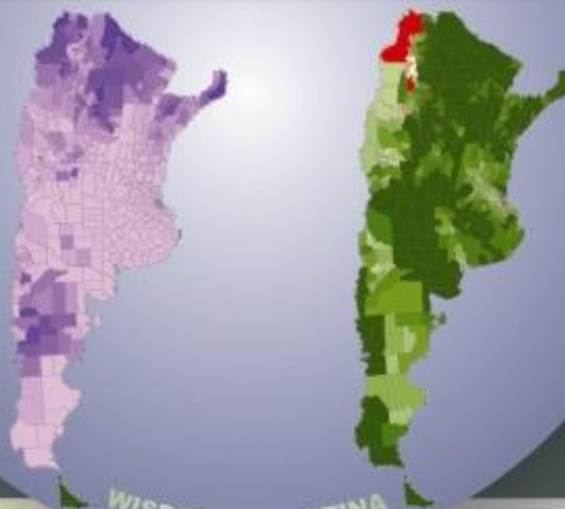




Secretaría  
de Ambiente  
y Desarrollo  
Sustentable

Taller:  
**Matriz de oferta y demanda  
de Bioenergía.**  
Situación actual y desarrollo  
potencial en Argentina



JUNIO de 2008

CIUDAD AUTONOMA DE BUENOS AIRES, ARGENTINA.

**Tabla de contenido**

*INTRODUCCION* ..... 3

*ANTECEDENTES INTERNACIONALES Y NACIONALES*..... 6

*OBJETIVOS DEL TRABAJO*..... 8

*EL ENFOQUE WISDOM*..... 8

*DESARROLLO DE WISDOM ARGENTINA*..... 9

*Módulo de demanda*..... 9

*Módulo de oferta* ..... 10

*Módulo de Integración*..... 11

*Producto final del WISDOM*..... 12

*MARCO REGULATORIO ARGENTINO RESPECTO AL APROVECHAMIENTO DE RECURSOS  
BIOENERGÉTICOS* .....12

*BASES PARA EL PLANEAMIENTO ESTRATÉGICO DEL APROVECHAMIENTO DE RECURSOS  
BIOMÁSICOS* .....14

*Los recursos biomásicos en la construcción de escenarios energéticos* ..... 15

*APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE RECURSOS BIOMÁSICOS.* .....17

*Metodología para la evaluación energética de los recursos biomásicos*..... 18

*Evaluación económica financiera de las alternativas de generación*..... 18

*Caso de aplicación: Localización y estudio de factibilidad de la instalación de un proyecto de generación con  
biomasa en las provincias de Corrientes y Misiones.*..... 19

*CONCLUSIONES* .....21

**INTRODUCCION**

*La humanidad se enfrenta con un cambio de paradigma que se ha impuesto en forma extraordinariamente rápida en todo el mundo. El mismo radica en la diversificación de las fuentes de energía juntamente con una contemplación creciente de los efectos ambientales. En este marco se ubica el aprovechamiento integral de la biomasa con fines energéticos. Este hecho establece dilemas éticos y ambientales ya que se ejerce una fuerte y creciente presión sobre el recurso tierra compitiendo con la provisión de alimentos y expandiendo zonas de cultivo hacia áreas de mayor fragilidad ambiental.*

*Se ha pasado de pronósticos de precios crecientes de petróleo a una realidad que golpea a todas las economías del mundo donde día a día se superan valores tomados como tope hasta hace muy poco tiempo. Tomando en cuenta los balances energéticos, el mundo usa cada vez más energía para producirla debido a la exploración más remota y a los rendimientos de los pozos existentes.*

*La utilización de recursos vegetales con fines energéticos implica una presión adicional sobre el recurso suelo disponible para el desarrollo de cultivos en una determinada superficie. Este hecho genera presiones sobre áreas de pastizales, bosques nativos, áreas protegidas, así como también, una intensificación de la producción sobre las actuales áreas laboreadas. Esto obliga a un estudio in situ específico tanto de los factores de oferta como de demanda de energía.*

*Se prevé que la biomasa para producir energía desempeñe una mayor función en el suministro futuro en el mundo, según lo exponen diferentes documentos y especialistas, tales como el Plan de Aplicación de Johannesburgo, la Agencia Internacional de Energía (IEA), la Shell Co. y el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC). La Argentina no está ajena a este contexto, dada su altísima capacidad de producción de productos agropecuarios y es mirada y analizada por todo el mundo como uno de los actores relevantes en este nuevo escenario<sup>1</sup>.*

*La Secretaría de Energía ha sido designada autoridad de aplicación de la leyes nacionales 26.093 y 26.190. La primera constituye un régimen de promoción para la producción y uso sustentable de biocombustibles en el territorio nacional, la segunda establece un régimen de fomento a la generación eléctrica mediante fuentes renovables de energía, entre las que se incluye a la biomasa. En consecuencia esta Secretaría deberá arbitrar en la selección de proyectos y ejercer de modo eficiente sus potestades de fiscalización. La Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos, mediante la resolución 1156/04 crea el Programa Nacional de Biocombustibles (PNB – SAGPyA), entre cuyos principales objetivos se encuentra la promoción y el uso de biocombustibles como fuente de energía renovable y alternativa a los combustibles fósiles, la promoción de las inversiones públicas y privadas para su desarrollo, así como también, la colaboración y apoyo a instituciones, organizaciones y entidades de bien público dedicadas a la investigación y la difusión de su uso.*

---

<sup>1</sup> *The Socio-Economic Impacts of Large-Scale Land Use Change and Export-Oriented Bio-Energy Production in Argentina.* Birka Wicke. Copernicus Institute. 2006.

*-Emerging liquid biofuels markets in Argentina.* P. Lamers. Lund Univ. 2006

*-Biomass energy potential in Argentina.* S. Asal and R. Marcus. Univ. Dauphine. 2006

Desde el estado, esta realidad genera importantes demandas al INTA que provienen de organismos federales como la SE, SAGPyA, MCTIP, así como de gobiernos y reparticiones provinciales y municipales y del sector agropecuario en general.<sup>2</sup> A esto se suma la exploración de propuestas de cooperación de organismos internacionales como FAO, GEF, ONUDI, IICA PROCISUR, EPA que han llegado a la institución en los últimos tiempos y que se orientan también a satisfacer las demandas del sector y la sociedad toda.<sup>3</sup>

Frente a la diversificación de las fuentes de energía, juntamente con una contemplación creciente de los efectos ambientales que traccionan sobre un aprovechamiento integral de la biomasa, el INTA crea un Programa Nacional de Bioenergía (PNB – INTA)<sup>4</sup>, dentro del marco de las actividades de investigación y desarrollo que le son propias.

