Organization), existe un *superávit* potencialmente enorme de biomasa energética a nivel nacional para posibles aprovechamientos de tipo comercial, doméstico e industrial. Sin embargo, “a nivel subnacional y local, existe una significativa variabilidad e incluso algunas áreas deficitarias” (FAO, 2009, p.15).

Según los resultados del balance de WISDOM, el área ocupada por la reserva laguna de Pozuelos, al igual que la mayor parte de la puna argentina, especialmente en las cercanías de los núcleos poblados, presenta un déficit en cuanto al balance de oferta y demanda energética de recursos biomásicos (figura 1).

Así mismo, según datos de la Fundación para la Conservación de las Especies y el Medio Ambiente (FUCEMA) de Argentina: “en las áreas pobladas de la puna, se verifica una importante explotación de especies vegetales, principalmente leñosas como la queñoa y arbustos varios (tolares, acerillos), como fuente de combustible y otros usos”

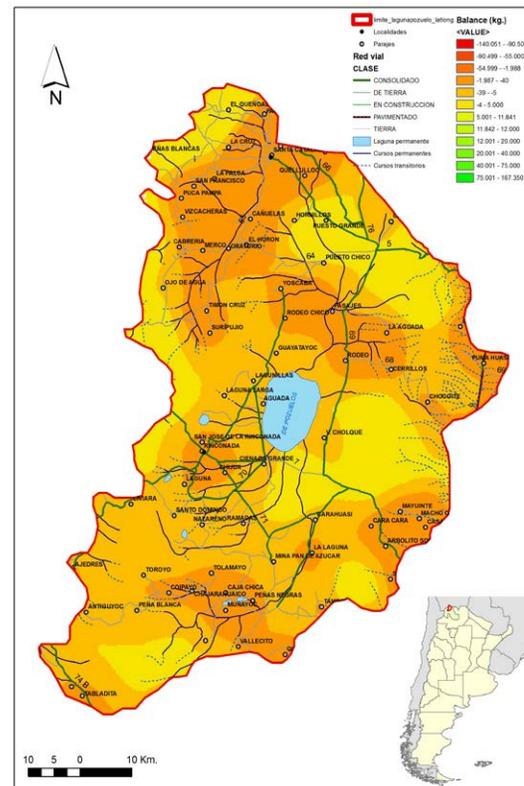


Figura 1. Balance de la oferta y demanda de biomasa en la reserva laguna de Pozuelos

(FUCEMA, 1998, p.303). “Se ha estimado que existe un consumo de entre 1,8 y 4,6 kg diarios por habitante, por ejemplo para la localidad de la puna jujeña de El Moreno” (Benedetti, 1997, p.136). Esto ha llevado a la reducción del área de distribución de las especies, principalmente las correspondientes al género *Polylepis* (*lepidophylla*).

Según otros autores consultados (Ruthsatz, 1974; Ruthsatz & Movia, 1975), entre los factores condicionantes de la estructura de las comunidades vegetales de la región se destacan el pastoreo de llamas y ovejas, y el uso de arbustos y *Polylepis* (*lepidophylla*) como madera y combustible. De acuerdo con Franco (2005):

La satisfacción de las necesidades básicas (alimentación, calefacción e higiene personal) lleva a la extracción de arbustos –en general la llamada tola– para ser usados como combustibles, lo que ocasiona un fenómeno de desertificación que se está agudizando en los últimos años y da lugar a daños ambientales que pueden llegar a ser de difícil solución en el futuro (p.48).

La falta de fuentes convencionales de energía, ya sea local por falta de leña o general por dificultades de transporte, constituye una de las razones importantes que llevan

a esta situación. “Solamente en el noroeste argentino el número de habitantes de la puna y los valles aledaños a los que afectan estos problemas supera los 100 000 habitantes” (Franco 2005, p.48).

Esto al parecer está conduciendo a “la otra crisis energética” (Pelicano, 1995) pues, para aquellos que dependen de la leña, las posibilidades de obtener combustible en la cantidad y calidad necesarias se reduce progresivamente debido a la creciente escasez de combustibles leñosos. Más allá de las implicaciones ambientales que esta crisis pueda tener sobre las fuentes de combustible leñoso, resulta preocupante la reducción en el cubrimiento de las necesidades energéticas básicas de una alta proporción de hogares en condición de pobreza estructural en un sector de condiciones climáticas rigurosas (la puna).

