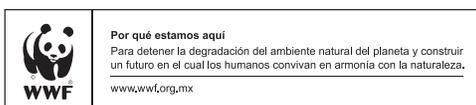




El Proyecto Mixteca fue creado por iniciativa y gestión de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) ante el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF por sus siglas en inglés), a través del programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), en coordinación con el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF), la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), y la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

De este modo, el Proyecto Mixteca es el resultado del trabajo conjunto de varias instituciones que logra sus objetivos con la participación y decisión de las comunidades, el apoyo de las instancias de investigación y las organizaciones de la sociedad civil, así como con el respaldo de los tres niveles de gobierno.





Proyecto financiado por el

FONDO PARA EL MEDIO AMBIENTE MUNDIAL
INVERTIMOS EN NUESTRO PLANETA



Proyecto

Implementación de la herramienta de evaluación WISDOM, Woodfuel Integrated Supply/Overview Mapping en el área de influencia del Proyecto Mixteca.

MX085600

Reporte actualizado de oferta y demanda de leña en el área de influencia del Proyecto Mixteca por municipios



Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropriada A. C.

(GIRA)

Responsables del Reporte: M.en C. Montserrat Serrano M.
M. en C. René D. Martínez Bravo

20 de agosto de 2014



Tabla de contenidos	Página
Introducción	4
Estudios de Oferta y demanda de leña en México	5
Métodos	6
	7
	10
Resultados	11
	13
Conclusiones	18
Bibliografía	18



Listado de Tablas y Figuras

	Página
Figura 1.	12
Figura 2.	14
Figura 3.	16
Tabla 1.	7
Tabla 2.	13
Tabla 3.	15
Tabla 4.	17



Introducción

A nivel mundial, alrededor del 60% del total de la madera extraída de los bosques tiene un propósito energético equivalente a 50.3 EJ aproximadamente (Trossero 2002, Chum et al., 2011). La leña como fuente de combustible tradicional para cocinar y como fuente de calor aporta 30.7 EJ de los 50.3 EJ mundiales, proveniente de los países en desarrollo principalmente (Chum et al., 2011).

En México, el principal uso de la leña es para cocinar en dispositivos tradicionales a fuego abierto (Díaz, 2000), y en estufas eficientes de leña (Maser et al., 2005) sobre todo en las zonas rurales del país en donde se pueden clasificar a los usuarios como exclusivos en el uso de leña o mixtos al combinar las fuentes energéticas para cocinar y producir calor (Díaz 2000).

La oferta de leña ha sido un tema de interés desde la década de los años 70's cuando entonces se pronosticaba que el consumo superaría la demanda (Eckholm, 1975) en países como México, por lo que era necesario plantear alternativas que evitaran una potencial crisis de abasto derivada del aumento poblacional y la degradación forestal. Emergieron entonces, diversos programas de gran escala que incluían la promoción de plantaciones energéticas, difusión y construcción de estufas eficientes, y la promoción de combustibles modernos; todos en conjunto para evitar una escasez de leña mundial (Ghilardi, 2008).

En los últimos 20 años de investigación y la experiencia acumulada, han permitido refutar las premisas sobre la crisis generalizada de la leña y plantean que los enfoques a niveles de agregación de informaciones generales no son los más recomendables para estudios de este tipo, porque las relaciones entre la oferta y demanda de leña son muy heterogéneos y responden a factores específicos de escalas espaciales y de contextos sociales complejos (Ghilardi, 2008). Otro tipo de resultados de las investigaciones en la última década, han desarrollado modelos mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica los cuales permiten localizar áreas distantes que pueden volverse críticas debido al consumo de leña y en este caso, ocasionar problemas de degradación y deforestación (Maser et al., 2005b).

En la actualidad y de manera global se ha identificado otro tipo de problemas relacionados a la leña. Uno de los más importantes es la ausencia de información fiable de las estadísticas, de consumo a diferentes niveles de escala con enfoque top-down o viceversa. Otro no menos importante y estrechamente ligado al anterior, es la determinación espacialmente explícita de la distribución de la oferta de leña en los bosques naturales de la mayoría de los países que usan leña. La carencia de este tipo de información impide la generación de proyecciones de distribución espacial futuras, lo cual es fundamental para el diseño de políticas efectivas (Serrano Medrano et al., 2014).



Los procesos de manejo de la leña por parte de los grupos sociales, son responsables en parte de la falta de estadísticas confiables porque la mayoría de los casos de estudio argumentan que gran parte de la leña cosechada se realiza en lugares apartados, los cuales no forman parte de las bases de datos nacionales, al vez que no forman parte de las cifras del mercado, y otro dato ausente proviene de la cosecha ilegal de madera en lugares no permitidos para producir leña y carbón (UNECE/FAO 2012).

Estudios de Oferta y Demanda de leña en México

En México como en muchas partes del mundo, los estudios sobre el tema de la leña aterrizaron bajo la misma perspectiva mundial formulada en la década de los 70's. A partir del flujo de fondos económicos de ayuda, se realizaron numerosos estudios en los que se trataba de validar el modelo que consideraba la demanda leña como el producto entre el consumo *per cápita* y la población total (Ghilardi, 2008). Los resultados derivados del modelo permitieron identificar que la oferta de leña para uso residencial además de ser específica para un área o sitio, es una función del acceso físico, legal y técnico a la oferta potencial (Masera, 1994).