En términos del (PNB – INTA), la bioenergía es la energía que se obtiene a partir de biomasa, la cual es a su vez, la materia orgánica originada en un proceso biológico espontáneo o provocado, utilizable como fuente de energía. Biomasa, es por lo tanto, toda planta o materia que hay sobre la superficie: residuos agrícolas, residuos forestales, restos de todas las agroindustrias y cultivos energéticos, entre otros.

La potencialidad de producción de bioenergía en la Argentina es de extrema importancia dada la característica de su actual matriz energética, y por las ventajas comparativas que presenta para la producción de vectores biológicos energéticos de diversas fuentes. Sin embargo, existen restricciones relacionadas tanto desde la generación de biomasa, como desde la ingeniería de procesos, ya que debería lograrse una tecnología local madura de alta confiabilidad y bajo costo aplicable a diferentes escalas.

Nuestro país posee diversos recursos bioenergéticos distribuidos a lo largo y ancho del territorio y que a través de la incorporación de tecnología adecuada, podrá mejorar sus ventajas competitivas con un fuerte incremento del rendimiento de todos sus cultivos de granos y también de pastos, caña de azúcar, bosques y otras fuentes de biomasa. Además, puede aumentar sus ventajas comparativas con un mejor uso del agua y la ampliación de la frontera agropecuaria en varios millones de hectáreas más, según la opinión de diversos expertos.

Se destaca que existe una extraordinaria capacidad productiva industrial instalada del sector privado, tal como la fabricación de maquinaria agrícola, complejo oleaginoso y alcohólico. A ello hay que agregarle la red de infraestructura vial, ferroviaria, fluvial y aérea, que permite el acceso a los mercados internos y de exportación. Por último, hay que señalar, que cuenta con suficientes recursos humanos y tecnológicos para poner en marcha la utilización de dicho potencial.

La bioenergía no puede ser encarada desde una determinada disciplina, y demanda una fuerte interacción de actores externos e internos. Las actividades de

---

<sup>2</sup> Conclusiones. Primera Reunión Técnica sobre Bioenergía. SECyT, SAGPyA, INTA, 2006

<sup>3</sup> Informes misiones J.A Hilbert reuniones GEF Nueva Delhi 2005, ONUDI Viena 2006, UE , Embajada Argentina RU 2007 M to M EPA China 2007, Vilme Alemania 2008

<sup>4</sup> Documento Base -Programa Nacional de Bioenergía del INTA. Documento para Análisis y Discusión Final. Revisión Grupo Ampliado. Julio 2007

la cadena de la bioenergía son complejas, interdisciplinarias, intersectoriales y específicas de cada lugar. Es un desafío resolver los problemas que plantean para desarrollar todo su potencial, por ello, se necesita una visión sistémica, nuevos enfoques, interacción y una comunicación apropiada, integrando la producción de biocombustibles en las actividades agrícolas y forestales. Para contribuir a esta integración se requiere de la integración sinérgica de las instituciones del sector público y privado, dedicadas a los sectores de la agricultura, silvicultura, energía, industria y ambiente.

El INTA, en este marco viene trabajando desde hace dos años en el armado de un sistema de información federal denominado "Atlas de cultivos aptos para la producción de biocombustibles". Dicho atlas tiene como objetivo describir las potencialidades y las limitantes de las diferentes alternativas y determinar la posibilidad de expansión territorial, teniendo en cuenta las variables agroecológicas, económicas, sociales y ambientales. Su desarrollo ha estado coordinado con las diversas Secretarías con incumbencia en el tema.

En esta línea la Secretaría de Energía junto a la Secretaria de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos, proponen establecer una metodología de evaluación de fuentes de biomasa con la aplicación de la metodología WISDOM de la FAO con el objeto de ser utilizada como marco de referencia para la aplicación de la ley 26190 de "Régimen de fomento nacional para el uso de fuentes renovables de energía destinada a la producción de energía eléctrica". Las mencionadas instituciones pusieron a disposición sus equipos técnicos y físicos especializados a fin de conformar un grupo de trabajo para alcanzar el objetivo perseguido. El INTA tomó a su cargo compilar, homogeneizar, actualizar e integrar en el SIG la información facilitada por las Secretarías y Organismos colaboradores en el proyecto.

- Secretaría de Energía
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos
  - Dirección Nacional de Producción Agropecuaria y Forestal
    - Dirección de Agricultura
    - Dirección de Ganadería
    - Dirección de Forestación
- Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable
  - Dirección de Bosques
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
- Fundación Bariloche
- FAO

De esta manera con la participación y aporte de múltiples actores, se fue construyendo esta primera versión que se presenta a los expertos técnicos en el tema a fin de profundizar los estudios a nivel de las provincias.

**ANTECEDENTES INTERNACIONALES Y NACIONALES**

*Históricamente la bioenergía ha cumplido un rol protagónico en el suministro energético de la humanidad especialmente a través de la leña y el carbón vegetal. Durante la era del petróleo redujo su participación aunque se mantiene en niveles considerables en determinados países y regiones.*

*Actualmente la bioenergía representa un 10 % de la matriz energética mundial con amplia participación de la leña. La disponibilidad de más bioenergía contribuiría al suministro de servicios de energía más limpia para satisfacer las necesidades básicas. La bioenergía esta llamada a cumplir un rol junto a otras fuentes no convencionales en el cambio, de una economía basada en los combustibles fósiles a otra basada en un abanico de fuentes. La agricultura y la silvicultura serán las principales fuentes de biomasa para elaborar bioenergía en diferentes vectores, como la leña, el carbón, briquetas, biogás, bioetanol, biodiesel y bioelectricidad, entre otros.*

*En la última década los biocombustibles líquidos han adquirido importancia creciente a nivel global con una particular participación en el sector del transporte. La estimación actual de la contribución a nivel mundial es del 2 % del consumo (10 % biodiesel y 90 % etanol). En este contexto, la función de la agricultura como fuente de recursos energéticos está adquiriendo un desarrollo creciente impactando sobre los mercados mundiales.*

*Los países industrializados ven en los biocombustibles una manera de diversificar las fuentes de energía, encontrar nuevos mercados para sus productos de origen agropecuario, reducir las emisiones de gases de efecto invernadero provenientes del sector transporte. Los actuales estudios sobre de certificación de sustentabilidad permiten hoy establecer el impacto neto de los sistemas de bioenergía sobre las emisiones y asegurar que las tecnologías ahorren en la emisión de carbono y prevengan deterioros en la biodiversidad en forma comparada con los combustibles fósiles a ser reemplazados.*