Es por ello que se asiste a la necesidad de evaluar en forma detallada la oferta de recursos combustibles leñosos de disponibilidad local en la región de puna, a fin de contribuir a la elaboración de estrategias de abastecimiento energético doméstico robustas. Si bien reviste especial interés el análisis de la oferta bionérgica de la totalidad de la puna, los fines y condiciones de este trabajo obligan a seleccionar un área más pequeña para el esbozo de una propuesta metodológica. En consecuencia, se ha seleccionado la reserva laguna de Pozuelos en la puna jujeña, la cual, además de participar de las condiciones bioenergéticas deficitarias ya mencionadas, es un monumento natural y por lo tanto cuenta con la protección contemplada en el marco de la Ley nacional N° 22351 de 1980, que impone limitaciones legales al uso de los recursos naturales en esta zona.

Para este propósito, ha mostrado especial utilidad la evaluación de la oferta y la demanda energética de biomasa leñosa con herramientas de análisis espacial que utilizan información derivada del procesamiento de datos obtenidos por sensores remotos.

2. Área de estudio

La puna es un altiplano ubicado entre los 3000 y 4000 m sobre el nivel medio del mar, con condiciones extremas de sequedad y temperatura.

En los sectores de mayor precipitación relativa, este altiplano es ocupado por algunas lagunas, entre ellas la de Pozuelos, “la cual corresponde a una de las principales cuencas endorreicas del altiplano argentino en la provincia de Jujuy” (FUCEMA, 1998, p.29).

Dentro de la reserva laguna de Pozuelos se han identificado cinco principales ambientes morfodinámicos (Cendrero et al. 1993): “laguna y paleolaguna, piedemonte, relieve volcánico, sierras orientales y sierras occidentales (macizo principal y valles fluviales)” (p.684).

Según las precipitaciones, es posible separar 3 áreas en la reserva: una de mayor humedad que corresponde a los macizos del occidente del bolsón, un área intermedia

con precipitaciones entre 350 y 400 mm en el sector del espejo de agua y zonas vecinas, y una zona más árida al sur (Navone & Santanatoglia, 1987;1992).

De acuerdo con Tecchi (1992), la temperatura media anual al nivel de la laguna de Pozuelos (3659 m s.n.m.) es de 9 °C, y a 4500 m s.n.m. el registro disminuye a 0° C, con amplitudes diarias en ambos casos que pueden alcanzar los 30 °C.

Las comunidades vegetales zonales típicas en la puna y en el área de estudio están constituidas por una estepa arbustiva ubicada entre el piso de la cuenca y los 4600 m s.n.m, y por una estepa gramínea con distinta frecuencia de arbustos sobre los 4300 m (Navone & Santanatoglia, 1987;1992).

De acuerdo con Tecchi (1992), en las partes bajas de la cuenca analizada, la vegetación predominante está conformada por pastizales de paja ichu (*Stipa ichu*), ichu (*Festuca crysophylla*) y arbustos de tola (*Parastrephia lepidophylla*).

El arbusto predominante es la tola, un conjunto de especies del género *Parastrephia*, bastante utilizado como combustible en la zona al igual que en toda la región de la puna.

La reserva laguna de Pozuelos fue creada en 1980, declarada reserva de biósfera en 1991 y sitio Ramsar desde 1992; es además monumento natural de la Administración Nacional de Parques Nacionales. Se ubica en el norte de la provincia de Jujuy y limita con el estado plurinacional de Bolivia, ocupando el este de los departamentos de Santa Catalina y Rinconada, el oeste de Yavi y el noroeste de Cochinoca (figura 2).