Una breve semblanza de los estudios sobre la leña puede iniciar con la determinación de las cantidades de leña consumidas a nivel de las comunidades de México. En este sentido, los estudios a nivel nacional identificaron a aquellas áreas donde la leña dejaba de ser abundante y se volvía un recurso limitante y detonante de problemas sociales y ambientales por la carencia de un sustituto energético. Bajo este contexto Masera (1993) y Masera et al. (1997) identificaron regiones en los estados del centro y sur de México como prioritarios y en los cuales la cosecha de la leña generaba efectos negativos para la conservación de los recursos forestales aunado a la poca productividad forestal.

Masera et al. (2010), establecen que la estimación del consumo de leña en México es difícil. De acuerdo a sus resultados, se han identificado las siguientes variables: a) inexistencia de estadísticas oficiales confiables porque la mayor parte de la leña procede del auto abasto en las zonas rurales o proviene de un comercio informal; b) la gran multiculturalidad de México es directamente proporcional a la variación del consumo de leña y estrechamente ligado a las condiciones climáticas y al tipo de vegetación en cada región del país; c) no es posible desagregar los usos finales residenciales de la leña –cocción, calentamiento de agua y calefacción-, ya que los dispositivos tradicionales como los fogones de 3 piedras, se utilizan para los 3 propósitos, muchas veces de manera simultánea, y d) No se puede disociar el uso mixto de gas LP y de la leña; es decir, hay hogares que acceden al gas LP para cocinar y paralelamente continúan utilizando la leña, por diversas razones de las que destacan las económicas y las culturales.



Debido a la complejidad intrínseca de la evaluación del consumo de leña, se han realizado algunos estudios de caso con diferentes escalas espaciales para determinar el consumo específico en diferentes zonas del país bajo un esquema multiescalar que ha dejado claro que las cifras de consumo cambian conforme cambia la escala espacial. (Maser et al., 2005b) Se estima que la población que usa leña en México 22.5 millones, de los cuales 16.8 millones son usuarios exclusivos de leña y 5.7 utilizan adicionalmente el gas LP (Díaz 2000).

Es importante entonces, aumentar el grado de conocimiento a niveles específicos sobre el consumo de leña y explorar los patrones espaciales de su distribución y oferta por lo que este estudio se enfoca en determinar los patrones de oferta y demanda para la una región particular del Estado de Oaxaca: La Región Mixteca.

Métodos

Modelo WISDOM

El Wood Fuel Integrated Supply/Demand Overview Mapping (WISDOM) es una herramienta de planificación espacialmente explícito para determinar áreas prioritarias donde se realizan cosechas de leña e identifica aquellas, que pueden estar en riesgo por sobreexplotación y perder su capacidad de resiliencia natural (Maser et al. 2005).

El modelo WISDOM fue desarrollado por la FAO en colaboración con el Centro de Investigaciones en Ecosistemas de la UNAM, con la intención de desarrollar una herramienta y una metodología que provea una perspectiva amplia a nivel de paisaje de la disponibilidad de leña y de su consumo a partir de la integración de información forestal, energética y la socioeconómica. Los datos alimentan los módulos de oferta y demanda para realizar posteriormente la integración y proceso mediante un sistema de información geográfica, la combinación de los datos espaciales de la producción de biomasa y los datos de consumo de leña. El objetivo final del WISDOM es la valoración del uso sustentable de la leña como un recurso energético renovable (Maser et al. 2005).

La determinación del factor de No Renovabilidad de la Biomasa, (fNRB) es un insumo de gran importancia para estimar la oferta de leña del modelo WISDOM. El factor de acuerdo a Ghilardi et al. (2007) requiere estimar la cantidad de biomasa que puede estar disponible para propósitos energéticos en cada tipo de cobertura vegetal, la cual se puede considerar también como la oferta. Entonces se debe estimar el incremento de biomasa forestal de cada tipo de vegetación, que es diferente para cada bosque porque depende de la composición de especies, por la región climática, la distribución geográfica y otros factores ecológicos.



La productividad de biomasa media anual para los diferentes tipos de coberturas de vegetación se calculó a partir de datos de incrementos volumétricos de madera los cuales deben ser ajustados por los valores de densidad básica de la madera y de los factores de expansión de la biomasa (Tabla 1). La ecuación de productividad es la siguiente.

$$P = ICA * D * FEB$$

donde:

P = Productividad media anual de biomasa aérea, expresada en materia seca t.m.s. ha-1 año-1

ICA = Incremento medio anual de volumen de madera comercial, m3 ha-1 año-1

D = Densidad básica de la madera, t.m.s. m-3

FEB= Factor de expansión de biomasa para convertir el incremento neto anual a incremento de biomasa vegetal total aérea, sin unidades.

El incremento medio anual de la biomasa (ICA) es un parámetro, que para propósito de este estudio, se tomó del Cuarto Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (INE, 2009). La densidad de la madera, se refiere al peso específico de la madera anhidrida, la fuente de información al igual que la ecuación para estimar el FEB es el Manual de las Buenas Prácticas para el sector Uso de Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura (IPCC 2003).