*El aprovechamiento de ecosistemas naturales, cultivos y plantaciones energéticas perennes realizadas con criterios de sustentabilidad, propenden a una mayor biodiversidad, en comparación con los cultivos anuales tradicionales. La introducción de cultivos energéticos anuales en los sistemas agrícolas permite diversificar y ampliar la rotación de cultivos, y sustituir los sistemas de monocultivos, que son menos favorables desde el punto de vista de conservación de suelo y agua. Las tierras desforestadas, degradadas y marginales se pueden restablecer con plantaciones destinadas a bioenergía, y ayudar así a combatir la desertificación y tal vez también a reducir las presiones del mercado ejercidas sobre las tierras agrícolas de mayor calidad. Es necesario tener cuenta, por lo tanto, cuando se comparan económicamente los biocombustibles con los combustibles fósiles, estas externalidades entre otras.*

*La bioenergía es la más versátil de las energías renovables, dado que puede servir tanto para la generación de electricidad y calefacción como para la producción de combustible. Se puede quemar de forma directa como leña o carbón o bagazo para producir calor y electricidad, convertirse en combustibles líquidos como el etanol y biodiesel, para el reemplazo de las naftas y gasoil, o en combustibles gaseosos, como el biogás o gas de síntesis para mover turbinas y motores. Los cultivos energéticos pueden formar parte de cadenas de producción*

agrícola y biorefinerías muy especializadas y diversas, en las cuales podría obtenerse una serie de productos biológicos de alto valor comercial. Esto podría tener un papel significativo en el fortalecimiento de economías locales, encontrando mediante una planificación adecuada fórmulas innovadoras para frenar la migración, crear empleo y actividades económicas mediante el uso sustentable de los recursos naturales. Para ello la energía podría servir como factor de crecimiento junto a demás productos generados por la cadena.

Argentina posee las condiciones necesarias para generar parte de la biomasa que se requerirá a nivel mundial, ya sea para el mercado interno como así también el externo. La producción actual de granos, aceites y proteína vegetal, ubica a nuestro país como uno de los líderes mundiales en su exportación. El aprovechamiento de esos recursos para su conversión en bioenergía así como otros productos como harinas proteicas, vegetales y animales generará la oportunidad de, exportar mayor valor agregado en un plazo casi inmediato. Al mejorar la oferta exportadora del país, se podrán ofrecer alternativas de mercado para propiciar un mayor nivel de actividad, con el propósito de incrementar competitividad, productividad, sostenibilidad y equidad en la producción agropecuaria. Dado que la materia prima que se usa para la producción comercial de bioenergía con la actual tecnología, proviene por el momento mayoritariamente de cultivos agrícolas, es prioritario el desarrollo de nuevas tecnologías para el aprovechamiento integral y directo de todas las fuentes de biomasa. Es pertinente además analizar los impactos en los mercados los balances energéticos así como sobre el agua, suelo y biodiversidad.

La Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), a través del proyecto "Bioenergía: Desafíos para la Argentina" (TCP/ARG/3103), procuró la gestación de un grupo de trabajo interinstitucional e interdisciplinar en la temática de Bioenergía y Biocombustibles con un apoyo político importante, en el cual intervienen grupos de investigación y de desarrollo tecnológico, se integran proyectos bioenergéticos de varias provincias y se pone de manifiesto, la existencia de un marco legal encaminado a incentivar la realización de proyectos bioenergéticos, ya que Argentina cuenta con un gran potencial de recursos y residuos biomásicos, que pueden ser utilizados con fines energéticos, que incluye además de los conocidos biocombustibles (biodiesel y bioetanol), leña, residuos forestales y de la foresto - industria, residuos agropecuarios, residuos agrícolas y los derivados de la agroindustria.

Entre las recomendaciones surgidas a partir de la realización del seminario - taller: "Las Perspectivas para el desarrollo de la Bioenergía en el País" realizado el 13 de septiembre del 2006 en el Palacio San Martín, Buenos Aires, Argentina, se encuentran:

- El desarrollo de acciones para la mejora de la información disponible sobre el consumo actual de biocombustibles.
- La evaluación del potencial de los recursos y residuos biomásicos para el uso sostenible con fines energéticos.

A tal efecto, con la cooperación técnica de FAO, el Estado Argentino a través de Secretaría de Energía (SE), INTA y Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación (SAGPyA), con la colaboración de Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (SAYDS) y el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC) entre otros organismos públicos, decidieron aplicar la metodología WISDOM para realizar estudios básicos a fin de evaluar el estado actual de la utilización de la bioenergía en el país y estimar su potencial en términos de biomasa forestal, agrícola y pecuaria.

## OBJETIVOS DEL TRABAJO

**A)** Consolidar conocimientos y tecnologías que contribuyan a la producción sustentable de bioenergía, observando las competitividades del agro negocio argentino en consonancia con las políticas públicas.

**B)** Caracterización y cuantificación de potencial de los diferentes cultivos con un ajustado manejo agronómico por regiones así como residuos y subproductos producidos por el sector agropecuario y agroindustrial con potencialidad de aprovechamiento energético.

**C)** Elaborar información y estudios que sean de aplicación para la construcción de escenarios energéticos a largo plazo.

## EL ENFOQUE WISDOM

La metodología WISDOM (Woodfuel Integrated Supply/Demand Overview Mapping), desarrollada por FAO con la colaboración del Instituto de Ecología de la Universidad Nacional de México, se convierte en un instrumento de planificación estratégica, ya que es una herramienta modular, abierta y adaptable a la información heterogénea recogida por los múltiples sectores interesados en la bioenergía: silvicultura, agricultura, forestoindustria y agroindustria. WISDOM no se reduce la necesidad de recopilar datos, sino que recalca que su fiabilidad depende de la cantidad y calidad de datos disponibles. Los datos locales ayudan también a definir los vacíos específicos de información que perturban el análisis. Una vez consolidada la base de datos, la metodología permite, una visión global del sector bioenergético en el país y ayuda a determinar áreas prioritarias para la intervención y nuevas iniciativas de generación de bioenergía, además de aportar información esencial para la ordenación sostenible de los recursos biomásicos y permite concentrar las acciones en objetivos definidos, facilitando así el uso óptimo de los recursos humanos, institucionales, y financieros disponibles (Drigo et al.)<sup>5</sup>.

Los modelos de producción y de consumo de biomasa para energía y su influencia social, económica y medioambiental, son específicas en cada país, área o región. Por lo que, una generalización de la situación bioenergética puede llevar a conclusiones erróneas y planeamientos ineficaces. Por esta razón es necesario un análisis de las fuentes desde la confiabilidad de los datos y su implementación geoespacial, para poder evaluar el uso actual de la biomasa como combustible (demanda) y la oferta de este recurso y generar políticas de uso, gestión y desarrollo sustentable.

---

<sup>5</sup> Woodfuels integrated supply/demand overview mapping. WISDOM. A methodological approach for assessing woodfuel sustainability and supporting wood energy planning. Maserà O. R. Drigo R., Trossero M. A. FAO FAO, Rome, Italy, 2003.