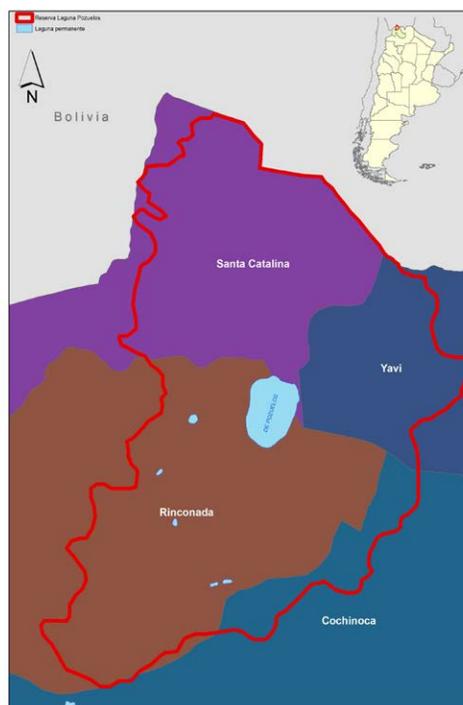


Figura 2. Ubicación y límites de la reserva laguna de Pozuelos

En la reserva, la leña se constituye en el principal combustible empleado para cocinar en hogares, pues se utiliza en aproximadamente el 85% de estos (figura 3), en concordancia con el pueblo modelo de la puna (Secretaría de Energía de la Nación, 2005). Ello evidencia la importancia de este recurso para la población del área de la reserva laguna de Pozuelos.

3. Materiales y metodología

3.1 Materiales

En este estudio se propone utilizar información derivada del sensor LISS III a bordo del satélite IRS-P6 (Indian Remote Satellite).

El sensor LISS III fue seleccionado debido a su buen comportamiento radiométrico y a que se presentaba como una alternativa de mayor resolución espacial con respecto a las imágenes del sensor TM, a bordo del satélite Landsat 5.

En la selección de las imágenes para la evaluación de la oferta dendroenergética en el área del monumento natural laguna de Pozuelos se tuvo en cuenta el calendario fenológico de la tola (*Parastrephia lepidophylla*). Con base en éste se escogieron las imágenes correspondientes al final de la estación lluviosa (febrero y marzo de 2010) ya que la tola pierde sus hojas entre los meses de mayo y julio (tabla 1).

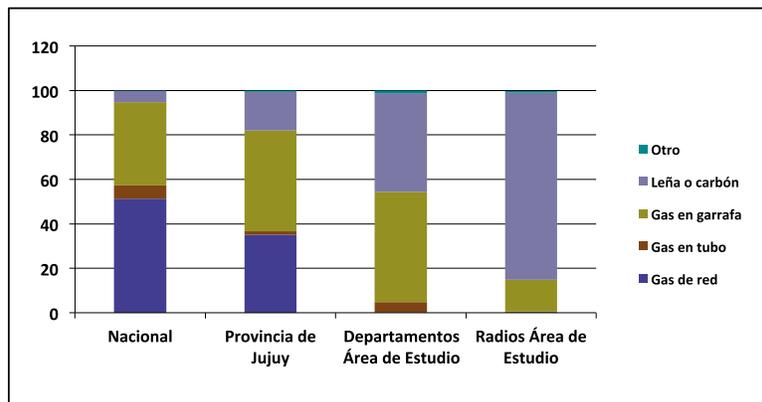


Figura 3. Combustibles principales utilizados para cocinar en hogares de áreas seleccionadas al 2001

Fuente: Elaboración a partir de datos del Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas (INDEC, 2001)



Figura 4. Mosaico satelital y límites del área de estudio

Tabla 1. Características de las escenas a utilizar

Sensor	Path	Row	Fecha
LIS3	313	094	19-02-2010
LIS3	312	094	03-04-2010

En la figura 4 se presenta el mosaico de las imágenes seleccionadas y los límites del área de la reserva laguna de Pozuelos, que constituye el área de estudio.

3.1.1 Softwares utilizados

Para el procesamiento de las imágenes se utilizó el *software* PCI Geomatica 9.3, y para el análisis espacial se utilizó la extensión *Spatial Analyst* del programa ArcGis 9.2.

3.2 Metodología

Con el objetivo de corregir cartográficamente las imágenes utilizadas y realizar algoritmos entre capas con información

extraída de otras fuentes para el análisis espacial, se realizó la corrección geométrica de las mismas. Además, para obtener información temática de las imágenes a través de una clasificación multiespectral supervisada, se efectuó un trabajo de relevamiento de campo.

La selección de los sitios de muestreo fue estratificada a fin de cubrir las diferencias detectadas en la cobertura de formaciones leñosas. Igualmente, fueron relevadas otras coberturas de interés como suelos desprovistos de vegetación, pastizales y suelos con alto contenido de sal (figura 5).