Tabla 1. Valores de Productividad Disponible para leña (PDL).

Clase de vegetación	Incremento promedio anual del volumen de madera comercial (m3 ha-1 año-1)	Densidad básica de la madera (t.m.s / m3 volumen fresco)	Factor de expansión de la biomasa (FEB)	Productividad promedio anual de la biomasa aérea (t.m.s ha-1 año-1)
Bosque de coníferas -Primario-	7.2	0.46	1.4	4.7
Bosque de coníferas -Secundario-	6.2	0.46	1.4	4.1
Bosque de encino -Primario-	1.9	0.67	2.2	2.8



Bosque de encino -Secundario-	2.3	0.67	2.2	3.3
Bosque de pino-encino -Primario-	2.0	0.56	2.2	2.5
Bosque de pino-encino -Secundario-	2.4	0.56	2.2	3.0
Bosque mesófilo -Primario-	6.9	0.68	1.2	5.6
Bosque mesófilo -secundario-	5.1	0.68	1.2	4.1
Otros tipos -primario-	0.7	0.54	1.3	0.5
Otros tipos -Secundario-	0.7	0.54	1.3	0.5
Selva caducifolia -Primario-	2.6	0.58	1.7	2.7
Selva caducifolia -secundaria-	3.0	0.58	1.7	3.0
Selva espinosa -Primario-	1.5	0.63	1.7	1.5
Selva espinosa -Secundario-	1.9	0.63	1.7	2.0
Selva perennifolia -Primario-	5.4	0.64	1.7	5.9
Selva perennifolia -Secundaria-	4.6	0.64	1.7	5.0
Selva subcaducifolia -Primaria-	3.5	0.68	2.0	4.9
Selva subcaducifolia -Secundaria-	3.6	0.68	2.0	4.9
Vegetación hidrófila -Primaria-	4.5	0.83	1.3	4.7
Vegetación hidrófila -Secundaria-	4.3	0.83	1.3	4.5
Matorral xerófilo -Primario-	0.4	0.80	1.5	0.5
Matorral xerófilo -Secundario-	0.4	0.80	1.5	0.5

Fuente: (INE, 2009) y elaboración propia.

Una vez estimado el valor de PDL, la cantidad de leña que se puede obtener de manera sustentable (FWS) se estima de la manera siguiente:

$$FWS = PDL * Aa$$

donde,

FWS=Cantidad de leña obtenida de manera sustentable (t.m.s./año)

PDL=Productividad disponible para leña (t.m.s./ha/año)

Aa=Área accesible de bosque (ha)

La determinación del área accesible en el bosque para la obtención de leña conlleva un análisis por sí sola. El área accesible para obtención de leña depende de varios factores geográficos que facilitan o impiden esta tarea, por lo que el enfoque espacial se desarrolla a partir de la utilización de Sistemas de Información Geográfica.

Una manera para estimar la accesibilidad de un bosque desde una localidad, es mediante la obtención de un mapa de fricción. El mapa de fricción es una capa en la que cada píxel



representa la dificultad o facilidad de cruzarlo y se construyó a partir de las siguientes variables geográficas que interfieren con la capacidad de llegar al punto de obtención de la leña:

- a) Pendientes: calculadas a partir de un Modelo Digital de Elevación con resolución 250x250m del SRTM (Shuttle Radar Topography Mission). Pendientes bajas tienen poca fricción, pero conforme aumentan, la fricción también. Se consideró que 30° representa la inclinación máxima de accesibilidad.
- b) Vías de comunicación: éstas representan líneas que disminuyen la fricción. Todas las vías presentan una baja fricción, sin embargo, dependiendo el tipo se les asignó diferente valor. Para carreteras, la fricción es la menor; para terracerías, ligeramente mayor; y la accesibilidad de brechas y veredas se calculó dependiendo de la pendiente.
- c) Ríos: reclasificados en perennes (alta fricción) e intermitentes (baja fricción).
- d) Cuerpos de agua: alta fricción.

El mapa de fricción resultante, que integra los criterios asignados para cada variable mencionada anteriormente, es a su vez el insumo principal para la obtención del mapa de costo-distancia. El mapa de costo distancia se obtiene sobreponiendo el mapa de fricción a las localidades del país y su propósito es acumular las celdas de fricción a partir de las localidades. Este mapa expresa “qué tan fácil” es acceder a un área a partir de una ubicación dada (localidades). A diferencia de un mapa de distancia euclidiana, la accesibilidad en este caso no sólo está dada por la cercanía a la localidad, sino depende de las variables consideradas en el mapa de fricción (e.g. dos localidades muy cercanas pero divididas por un río se expresarían prácticamente inaccesibles entre ellas). Otra diferencia con respecto a un mapa de distancia euclidiana es que el mapa de distancia-costo no tiene unidades, pues la fricción está calculada a partir de valores arbitrarios.