**DESARROLLO DE WISDOM ARGENTINA**

De acuerdo al planteo metodológico de WISDOM:

- Se utilizó bases de datos geo-referenciadas relacionadas con el recurso biomásico. Estas bases de carácter social, demográfico, productivo y de estado actual del recurso, fueron integradas en el marco de un Sistema de Información Geográfica.
- Se seleccionó una unidad espacial mínima del análisis a nivel sub-nacional.
- Se creó un marco modular, abierto y adaptable que integró la información más importante, proveniente de fuentes múltiples, relacionadas con la bioenergía.
- Se realizó un análisis comprensivo del estado actual del recurso desde la oferta y la demanda de los diferentes sectores.

Una vez seleccionada la base espacial mínima, se comienza con la elaboración de diferentes bases de datos que conformaron el "módulo de demanda" y el "módulo de oferta"

**Módulo de demanda**

Algunas de las variables introducidas en este primer módulo pueden observarse en el cuadro siguiente.

| CUADRO 1. Variables que pueden utilizarse en el módulo de demanda  |   |
|--|---|
| Variable   | Desglose deseable   |
| <b>Consumo de combustible leñoso en los hogares</b><br>Uso de combustible per cápita<br>Número de usuarios en tiempo t   | Tipo de combustible (leña, carbón vegetal, etc.)<br>Población urbana/rural<br>Combinación de combustibles<br>Unidad administrativa mínima de análisis |
| <b>Consumo de combustible biomásico por usuarios industriales y comerciales</b><br>Uso de combustible por unidad de producto<br>Número de usuarios en tiempo t | Tipo (y tamaño) de las industrias<br>Unidad administrativa mínima de análisis   |
| <b>Densidad de usuarios</b><br>Porcentaje de usuarios<br>Usuarios por Km2  | Urbanos/rurales<br>Domésticos/industriales<br>Sólo combustibles leñosos/múltiples combustibles  |
| <b>Tasa media anual de crecimiento de consumo/usuarios</b>   | Urbanos/rurales<br>Domésticos/industriales<br>Sólo combustibles leñosos/múltiples combustibles  |
| <b>Arraigo del consumo</b><br>En los grupos culturales<br>Según el nivel de ingresos   | Grupos étnicos<br>Grupos de ingresos por población urbana/rural   |

Alguno de los inconvenientes que se encontraron a la hora de la elaboración del módulo de demanda fueron:

- Los datos del consumo biomasa en los hogares, suelen venir de censos, lo que se considera un consumo formal, pero también existe el denominado

"consumo informal", el cual debe de ser contabilizado de forma indirecta, o a partir de encuestas en distintas zonas o mediante la extrapolación de datos bibliográficos proveniente de estudios de caso, teniendo en cuenta, el número de hogares con Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI), nivel de accesibilidad de la población a otro tipo de fuentes de energía y la localización de comunidades Indígenas, donde el arraigo al uso de los recursos biomásicos como combustible es alto.

- El conocimiento, de la utilización de este tipo de energía, por parte del sector industrial depende del grado de desarrollo de cada industria y del emplazamiento de las mismas. Por ejemplo, en Argentina, el sector yerbatero y de té, utilizan leña en el secado de la producción, es un tipo de industria se localiza en una zona donde no existe acceso a otras fuentes de energía alternativa, pero al ser una industria importante, si que se tiene datos sobre el consumo de leña con este fin. Otro caso es el de la industria del ladrillo, que también utiliza dendroenergía en sus procesos, se encuentra dispersa en todo el país, existen un gran número de hornos ilegales o no censados y no se tienen datos de la cantidad de leña que utilizan en sus procesos productivos. Lo mismo ocurre con el sector comercial (restaurantes, parrillas, hornos de pan, etc.)

## Módulo de oferta

El Módulo de oferta, está conformado por distintas capas, en las que se contabilizó la biomasa disponible para usos energéticos de las plantaciones forestales, el stock disponible del bosque nativo basado en el crecimiento mínimo, medio y máximo anual y la accesibilidad al recurso tanto física (caminos, vías de comunicación, etc.) como legal, según el grado de protección en las diferentes zonas. Otras capas de información que se incorporaron en este módulo fueron las derivadas de las actividades de poda y raleo de las plantaciones forestales y de cultivos leñosos como la vid, olivo y frutales, los residuos derivados de la agroindustria, como cáscaras de maní, cáscara de arroz, carozo de frutales, orujo de oliva y de uva, cáscaras de cítricos, RAC y bagazo de la caña de azúcar, licor negro, etc., así como la potencialidad de utilizar biogás proveniente de tambos, granjas de cerdos, etc. Se contabilizan todos aquellos residuos que actualmente no son utilizados con otros fines y que su gestión actual es un inconveniente económico y medioambiental para cada industria. En el cuadro 2 se muestran diferentes capas y nivel de información que pueden incorporarse a este módulo.

Algunos de los inconvenientes que se encontraron en el módulo de oferta, fueron por ejemplo, el tener que recurrir a clasificaciones de usos de la tierra globales realizados a partir de clasificaciones de imágenes de satélite de baja resolución, inventarios forestales en los que no se detalla la composición arbórea o no están presentes clasificaciones fito-geográficas, inventarios tanto de bosque nativo o implantado, no actualizados.

Respecto a la contabilización de biomasa procedente de las actividades agropecuarias, hay que tener en cuenta, la productividad en las diferentes áreas agroecológicas, la valorización de los productos agrícolas en los mercados internacionales, sobre todo en aquellos no leñosos (arroz, algodón, maní, etc.), ya que la variación de los precios en el mercado internacional hace que el productor

opte por un cultivo u otro, sobre todo cuando en los diferentes países no existe una política agraria encaminada al mantenimiento de la producción de determinados cultivos.