En el trabajo de terreno se realizaron transectas de aproximadamente 30 m de largo mediante las cuales se midieron el diámetro y la altura de las plantas leñosas, cuya localización fue posible con la ayuda de sus coordenadas geográficas y altura sobre el nivel medio del mar. Además, con las transectas se revelaron las características geomorfológicas, edafológicas y de la vegetación en general de la zona.

Las clases temáticas se seleccionaron en función de su buena separabilidad espectral (figura 6).

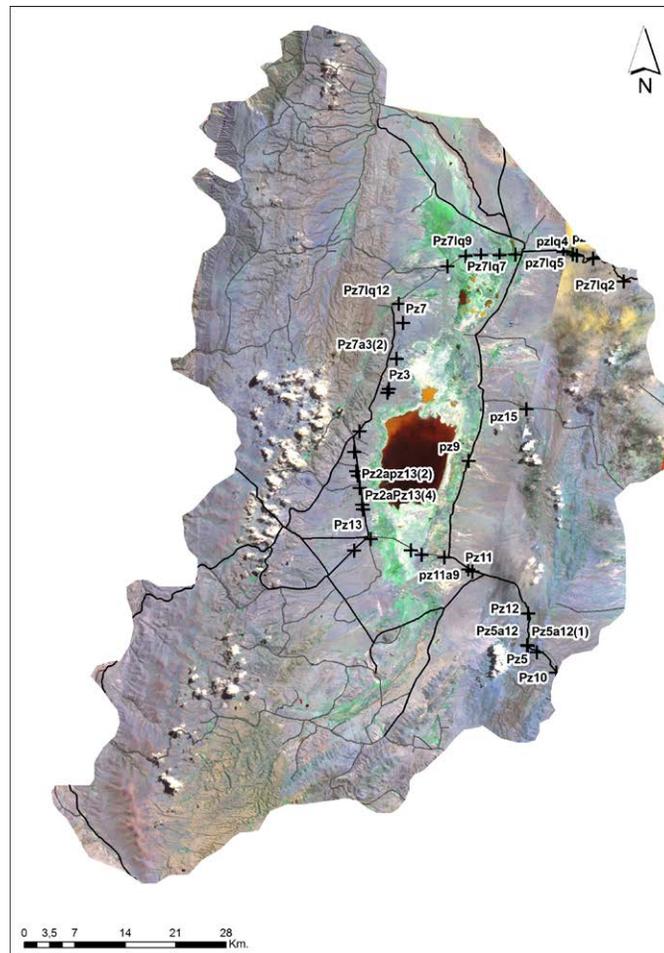


Figura 5. Sitios de muestreo

Muestras en composición de imágenes	Muestras en terreno	Descripción
		Cob. 10-20: cobertura leñosa del 10 al 20%
		Cob. 20-25: cobertura leñosa del 20 al 25%
		Cob. > 25: cobertura leñosa mayor al 25%
		Estrato herbáceo: predominio de pastizales
		Suelo
		Sal

Se realizó la clasificación supervisada de las subescenas correspondientes a la reserva utilizando el método de Máxima Probabilidad (figuras 7 y 8).