El mapa de costo-distancia sirvió para estimar la superficie de vegetación accesible (área accesible) desde las localidades. Zonas con altos valores de distancia-costo se consideraron inaccesibles. Debido a que el mapa de distancia-costo carecía de unidades, había que establecer



un umbral para definir qué era accesible, y qué no. Para esto, se analizaron los valores de distancia-costo en los que se presentarían zonas de cultivo. Este criterio expresa en cierto modo “hasta dónde los pobladores pueden llegar” dentro de las zonas con cobertura vegetal cuando su propósito no es el de extraer madera de manera masiva, sino para leña. Debido a que se requería conocer los valores más altos de accesibilidad de estas zonas agrícolas, pero sin tomar los valores extremos, para permanecer en un rango conservador de zonas accesibles, se tomó el 3er cuartil como el valor de accesibilidad máxima de distancia-costo. Con este valor, se extrajo la superficie de vegetación que era accesible para la zona de estudio.

Para asignar geográficamente los valores de PDL por localidad vegetal, se reclasificó la capa de datos vectoriales de Uso de Suelo y Vegetación de INEGI (2000) con los datos de productividad disponible para leña (PDL) obtenidos de la Tabla 1.

El mapa de áreas accesibles (mapa de accesibilidad) se sobrepuso al mapa de productividad disponible para leña. Con estos dos insumos, se calculó finalmente la cantidad disponible de leña sustentable disponible por municipio FWS (en ton/año), es decir, la oferta de leña.

Los valores obtenidos de FWS, son el insumo de oferta del factor de no renovabilidad (fNRB) que es un indicador de cuanta leña puede ser usada de manera sustentable. Valores negativos de fNRB indican que la demanda de leña de la unidad espacial de estudio (municipio) sobrepasa la cantidad de leña sustentable disponible en dicha unidad espacial (FWS), *si se supone que la leña se consume y se adquiere dentro de la unidad espacial*. Valores positivos de fNRB indican que la demanda de leña no sobrepasa la oferta y, por lo tanto, el recurso leñoso es aprovechado de manera sustentable. Una vez que se establece la demanda de dicha unidad espacial, el fNRB se estima con la siguiente función:

$$fNRB = \frac{(FWS - Cons)}{Cons}$$

donde:

fNRB = Factor de no Renovabilidad de la Biomasa. Por definición es adimensional y negativo, y toma valores de 0 a 1, porque indica el porcentaje del consumo que



sobrepasa la cantidad de la oferta de leña sustentable disponible por municipio. Un resultado de (-)1, se traduce en $fNRB=1$, que señala que el 100% del consumo de leña es obtenido de manera no renovable.

FWS = Abasto de leña t m.s./año

Resultados

Oferta de leña

La oferta sustentable de leña para la Región Mixteca Oaxaqueña alcanza unas 273 mil toneladas. En las zonas Noreste y Suroeste de esta región se encuentran los municipios con los valores más altos de oferta: Tezoatlán de Segura y Luna, Putla Villa de Guerrero, Mariscala de Juárez y Santiago Juxtlahuaca (la oferta de leña en estos municipios oscila entre los 5 mil y 14 mil toneladas de leña) (Figura 1). Los 20 municipios con los valores más altos de oferta de leña se muestran en la Tabla 2.