| Cuadro 2. Variables que pueden utilizarse en el módulo de oferta.            |   |   |
|--|---|---|
| Variable   | Desglose deseable   | Posibles fuentes de información   |
| Clase de uso de la tierra y cubierta vegetal                                 | Deben considerarse todas las clases de uso de la tierra y cubierta vegetal  | Estudios nacionales, por ejemplo, los mapas AFRICOVER en África utilizando el Sistema de clasificación de la cubierta vegetal de la FAO (FAO, 2000)   |
| Cambios en el uso de la tierra y la cubierta vegetal                         | Evítense las tasas escuetas de deforestación; las transiciones de la cubierta vegetal (utilizando matrices de transición de la cubierta vegetal) son idóneas para este tipo de análisis.  | Estudios puntuales nacionales, estudios en gran escala, como la Evaluación de los recursos forestales mundiales realizada por la FAO mediante teledetección (FAO, 1996, FAO, 2002); el estudio de alta resolución TREES II (Achard et al., 2002). |
| Reservas de biomasa leñosa por uso de la tierra y cubierta vegetal           | Reservas de biomasa por cada clase de uso de la tierra y cubierta vegetal, incluidas tierras de cultivo, malezas, etc.  | Datos de inventarios forestales (volumen de la biomasa total); inferencia y extrapolación a partir de estudios detallados.  |
| Producción media de biomasa por clase de uso de la tierra y cubierta vegetal | Índices de productividad para todas las clases de uso de la tierra y cubierta vegetal   | Datos de inventarios forestales (rendimiento de la biomasa total); inferencia y extrapolación a partir de estudios detallados; distinción de zonas agroecológicas   |
| Accesibilidad  | Áreas inaccesibles por razones jurídicas (por ejemplo, zonas protegidas) y por razones físicas (terreno escarpado, distancia).  | Mapas nacionales o internacionales de zonas protegidas, como los de la Unión Mundial para la Naturaleza (UICN); modelos (físicos) de terrenos (por ejemplo, productos derivados del Mapa digital del mundo [ESRI, 1993]).                         |
| Residuos derivados de las actividades agroindustriales                       | Se realizarán las cadenas de cada producción con la finalidad de determinar el residuo disponible para cada actividad. Localización geográfica de cada industria por actividad, con datos de producción anual para determinar el volumen de residuos en cada unidad mínima elegida. Estos datos se contabilizan en toneladas y pueden ser transformados en energía equivalente. | Estudios regionales de cada cadena productiva, censos nacionales, Ministerio de la Producción, etc.   |

### Módulo de Integración

Tras confeccionar los módulos de demanda y oferta en el SIG, el paso siguiente fue formular variables que integren la información de ambos módulos. Para ello se combinaron las variables relativas a consumo y oferta de combustibles biomásicos que han sido sistematizadas para cada unidad administrativa mínima de análisis. Se designaron diversos indicadores o variables o indicadores para analizar los efectos combinados de la oferta y la demanda.

La selección de indicadores se decidió caso por caso, según la disponibilidad y la exactitud de los datos:

- déficit de combustibles biomásicos = [oferta – demanda] < 0;
- presión potencial sobre fuentes de combustibles biomásicos = [demanda ÷ total de fuentes accesibles].

Estrictamente hablando, son áreas deficitarias en combustibles las que tienen valores negativos. Pero como es difícil obtener información precisa sobre

oferta y demanda, podrían definirse diferentes umbrales para considerar como áreas deficitarias las que tengan valores próximos a cero.

La presión potencial sobre las fuentes de combustibles leñosos y biomásicos (naturales y plantaciones) se da en toneladas (o metros cúbicos) por hectárea y año, lo que da idea del promedio de producción local de leña necesario para atender a la demanda.

En zonas donde la demanda resultó superior a la producción normal de leña en la zona, puede presuponerse una gran presión sobre las fuentes de productos leñosos y biomásicos. (Drigo et al.)

## Producto final del WISDOM

Se obtuvo un producto, especialmente georreferenciado, que permite una visión holística del sector bioenergético en el país o región analizada, ayudando a localizar aquellas áreas de intervención prioritaria, en las cuales la sobreutilización de este recurso energético, conllevaría al deterioro y agotamiento del mismo.

Este producto unifica los datos de diversas fuentes relacionadas con el sector bioenergético pudiendo localizar los vacíos o faltantes de datos y lograr así una armonización de las bases de datos para obtener una información más fidedigna.

Promueve la colaboración intersectorial (sector agrícola, ganadero, forestal e industrial), con los entes gubernamentales, actores sociales y de desarrollo rural, procurando una gestión integrada de los recursos bioenergéticos. Permite acciones concretas que optimizan el uso de los recursos disponibles y el desarrollo del sector bioenergético.

## Marco regulatorio argentino respecto al aprovechamiento de recursos bioenergéticos

A nivel nacional, las principales acciones tendientes al fomento y desarrollo de la bioenergía se pueden sintetizar en los siguientes aspectos,

- **Ley N° 26.190/06. Fomento para el uso de las fuentes renovables de energía destinadas a la producción de energía eléctrica.** La Ley propende a la diversificación de la matriz energética Nacional favoreciendo el uso de energías renovables y contribuyendo a la mitigación del cambio climático. Declara de interés Nacional la generación de energía eléctrica en base a fuentes renovables con destino a la prestación del servicio público y establece una meta a alcanzar del OCHO POR CIENTO (8%) en la participación de las energías renovables en el consumo eléctrico Nacional en un plazo de DIEZ (10) años.

Para ello, se establecen un conjunto de beneficios impositivos aplicables a las nuevas inversiones en emprendimientos de producción de energía eléctrica, así como la remuneración a pagar por cada kilovatio hora efectivamente generado

por las diferentes fuentes ofertadas que vuelque su energía en el Mercado Eléctrico Mayorista (MEM) y/o estén destinadas a la prestación de servicio público.

- **Ley 26.093. Biocombustibles.** Régimen de Regulación y Promoción para la Producción y Uso Sustentables de Biocombustibles, estableciendo un régimen especial para incentivar su producción y uso en el país. Para eso se instituye una serie de beneficios promocionales como deducciones y tratamientos impositivos y tributaciones especiales en relación a las vigentes. Se promocionan por la norma el biodiesel, el bioetanol y el biogás. Se define la obligatoriedad de la participación del biodiesel y el bioetanol en los combustibles diesel y naftas comercializadas en un porcentaje del 5 % a partir de 2010. El 20 de diciembre fue reglamentado bajo decreto 109/2007.
- **Ley 26.334. Régimen de Promoción de la Producción de Bioetanol.** Se aprueba dicho régimen con el objeto de satisfacer las necesidades de abastecimiento del país y generar excedentes de exportación, impulsando la conformación de cadenas de valor mediante la integración de productores de caña de azúcar e ingenios azucareros en la fabricación de bioetanol.

Adicionalmente, los avances en el marco regulatorio pueden presentarse bajo el siguiente esquema:

**Secretaría de Energía y Minería.** El 26/7/2001 se creó mediante Resolución 129/2001 que determina los requisitos de calidad que debe poseer el biodiesel puro (B100). El 4/11/2001, mediante Decreto 1396/2001, se establece el plan de competitividad para el combustible biodiesel. Este decreto exime al biodiesel del Impuesto a la Transferencia de Combustibles (por diez años) a nivel nacional, y de los impuestos a los Sellos, Ingresos Brutos e Inmobiliario, a nivel provincial. El 14/05/2008 la Secretaría de Energía dictó la Resolución 280/2008 habilitando a los prestadores del Servicio Público de Distribución a ofrecer al OED, la operación de unidades de generación hidroeléctrica de hasta 2 MW, que no se encuentren actualmente habilitadas para la operación comercial, Plantando dos alternativas para su operación.

**Secretaría de Desarrollo Sustentable y Política Ambiental.** El 8/8/2001, mediante Resolución 1076/2001, se crea el Programa Nacional de Biocombustibles relacionado con la problemática del cambio climático.

**Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos.** El 10/11/2004 se creó mediante Resolución 1156/2004 el Programa Nacional de Biocombustibles.

Resulta conveniente destacar, que de la legislación vigente a nivel nacional surgen diversas iniciativas por parte de las provincias. Es decir, a los instrumentos legislativos se suman acciones de los poderes ejecutivos heterogéneas de acuerdo a las provincias involucradas. Los criterios de promoción también apuntan a diferentes objetivos.

**Bases para el Planeamiento Estratégico del aprovechamiento de recursos biomásicos**

Los sectores energéticos constituyen por sí mismos una parte muy importante de la actividad económica. No obstante, su mayor relevancia reside en que suponen servicios imprescindibles para la vida diaria de la población, representando un elemento determinante de calidad de vida, y en que incorporan un valor estratégico innegable al resto de los sectores de la economía, en los que por su naturaleza constituyen un factor determinante de su propia competitividad. No hay duda de que la energía debe constituir un elemento dinamizador del resto de la economía y nunca llegar a convertirse en obstáculo para su crecimiento. Por ello, el suministro energético en condiciones óptimas de seguridad, calidad y precio es un objetivo irrenunciable en la definición de una política energética.

Es en este contexto en el que se debe situar la verdadera dimensión de la tarea de previsión de las necesidades energéticas futuras y de las acciones que es necesario llevar a cabo no solo para asegurar su debida atención, sino hacerlo de manera tal, que la misma resulte sustentable dentro de una política energética nacional.

Actualmente, un proceso de planificación estratégica obedece a unos principios que permiten la compatibilización de la iniciativa privada con la obtención del mejor sistema desde el punto de vista del conjunto del sistema energético nacional, y éste es, sin duda, el mejor modelo para procurar un escenario energético sustentable. En definitiva, este proceso tiene la finalidad de encauzar, racionalizar y someter a previsión la actividad energética, en función de aquello que se considera necesario para el conjunto del país y permita sentar las bases de un crecimiento económico estable y sostenido.

Este tipo de procesos de planificación se efectúan constantemente en todos los ámbitos de la economía, sin embargo en el ámbito energético presenta ciertas particularidades. En efecto, la infraestructura que da soporte a la actividad y las acciones de exploración y explotación de recursos requieren un largo período de maduración desde que se identifica la necesidad hasta su puesta en funcionamiento u obtención de resultados. La antelación y la constante adaptación de las previsiones a la realidad, como se dijo anteriormente se convierte en parte imprescindible de la planificación.

El proceso de planeamiento involucra a todas las formas de energía, entendiéndose que la diversificación de las fuentes, la investigación, el desarrollo de nuevas tecnologías y fuentes de energía y el manejo estratégico de los recursos constituyen elementos claves en la evolución del sector energético nacional.

La dotación y experiencia en el manejo de los recursos biomásicos verifican la potencialidad del desarrollo de la bioenergía en la Argentina. Sobre este aspecto, cobra relevancia el avance hacia un proceso de planificación bioenergética que permita generar las condiciones que encausen la sustentabilidad energética de la Argentina en el marco de un manejo sustentable de los recursos biomásicos.

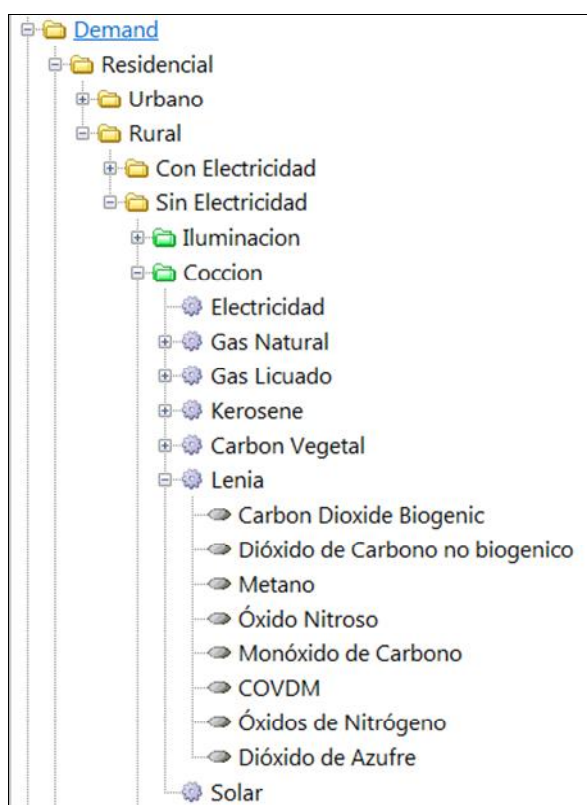
**Los recursos biomásicos en la construcción de escenarios energéticos**

La modelización se constituye en una herramienta fundamental para el planeamiento, de acuerdo a su capacidad de parametrizar, optimizar y/o simular el funcionamiento del sector.

El Sistema de Planificación de Alternativas Energéticas de Largo Plazo (LEAP<sup>6</sup>) es la herramienta adoptada actualmente para modelar energéticos y ambientales. Sus escenarios se basan en balances integrales sobre la forma en que se consume, convierte y produce energía en una región o economía determinada, según una gama de hipótesis alternativas de población, desarrollo económico, tecnología, y otras características. Dada su flexible estructura de datos, LEAP permite realizar análisis tan ricos en especificación tecnológica y detalles de consumo final como lo decida el usuario, por lo tanto este modelo de simulación se enmarca en lo que conceptualmente se denominan modelos analíticos del tipo "bottom-up".

El LEAP al ser un modelo de simulación del tipo "What If", permite mayor flexibilidad a este nivel y además pone de manera más explícita las funciones principales del Estado, dado que con este tipo de abordaje metodológico se podrán identificar las acciones a implementar para poder alcanzar los objetivos definidos por la política energética, como por ejemplo: precios relativos, subsidios (si fuera el caso), promoción de las fuentes, entre otras.

Nivel de Emisiones del sector residencial



LEAP, Grupo de Planeamiento Estratégico. SE.