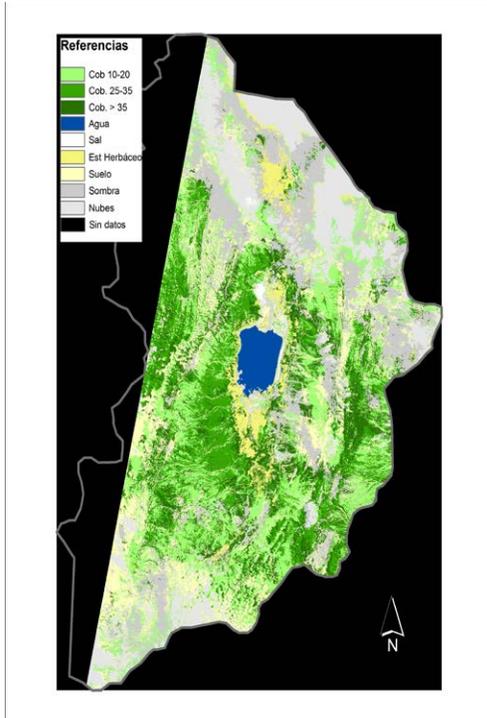


Figura 7. Clasificación supervisada, imagen LIS3, 19-02-2010

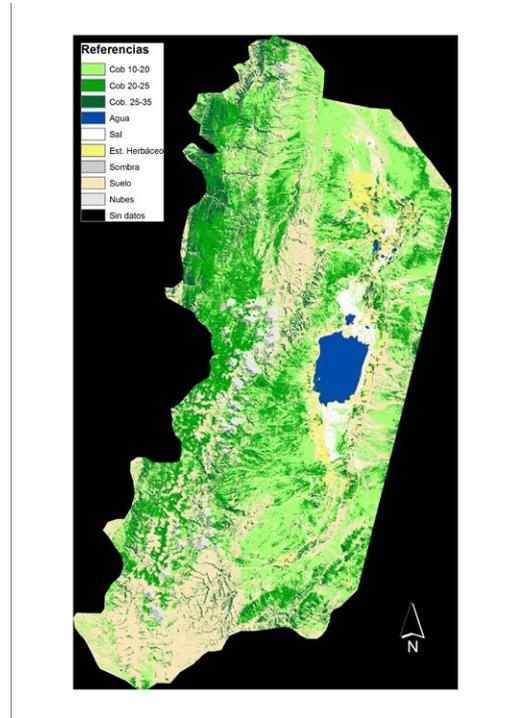


Figura 8. Clasificación supervisada, imagen LIS3, 03-04-2010

Se verificó, para cada una de las imágenes, la cobertura absoluta y relativa de las clases (figura 9).

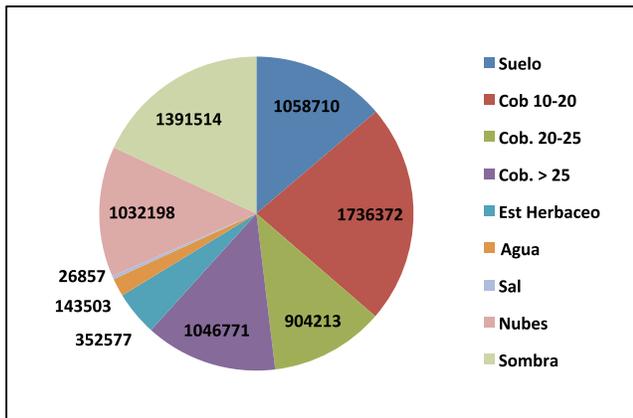


Figura 9. Porcentaje de cobertura de las clases

Estimación del incremento medio anual de biomasa

Además de determinar la cobertura absoluta y relativa de las clases, se reclasificaron las imágenes a partir del cálculo del incremento medio anual de biomasa leñosa por pixel (tabla 2). Por otro lado, se reclasificaron las clases no relativas a coberturas leñosas.

Según la estimación del incremento medio anual en kg por pixel y la cantidad de pixeles por cada una de las nuevas clases, se obtuvo el valor de oferta derivada del incremento medio anual total para cada clase. El resultado de la reclasificación fue una distribución de la oferta sostenible, es decir, el incremento medio anual de biomasa según pixel en kg (figura 10). Además, se generó una capa de accesibilidad física y se calculó el costo asociado con la distancia entre la demanda (parajes y localidades) y la oferta (incremento medio anual de biomasa), ambas conectadas por la red de rutas y caminos. A ello se le incorporó un mapa de pendientes, bajo el entendido de que

Tabla 2. Cálculo del incremento medio anual de biomasa leñosa por pixel

Clases	Reserva kg ha	IMA kg ha	IMA kg pixel	Nº pixel clase	of_ IMA_ kg
Cob. 10-20	1000	125	6	3085683	18514098
Cob. 20-35	3280	410	21	1870319	39276699
Cob. > 35	5202	650	34	1170542	39798428

ha: hectárea; IMA: incremento medio anual

su incremento incide en forma lineal sobre los costos de accesibilidad. Para realizar el mapa de pendientes se utilizó el “Modelo digital de elevaciones”, construido a partir de los

datos de *The Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), versión 4.1, de la NASA (NASA, 2000) (figura 11).