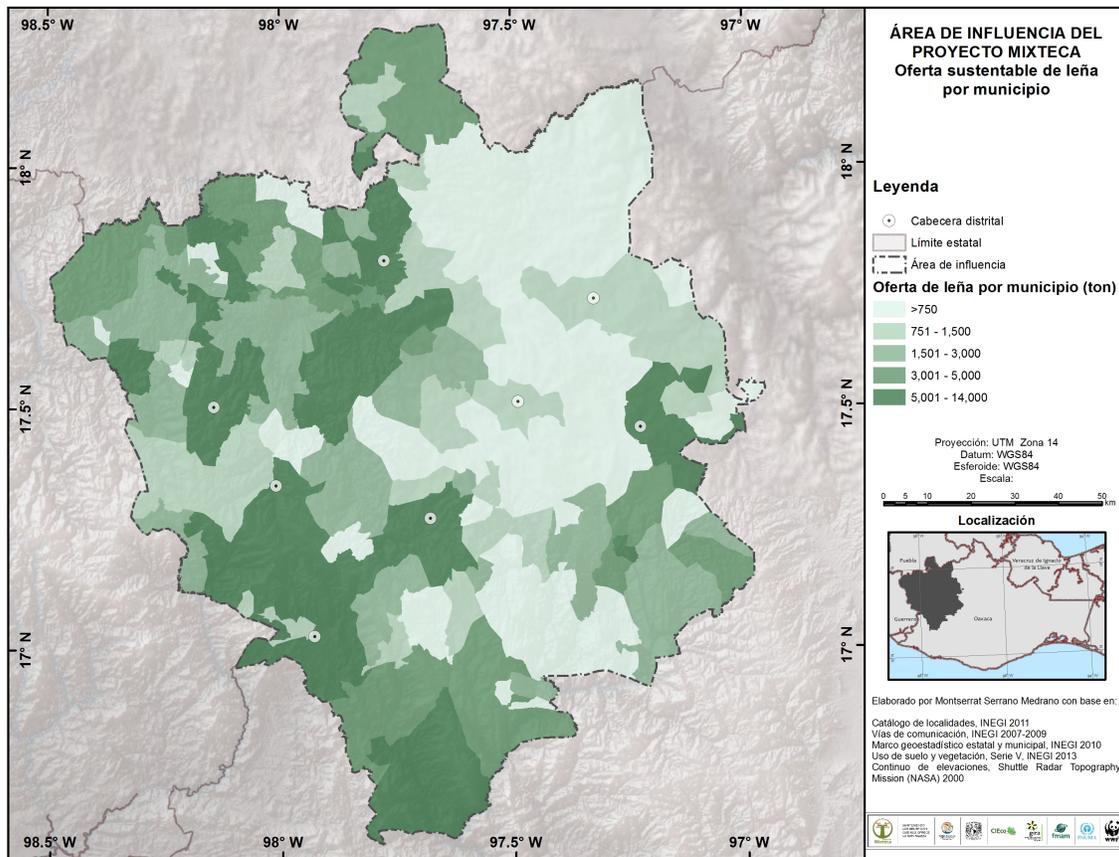


Figura 1. Distribución espacial de la oferta de leña sustentable por municipio en la Región Mixteca Oaxaqueña.



Tabla 2. Municipios con mayor oferta de leña en la Región Mixteca Oaxaqueña

Clave INEGI	Municipio	Oferta(t)
20549	Tezoatlán de Segura y Luna	13,590
20073	Putla Villa de Guerrero	11,505
20055	Mariscala de Juárez	10,672
20469	Santiago Juxtlahuaca	10,506
20039	Heroica Ciudad de Huajuapán de León	10,462
20537	Silacayoápam	10,233
20377	Santa Cruz Itundujia	9,362
20006	Asunción Nochixtlán	7,262
20183	San Juan Bautista Tlachichilco	7,086
20397	Heroica Ciudad de Tlaxiaco	6,782
20089	San Andrés Dinicuiti	5,558
20392	Santa Lucía Monteverde	4,817
20237	San Marcos Arteaga	4,671
20088	San Andrés Cabecera Nueva	4,660
20500	Santiago Yosondúa	4,636
20026	Chalcatongo de Hidalgo	4,633
20261	San Miguel Amatitlán	4,289
20340	San Pedro y San Pablo Tequixtepec	4,086
20459	Santiago Chazumba	4,052
20511	Santo Domingo Nuxaá	3,997

Consumo de leña

El consumo actual total-consumo exclusivo y consumo mixto- estimado de leña para la Región Mixteca Oaxaqueña, se estimó a partir de la metodología descrita en Serrano-Medrano et al. 2014. Este consumo de leña es una proyección obtenida a partir de los datos sobre uso de leña a nivel municipal del Censo de Población y Vivienda 1990 y 2000, proyecciones de población del Consejo Nacional de Población y consumos de leña per cápita descritos en la bibliografía referenciada previamente (Serrano-Medrano et al. 2014). El consumo estimado actual para la Región Mixteca es de aproximadamente 311 mil toneladas de materia seca (tMS). En la zona Suroeste de esta región, se encuentran municipios como Santiago Juxtlahuaca, Putla Villa de Guerrero, Heroica Ciudad de Tlaxiaco y San Martín Peras, en donde se presentan los valores de consumo de leña más altos de la región (el consumo de leña en estos municipios oscila de 10



mil hasta 33 mil tMS) (Figura 2). En la Tabla 3, se muestran los 20 municipios con mayor consumo de leña de la zona de estudio.