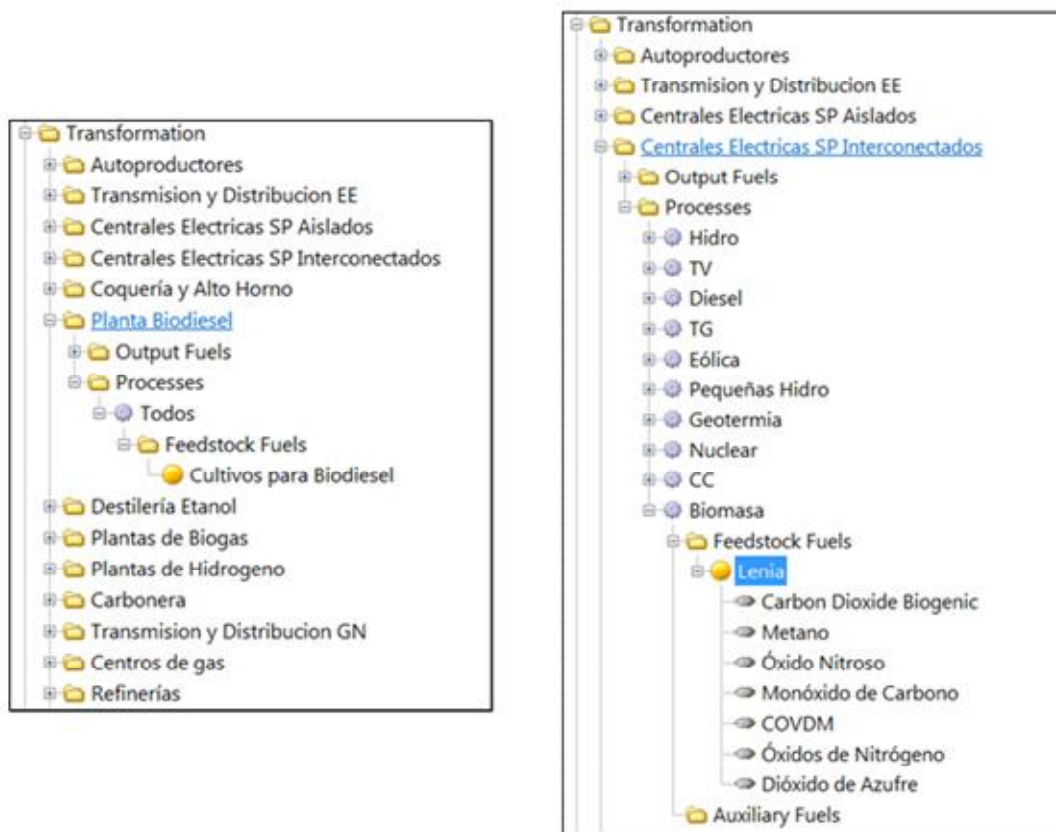
<sup>6</sup> Long-range Alternatives Planning System. Stockholm Environment Institute. [www.sei-us.org](http://www.sei-us.org)

Adicionalmente, se puede realizar la prospectiva de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), provenientes de la demanda final de energía. El análisis medioambiental se encuentra básicamente enfocado al impacto que podría provocar cada uno de los escenarios analizados en lo que se refiere a emisiones de estos gases. Para ello LEAP cuenta con bases de datos ambientales que contienen los factores de emisión específica relevados en la Segunda Comunicación sobre Cambio Climático, recientemente realizada en la República Argentina.

Considerando los distintos requerimientos para cubrir las necesidades de cada tipo de demanda, se determinará la evolución de la oferta que permita su abastecimiento de acuerdo a un conjunto de condiciones que se fundamenten en umbrales tecnológicos, económicos y de dotación de recursos.

En este sentido, el cálculo del rendimiento de recursos biomásicos u otras formas de energías renovables podrá ser modelado especificando tanto los requerimientos anuales de energía como la disponibilidad anual en términos de unidad de área requerida para la satisfacción de determinada demanda y restricciones implicadas en para su aprovechamiento, mediante la construcción de distintos escenarios de políticas de sustentabilidad energética.

Estructura de la Oferta



LEAP, Grupo de Planeamiento Estratégico. SE.

Numerosos factores pueden determinar la inaccesibilidad a los recursos biomásicos determinando que su accesibilidad sea menor al 100%. Primero, los recursos biomásicos pueden estar lejos de los centros de demanda o redes de transporte. Segundo, restricciones legales o topográficas pueden restringir el acceso y/o la disponibilidad del recurso. Finalmente, las herramientas de recolección utilizadas pueden no ser aptas para el aprovechamiento total de los especímenes vegetales.

Por lo tanto, los distintos umbrales de disponibilidad de biomasa de acuerdo a tres factores mencionados. Por lo tanto cada umbral es definido como:

$$D = AL \times AT \times AM$$

Donde,

*D= Disponibilidad*

*AL = Accesibilidad desde localidad/red vial*

*AT= Accesibilidad según topografía*

*AM=Accesibilidad según manejo tecnológico*

Al momento se cuenta con algunas proyecciones de la demanda desarrolladas para Grupo de Planeamiento Estratégico dependiente del Consejo Asesor de Estrategia Energética por la Fundación Bariloche. En ellas, para poder identificar los impactos de diferentes políticas públicas, se desarrollaron dos escenarios energéticos: un Escenario Tendencial y otro Estructural para el periodo 2004 - 2025. El escenario tendencial consiste en una descripción de cómo evolucionará el sistema energético en el futuro en ausencia de nuevas y explícitas políticas de cambios estructurales, salvo las ya previstas. El escenario estructural incorpora los efectos esperados de políticas de promoción de la sustentabilidad y eficiencia en la asignación y uso de los recursos energéticos del país.

A futuro, los datos obtenidos mediante la metodología de análisis espacial WISDOM permitirán desarrollar escenarios que brinden que den lugar a una modelización viable de la planificación energética en línea con el uso sustentable del recurso biomásico.

## **Aprovechamiento energético de recursos biomásicos.**

Los recursos biomásicos se componen de materia orgánica (Biomasa) que puede ser transformada en energía. Esta biomasa puede ser obtenida a partir de recursos o residuos de origen forestal, agrícola, pecuario o agro industrial.

Su aprovechamiento energético puede resultar del uso directo para la generación de calor o bien de forma indirecta para producción de biogás y/o electricidad.

Entre los usos más tradicionales de la biomasa se encuentran los primeros que implican el uso de la leña y el carbón vegetal para la cocción de alimentos, calefacción y calentamiento de agua.

La generación eléctrica se lleva a cabo mediante procesos bioquímicos y termoquímicos. A través del primero se obtiene biogás, en tanto que del segundo se obtienen gas pobre y vapor, estos pueden ser aprovechados en motores de combustión interna, para la obtención de energía mecánica y la generación eléctrica.

**Metodología para la evaluación energética de los recursos biomásicos.**

La base económica de extensas regiones de los países en desarrollo, entre los cuales se encuentra Argentina, está sustentada en gran medida por producciones primarias, donde predominan los cultivos alimenticios e industriales, el aprovechamiento de bosques, la producción agroindustrial de alimentos, bebidas, tabaco, manufacturas textiles y de la madera, las principales actividades económicas relacionadas consisten esencialmente en los procesos de transformación de estos productos primarios.

Un análisis preliminar de dichos procesos permite evaluar que en muchos casos existen residuos y/o subproductos biomásicos no utilizados y que constituyen problemas de disposición con un significativo impacto ambiental, social y económico.