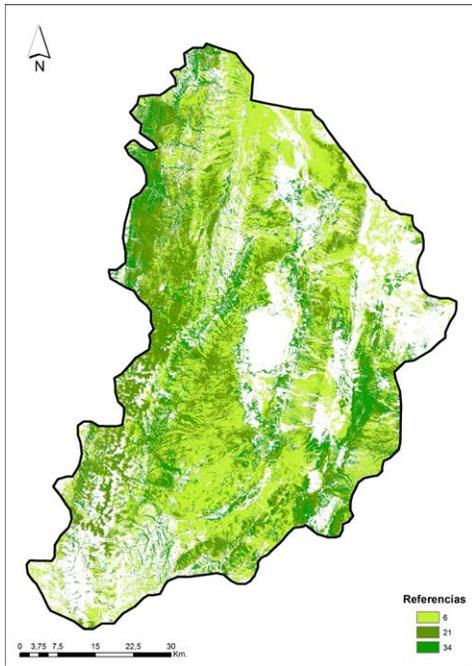


Figura 10. Incremento medio anual de biomasa en kg según pixel

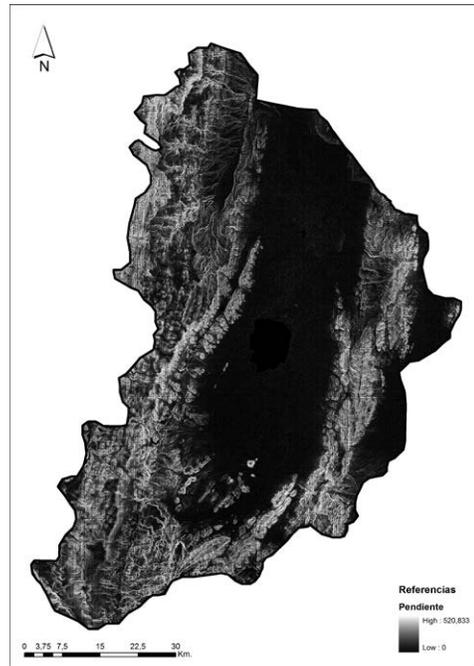


Figura 11. Pendientes

Posteriormente, se cargaron las capas de localidades, parajes y red vial desarrolladas por el ex Instituto Geográfico Militar en el marco del proyecto SIG 250 (figura 12),

y mediante la función *cost distance* se calculó el costo de accesibilidad (figura 13).

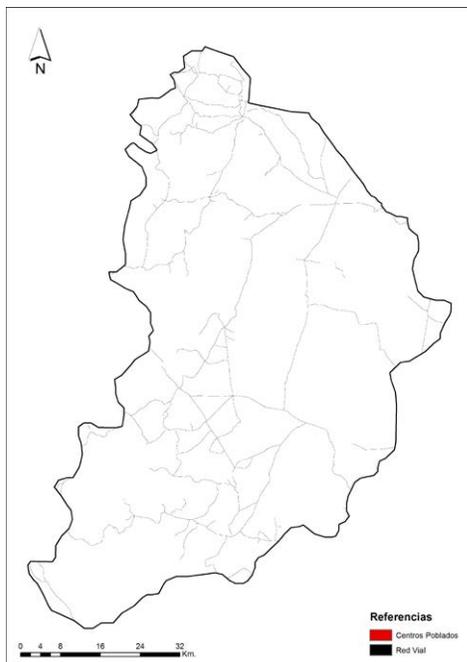


Figura 12. Centros poblados y red vial

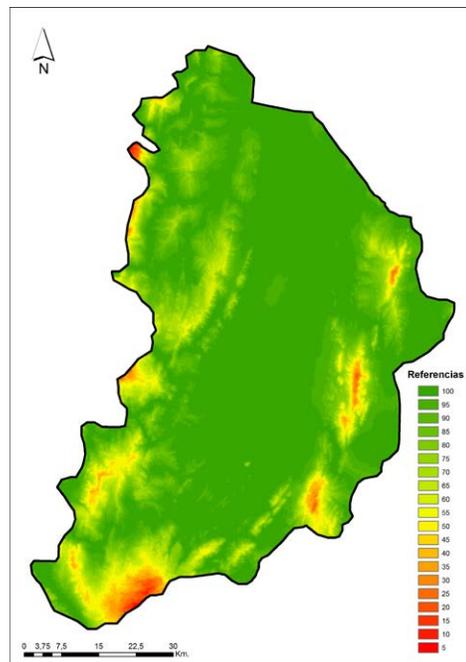


Figura 13. Estimación de accesibilidad

Finalmente, para estimar la oferta de biomasa sostenible accesible, se aplicó un algoritmo con el objeto de incorporar la estimación de accesibilidad a la capa de incremento anual sostenible. Dicho algoritmo utiliza la capa de oferta (entendida como el incremento medio anual) y el análisis de costo de accesibilidad. En la figura 14 se observan los resultados de la oferta de biomasa sostenible accesible con una desagregación espacial de 24 m.