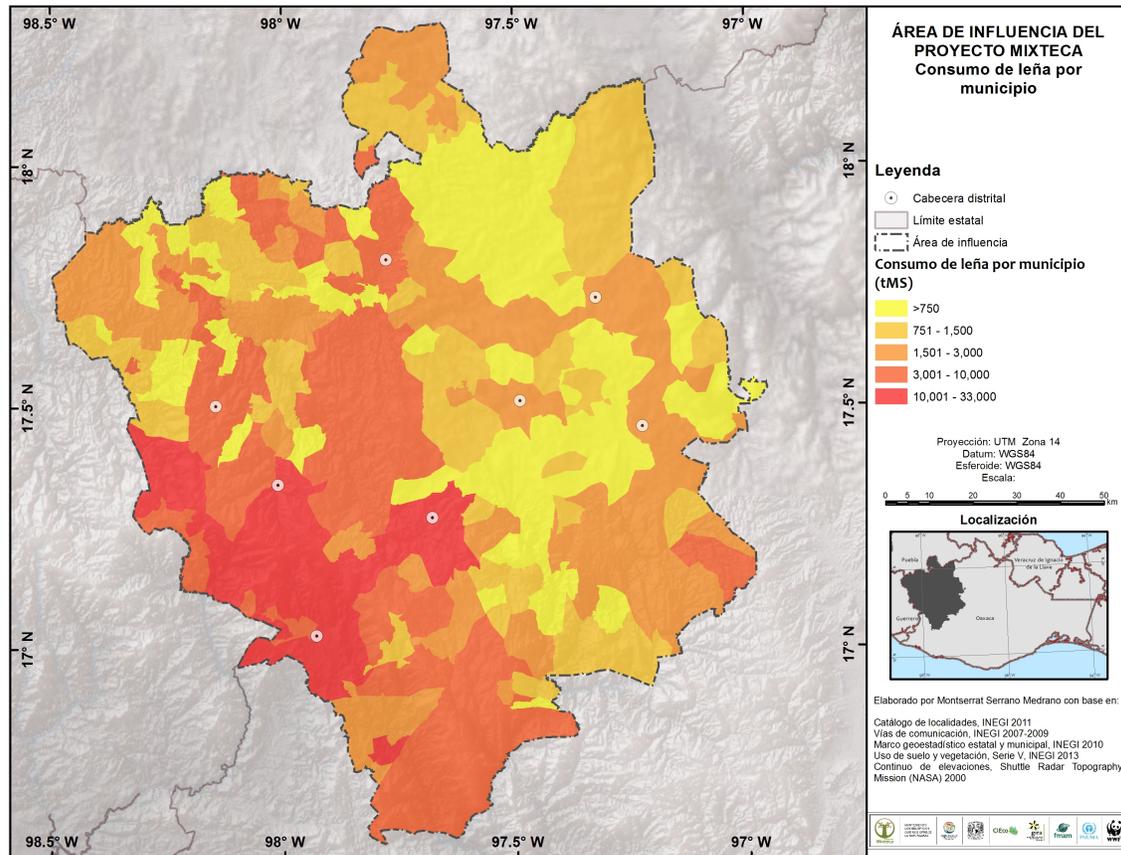


Figura 2. Distribución espacial de la demanda de leña por municipio en la Región Mixteca Oaxaqueña.



Tabla 3. Municipios con mayor demanda de leña en la Región Mixteca Oaxaqueña

Clave INEGI	Municipio	Demanda (tMS)
20469	Santiago Juxtlahuaca	32,601
20073	Putla Villa de Guerrero	19,313
20397	Heroica Ciudad de Tlaxiaco	18,410
20242	San Martín Peras	16,305
20016	Coicoyán de las Flores	9,094
20377	Santa Cruz Itundujia	7,937
20549	Tezoatlán de Segura y Luna	7,867
20105	San Antonino Monte Verde	6,480
20500	Santiago Yosondúa	6,261
20261	San Miguel Amatitlán	5,634
20026	Chalcatongo de Hidalgo	5,440
20208	San Juan Mixtepec -Dto. 08 -	5,098
20446	Santa María Yucuhiti	4,938
20392	Santa Lucía Monteverde	4,770
20210	San Juan Ñumí	4,614
20537	Silacayoápam	4,363
20348	San Sebastián Tecomaxtlahuaca	4,245
20133	San Esteban Atatlahuca	4,204
20039	Heroica Ciudad de Huajuapam de León	3,692
20532	Santo Tomás Ocotepec	3,380

*f*NRB

Los valores obtenidos del factor de no renovabilidad (*f*NRB) para la Región Mixteca Oaxaqueña van desde -1 (100% de la leña municipal consumida es no renovable) hasta 10.8 (el consumo de leña es renovable ya que la oferta sobrepasa a la demanda con más de 10 unidades). De los 160 municipios que conforman la Región Mixteca Oaxaqueña, el 63% (100 municipios) tienen valores de *f*NRB que van desde un 3% (-0.03) hasta un 100% (-1) (Figura 3). Los 20 municipios con valores altos de *f*NRB se muestran en la Tabla 4.