Por su parte, en general los procesos productivos distan de estar optimizados en referencia a su consumo energético: existen subproductos combustibles que no son utilizados, energía calórica residual no aprovechada y posibilidades de autogeneración y cogeneración no contempladas.

**Evaluación económica financiera de las alternativas de generación.**

A continuación se detallan las alternativas de generación con residuos biomásicos

| PROCESOS TERMOQUIMICOS |   | PROCESOS BIOQUIMICOS       |            |
|------------------------|---|----------------------------|------------|
| COMBUSTION             | CALOR<br>ELECTRICIDAD                                 | FERMENTACION<br>ALCOHOLICA | METANOL    |
| GASIFICACION           | GAS POBRE<br>GAS DE SINTESIS                          | ESTERIFICACION             | METILESTER |
| PIROLISIS              | CARBON VEGETAL<br>ACEITE DE PIROLISIS<br>BREA VEGETAL | DIGESTION<br>ANAEROBICA    | METANO     |

Fuente: Consejo Mundial de la Energía (WEC).

Si bien cada proyecto tiene sus características y particularidades propias que lo hacen único, se puede hablar de costos de instalación en un rango de 900 / 2.900 U\$/Kw, para un factor de planta del 80% y un costo de generación del orden de 3/8.5 centavos U\$/Kwh.

Deberá tomarse en cuenta para un buen análisis económico-financiero, los siguientes beneficios:

- Precios de venta de energía al MEM.
- Beneficios de la Ley N° 26.190, de Fomento para el uso de Fuentes Renovables de Energía en la Producción de Energía Eléctrica.
- Beneficios por ingresos que tendría por acceder al Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL).
- Por concepto de Externalidad, se incorpora un valor adicional por el impacto económico sobre la salud de los contaminantes producidos por alternativas de generación térmica convencional.
- Los costos de combustibles a reemplazar para un proyecto de esta naturaleza, serán los de aquellos combustibles que cubren la demanda energética a suplantar, fuel oil, gasoil, gas natural o los precios de la energía en el mercado; valores a nivel internacional y de continua fluctuación.

**Caso de aplicación: Localización y estudio de factibilidad de la instalación de un proyecto de generación con biomasa en las provincias de Corrientes y Misiones.**

Dentro del Proyecto de Energías Renovables en Mercados Rurales Dispersos (PERMER), desarrollado dentro del ámbito de la Secretaría de Energía de la Nación, se realizó el "Estudio de Evaluación de los Recursos de Biomasa en las Provincias de Misiones y Corrientes. Localización y Estudio de Factibilidad de la instalación de un proyecto de Generación".

El estudio desarrolla actividades de estimación del potencial, la viabilidad económica y financiera y las barreras existentes para la utilización energética de los recursos de biomasa en las provincias de Misiones y Corrientes, como así también la evaluación de oportunidades y la determinación de la localización y características de potenciales instalaciones piloto en cada una de las provincias, teniendo en cuenta sus aspectos institucionales, tecnológicos, ambientales y sociales.

En la etapa final del estudio, se identifican y seleccionan sitios aptos para la implementación de proyectos de generación eléctrica a partir de biomasa para abastecer poblaciones rurales dispersas para las que no exista ni sea factible el suministro por red, se identifican las opciones tecnológicas disponibles para la generación de electricidad a partir de biomasa forestal y/o de residuos agropecuarios disponibles en dichos sitios, y se realiza el diseño y estudio de factibilidad de dos proyectos de generación de energía basados en recursos y/o residuos de biomasa energéticamente aprovechables, bajo condiciones de suministro y manejo óptimos.

## **Metodología**

### **1. Identificación de las opciones tecnológicas.**

*La identificación de las opciones tecnológicas disponibles para la generación de electricidad a partir de recursos y/o residuos de biomasa, se ajustan inicialmente a los siguientes criterios de selección:*

- *Tecnologías con posibilidad de aplicación en una gama de potencia eléctrica de entre 5 y 100 kWe para los proyectos piloto. También se analizan tecnologías aplicables entre 5 y 20 Kw, para su uso en eventuales sitios donde existan grandes concentraciones de residuos (explotaciones foresto-industriales de mayor envergadura).*
- *Tecnologías que se encuentren disponibles comercialmente.*
- *Tecnologías que presenten una confiabilidad comprobada*
- *Costos de inversión y de operación.*
- *Disponibilidad en el mercado (tanto para la compra inicial del equipamiento como así también para la provisión del material necesario para su mantenimiento).*
- *Necesidades de mantenimiento y costos del mismo (nivel de automatización, frecuencia de las intervenciones, procedimientos y materiales necesarios)*
- *Vida útil del equipamiento*

### **2. Potencial de utilización de biomasa en ambas provincias.**

*La actividad de evaluación del potencial de utilización de biomasa para energía en ambas provincias tiene dos componentes:*

- *Recopilación y análisis de datos generales para la evaluación del potencial de recursos y/o residuos de biomasa disponibles para su utilización energética.*
- *Análisis localizado del potencial de biomasa para el suministro eléctrico a comunidades aisladas*

## Conclusiones

*El presente estudio constituye un importante punto de partida hacia una sistematización y georreferenciación de la situación actual y potencial de la biomasa en el país. Es decir, consolidar políticas de fomento para la generación de bioenergía, a partir de materias primas agrícolas y forestales nacionales. La misma debe ser complementada con otros estudios que contemplan diversos vectores energéticos gaseosos, líquidos y sólidos. Por supuesto, éste es solo un inicio. Las decisiones finales deberán estar sujetas y complementadas con otros estudios.*

*La información referida a lugares específicos sobre el territorio nacional permitirá consolidar políticas de fomento para la generación de bioenergía, a partir de materias primas agrícolas y forestales nacionales.*

*A partir de los mapas que pueden generarse con la base de datos desarrollada mediante el aporte de los organismos involucrados, es posible avanzar sobre estrategias bioenergéticas más precisas e identificar la viabilidad de proyectos específicos.*

*La información referida a lugares específicos sobre el territorio nacional permitirá consolidar políticas de fomento para la generación de bioenergía, a partir de materias primas agrícolas y forestales nacionales. Como un principio básico de este enfoque, se destaca la necesidad de que el uso de los recursos naturales, suelo y agua para la producción de bioenergía, no debería afectar su disponibilidad, ni entrar en competencia con la producción de alimentos para el consumo interno y de exportación.*

*Cabe señalar además que la realización de este proyecto permitió establecer un grupo interinstitucional y multidisciplinario muy valioso que valdrá la pena reforzar y complementar con actividades de seguimiento a nivel nacional y provincia. Uno de las actividades a considerar para futuras iniciativas es el mejoramiento de los datos e informaciones existentes las cuales son en muchos casos inexistente y en otras requieren un laboriosa tarea de verificación.*