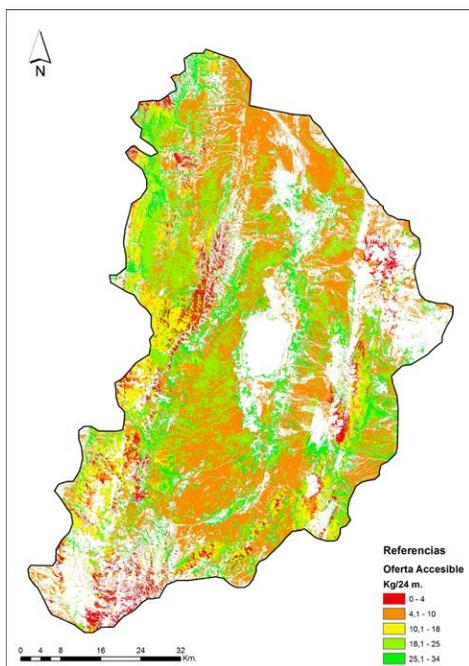


Figura 14. Oferta de biomasa sostenible accesible

4. Resultados y discusión

La base de datos geográfica resultado de este análisis da cuenta de la oferta accesible de biomasa leñosa para la satisfacción de las necesidades energéticas en el área de la reserva laguna de Pozuelos, zona prioritaria de atención cobijada por restricciones legales para el uso de recursos naturales debido al elevado consumo de estos recursos por parte de la población, previamente reportado en el marco del proyecto WISDOM Argentina.

A partir de la visualización de la estimación obtenida, se observa que los sectores con mayor oferta accesible se encuentran en el sector noroeste del área de estudio, donde se verificaron altos niveles de crecimiento medio anual.

Así mismo, rodeando a la laguna de Pozuelos se encuentran sectores con altos niveles de oferta de biomasa leñosa debido a que el aporte de agua freático permite el crecimiento de arbustos de tola de mayor altura y cobertura. Por otra parte, el relieve más o menos llano de este sector y la red de caminos relativamente densa permiten altos niveles de accesibilidad a esta oferta.

En el sudeste de la zona, se presentan valores relativamente bajos de incremento medio anual de la biomasa leñosa, debidos a condiciones geomorfológicas, edáficas y climáticas más restrictivas. En general, en esta área predominan valores de cobertura entre 4,1 y 10 kg/24 m, los cuales están estrechamente relacionados con la alta preeminencia de las clases de cobertura mínima (10-20%) y de suelo desnudo. De otra parte, las fuertes pendientes asociadas a formaciones de origen volcánico, la baja densidad de agrupamientos de población y la inexistencia de red de transporte disminuyen la accesibilidad a la oferta dendroenergética en esta área.

De acuerdo con este análisis, la mayor accesibilidad se encuentra en el centro de la cuenca en donde la densidad de la red vial es mayor, se agrupan los centros poblados y las pendientes son menores, en tanto que hacia el este de la laguna la accesibilidad disminuye ya que allí se presentan pendientes mayores, las cuales están asociadas con la sierra de Cochinocha. Igualmente, hacia el oeste la accesibilidad se reduce debido a la presencia de altas pendientes que están conectadas con la sierra de San José.

Estos resultados resaltan la importancia de evaluar el recurso dendroenergético en forma detallada, dado que la mayor proporción de superficie en el área de estudio está cubierta por la clase de formación leñosa de menor cobertura (que no suele superar el 10%) y por suelo desprovisto de dicha cobertura.