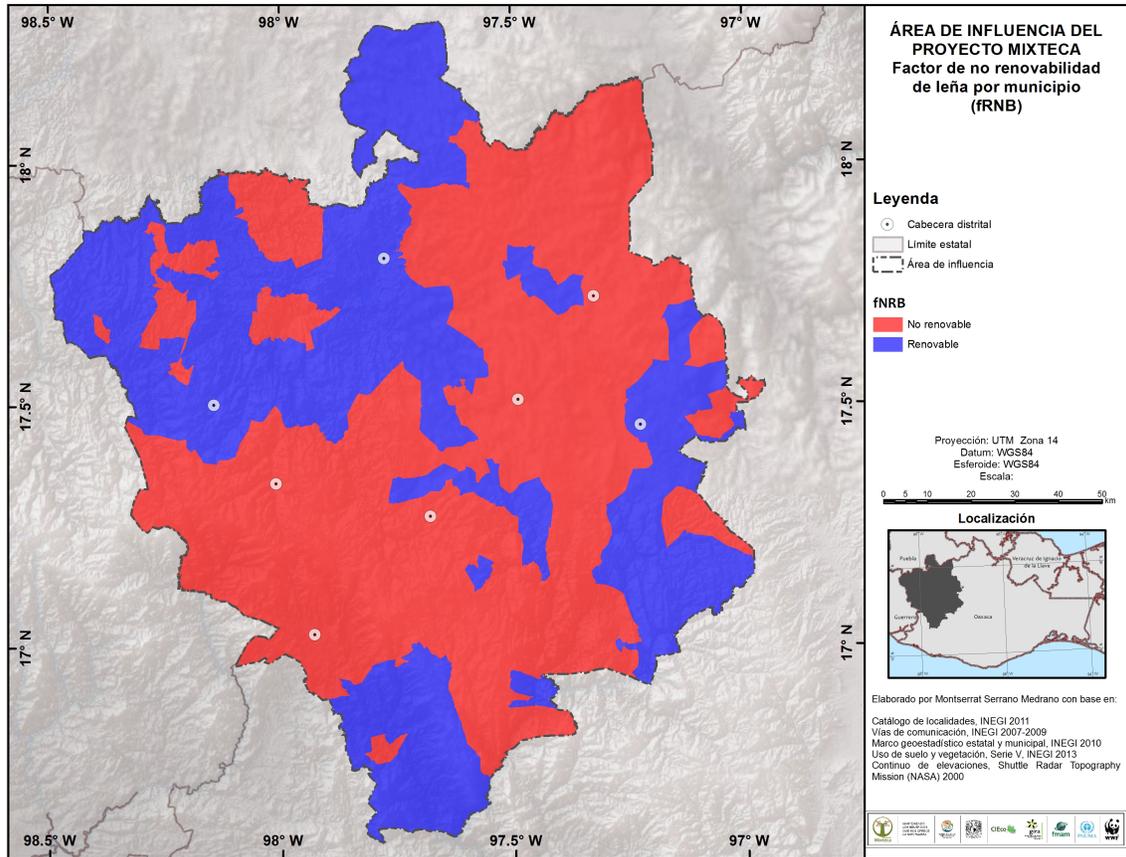


Figura 3. Distribución espacial del factor de no renovabilidad (fNRB) por municipio en la Región Mixteca Oaxaqueña.



Tabla 4. Municipios con mayor fNRB en la Región Mixteca Oaxaqueña.

Clave INEGI	Municipio	fNRB
20096	San Andrés Sinaxtla	-1.00
20215	San Juan Sayultepec	-1.00
20479	Santiago Nejapilla	-1.00
20488	Santiago Tepetlapa	-1.00
20493	Santiago Tillo	-1.00
20499	Santiago Yolomécatl	-1.00
20510	Santo Domingo Ixcatlán	-1.00
20376	Santa Cruz de Bravo	-1.00
20423	Santa María Nduayaco	-1.00
20430	Santa María Tataltepec	-1.00
20224	San Juan Yucuita	-1.00
20270	San Miguel Huautla	-1.00
20281	San Miguel Tecomatlán	-1.00
20332	San Pedro Topiltepec	-1.00
20121	San Bartolo Soyaltepec	-1.00
20172	San Juan Achiutla	-1.00
20195	San Juan Diuxi	-1.00
20239	San Martín Huamelulpam	-0.99
20536	San Vicente Nuñú	-0.98
20341	San Pedro Yucunama	-0.98



Conclusiones

De los datos derivados del análisis de la oferta y demanda de leña de la Región Mixteca, se observa que, de manera agregada, la demanda de leña actual, estimada en 311 mil tMS, sobrepasa la oferta actual (estimada en aproximadamente 273 mil toneladas). Sin embargo, la estimación espacialmente distribuida de los valores de oferta y demanda a nivel municipal permite distinguir los municipios en donde se presentan los valores más altos, tanto de consumo (demanda), como de oferta de leña. Los municipios con valores de fNRB más altos, no necesariamente coinciden con los municipios en donde se presentan los valores con mayor demanda de leña. Esto se debe a que, como se mencionó previamente, el fNRB presenta valores altos en donde la demanda rebaza la oferta de leña sustentable disponible. Por último los valores estimados de fNRB, presentados en la Tabla 3, deben de tomarse como una primera aproximación ya que, cuando se trabaja a escala municipal de análisis, se hacen diversas suposiciones como 1) que la leña es obtenida dentro del área que comprende el municipio, 2) que la cobertura vegetal permanece constante hasta el año de estimación (para más información acerca de la estimación del fNRB ver Ghilardi et al. 2009). Esto implica que aunque un municipio pueda aparecer con un valor de fNRB de 100 (100% de no renovabilidad), diversas localidades en el mismo municipio podrían no presentar esta condición.

Bibliografía

- Díaz, R. *Consumo de leña en el sector residencial de México. Evolución histórica y emisiones de CO2*. Tesis posgrado, Facultad de Ingeniería, UNAM. México, 2000. p 113.
- Chum, H., Faaj, A., Moreira, J., Berndes G., Dhamija, P., Dong, H., et al. Bionergy. In: Edenhofer, O., Pichs-Madruga, R., Sokona, Y., Seyboth, K., Matschoss, P., Kadner S., Swickel, T., Eickemeier, P., Hansen, G., Schölmer, S., Von Stechow C., Editors. IPCC Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. Cambridge University Press; 2011; p. 209-331.