Recomendaciones finales

A fin de avanzar en metodologías tendientes a mejorar el análisis desarrollado, se estima que sería necesario complementar la interpretación de la cobertura de vegetación leñosa del área de estudio obtenida a partir de imágenes del final de la estación de lluvias (fin del verano y comienzos del otoño austral) con la clasificación digital supervisada de imágenes correspondientes a la época invernal en la que el estrato herbáceo pierde vigor. Se ha comprobado que en invierno la tola mantiene su verdor debido a su carácter perennifolio.

De otra parte, se asiste a la necesidad de diversificar la matriz energética primaria de la población del área de la reserva laguna de Pozuelos especialmente a partir de la difusión de tecnologías que aprovechen las fuentes renovables de disponibilidad local como la radiación solar y aquellas que incrementen la eficiencia del aprovechamiento de la leña, como las cocinas mejoradas.

Referencias

Benedetti, A. (1997). *Electricidad y vida cotidiana en El Moreno: Un estudio sobre energización rural y condiciones de reproducción social en pequeñas comunidades*

- rurales de la puna jujeña*. (Tesis inédita de licenciatura en Geografía). Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina.
- Cendrero, A., Díaz, J., González, D., Mascitti, V., Roton-daro, R. & Tecchi, R. (1993). Environmental diagnosis for planning and management in High Andean Region: The Biosphere Reserve of Pozuelos, Argentina. *Environmental Management*, 17(5), 683-703.
- ESRI (2009). ArcGIS (Versión 9.3) [Software de procesamiento digital de imágenes satelitales]. Los Ángeles, Estados Unidos: Environmental Systems Research Institute, Inc.
- Franco, J. (2005). Energías Renovables en la Puna. Un aporte realizado desde el Instituto de Energías no Convencionales. En: A. Brown., U. Martínez., M. Acerbi & J. Corcuera (eds.). *Situación ambiental Argentina*. (pp.47-51). Buenos Aires: Fundación Vida Silvestre.
- FUCEMA (1998). *Bases para la conservación y manejo de la puna y la cordillera frontal de Argentina. El rol de las reservas de biósfera*. Uruguay: FUCEMA.
- INDEC (2001). *Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas*. Recuperado de: http://www.indec.gov.ar/micro_sitios/webcenso/
- INPE (s.f.). Recuperado de: <http://www.dgi.inpe.br/CDSR>.
- National Aeronautics and Space Administration NASA (2000). (versión 4.1). The Shuttle Radar Topography Mission (SRTM). Recuperado de: <http://srtm.csi.cgiar.org>
- Navone, S. & Santanatoglia, O. (1987-1992). *Estudios de Caso 2 Pozuelos. Estudios de casos a escala de semi-detalle*: FAO.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) & Departamento de Servicios y Productos Forestales – Dendroenergía. (2009). *Análisis del balance de energía derivada de biomasa en Argentina*. WISDOW Argentina. Recuperado de: <http://www.fao.org/docrep/011/i0900s/i0900s00.HTM>
- PCI Geomatica. (2003). (Versión 9.1) [Software de procesamiento digital de imágenes satelitales], Richmond Hill, Canadá: PCI Geomatics
- Pelicano, G. (1994). La leña: el recurso olvidado. *Revista Forestal. Centroamérica*, 3(14), 2-5.
- Presidencia de la República de Argentina (1980). Ley N° 22.351. De los parques nacionales, monumentos naturales y reservas nacionales. *Publicada en el Boletín Oficial* N° 24564, del 15 de diciembre de 1980. Buenos Aires.
- Ruthsatz, B. (1974). Los arbustos de las estepas andinas del noroeste argentino y su uso actual. *Sociedad Argentina de Botánica*, 16(1-2), 27-45.
- Ruthsatz, B. & Movia, C. (1975). Relevamiento de las estepas andinas del noroeste de la provincia de Jujuy. Fundación para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Buenos Aires: Fundación para la Educación, la Ciencia y la Cultura (FECIC).
- Secretaría de Energía Argentina. (2008). Balance Energético Nacional (BEN). Recuperado de: <http://energia3.mecon.gov.ar/contenidos/verpagina.php?idpagina=3366>
- Tecchi, R. (1992). Unidades de ambiente en una cuenca altoandina: laguna de Pozuelos, Jujuy, Argentina. En: R. Tecchi & A. Veloso (eds.). *Ecosistemas altoandinos de Argentina y Chile*. Jujuy: (pp. 49-59) Instituto de Biología de la Altura, Universidad Nacional de Jujuy.