- Eckholm, E. The other energy crisis: Firewood. Worldwatch Paper 1. World Watch Institute, Washington DC. 1975.
- GIRA. Escenarios de mitigación de gases de efecto invernadero, carbono negro y otros forzadores climáticos de vida corta, mediante el uso de biocombustibles. Proyecto RFQ-11-2012. INE-SEMARNAT/PNUD. 2012.
- Ghilardi A., Guerrero G. y Masera O.R. Spatial analysis of residential fuelwood supply and demand patterns in Mexico using the WISDOM approach. *Biomass and Bioenergy*, . 2007; (31): 475-491.
- Ghilardi, A. Análisis multi-escalar de los patrones espaciales de oferta y demanda de leña para uso residencial en México. Tesis Doctorado. Universidad Nacional Autónoma de México. 2008; p 268.
- INEGI. *Carta de uso de suelo y vegetación Serie II, escala 1:250 000*. INEGI. Aguascalientes, México. 2001.
- Masera, O.R. Sustainable Fuelwood Use in Rural Mexico, Volume I: Current Patterns of Resource Use, Report # LBL-34634, Energy and Environment Division, Lawrence Berkeley Laboratory (April). 1993.
- Masera, O., Socioeconomic and environmental implications of fuel wood use dynamics and fuel switching in rural Mexico. PhD Thesis. University of California at Berkeley. 1994.
- Masera, O., Díaz, R., Berrueta, V. From cookstoves to cooking systems: the integrated program on sustainable household energy use in Mexico. 2005; IX(1): 25-36.
- Masera, O., Guerrero, G., Ghilardi, A., Velázquez, A., Mas, J.F., Ordóñez, M.J., Drigo, R., Trossero, M.A. Fuelwood "Hot Spots" in Mexico: A case study using WISDOM-Woodfuel Integrated Supply-Demand Overview Mapping, FAO, Rome, 2005b; 98p.
- Masera, O., J. Navia, T. Arias, E. Riegelhaupt. 1997. *Patrones de consumo de leña en tres micro-regiones de México. Síntesis de resultados*. Proyecto FAO/MEX/TCP/4553.
- Masera, O.R., T. Arias, A. Ghilardi, G. Guerrero y P. Patiño. Estudio sobre la evolución nacional del consumo de leña y carbón vegetal en México 1990-2024. Secretaría de Energía (SENER). 2010. Reporte Interno.
- Serrano-Medrano, M., Arias_Chalico, T., Ghilardi, A., Masera, O. Spatial and temporal projection of fuelwood and charcoal consumption in Mexico. *Energy for Sustainable Development*, 2014, (19); 39-46.
- Trossero, M. A. Wood Energy: The way ahead. *Unasylva*, 2002; 53(211): 3-12.



UNECE/FAO. Joint wood energy enquiry-workshop. United Nations Economic Commission for Europe (UNECE)/Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Joint Wood Energy Enquiry; 2012 [<http://www.unece.org/forests/jwee-workshop-2012.html>]. Retrieved December 2012].

Bray, D., E. Duran y O. A. Molina. 2012. Beyond harvest in the commons: Multi-scale governance, Turbulence, and indigenous/Community conserved areas in Oaxaca, Mexico. *International Journal for the study of commons*, 6(2): 151-178.

Chapela, F. (Coord.) 2012. *Estado de los bosques de México*. Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible A.C. México. D.F.

Díaz, R. 2000. *Consumo de leña en el sector residencial de México. Evolución histórica y emisiones de CO2*. Tesis posgrado, Facultad de Ingeniería, UNAM. México 113 pp.

Durán, E., F. Gopar, A. Velázquez, F. López, A. Larrazabal y C. Medina. 2007. *Análisis de cambio en las coberturas de vegetación y usos del suelo en Oaxaca*. II Simposio de Biodiversidad de Oaxaca, CIIDIR-Oaxaca. IPN Oaxaca, México.

FAO. 2010. *Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010. Informe Nacional México*. FRA2010/132, FAO Departamento Forestal. Roma.

INEGI. 2001. *Carta de uso de suelo y vegetación Serie II, escala 1:250 000*. INEGI. Aguascalientes, México.

INEGI. 2005. *Carta de uso de suelo y vegetación Serie III, escala 1:250 000*. INEGI. Aguascalientes, México.

Diario Oficial de la Federación. 2003. *Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.. 25 de febrero de 2003*. México.

Millenium Ecosystem Assessment. 2005. Island Press. Washington, USA.

SEMARNAT. 2010. *Anuario estadístico de la producción Forestal en México*. México.

Serrano-Medrano M.; Arias-Chalico T.; Ghilardi A. y Masera O. 2014. Spatial and temporal projection of fuelwood and charcoal consumption in Mexico. *Energy for Sustainable Development*. Volume 19, pp. 39-46.

Velázquez, A., J.F. Mas, R. Mayorga Saucedo, J.R. Díaz, C. Alcántara, R. Castro, J.L. Palacio, G. Bocco, G. Gómez Rodríguez, L. Luna González, I. Trejo, J. López Gracia, M. Palma, J. Prado Molina, Y F. González Medrano. 2002. Estado Actual y Dinámica de los recursos forestales de México. CONABIO. *Biodiversitas*, 41: 8-15.



Velázquez, A., E. Durán, J. Mas, D. B. Bray y G. Bocco. 2005. *Situación actual y prospectiva del cambio de la cubierta vegetal y usos del suelo en México*. Pp. 391-416. En: Zuñiga H. (Coord.) México ante los desafíos de Desarrollo del Milenio. Consejo Nacional de Población, México, D.F. (ISBN 970-628-845-7).

http://sao.org.mx/?page_id=64. (En español). Consultado el 9 de mayo de 2014