



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

UTILIZACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES EN
EL MEDIO RURAL

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO ELÉCTRICO-ELECTRÓNICO

PRESENTA:

WALTER JULIÁN ÁNGEL JIMÉNEZ

DIRECTOR DE TESIS:

ING. JACINTO VIQUEIRA LANDA



AGOSTO DE 2013

1. Datos del alumno

Ángel Jiménez Walter Julián
Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ingeniería
Ingeniería Eléctrica-Electrónica
098236552

2. Datos del tutor

Ing. Jacinto Viqueira Landa

3. Datos del sinodal 1

Ing. Juan Úrsul Solanes

4. Datos del sinodal 2

M. I. Rodolfo Lorenzo Bautista

5. Datos del sinodal 3

Dr. Arturo Guillermo Reinking Cejudo

6. Datos del sinodal 4

Dra. Alejandra Castro González

7. Datos del trabajo escrito

Utilización de energías renovables en el medio rural
200 p
2013

*...Hoy quiero cantarte maría rural
Oh madre del campo
Madre sin igual
Hoy quiero cantar
Tus vástagos pobres
Tu despojos triste
Dolor maternal*

*Desnutrición y pobreza
Es lo que a vos te rodea
Choza de paja en silencio
Solo el rumor de la selva*

*Tus manos son de cedro
Tus ojos crepúsculos tristes
Tus lágrimas son barro
Que derramas en las sierra...*

María Rural, Arlen Siu

*A todos los que luchan por un mundo mejor,
sin explotados ni explotadores.*

Agradecimientos

Porque pude concluir esta tarea gracias al apoyo y compromiso de muchísimas personas a lo largo de los años de investigación, sirva este espacio para agradecer a quienes lo han hecho posible, a quienes me debo, y a todos aquellos que sembraron en mí la semilla de la lucha por una mejor vida, la que todos merecemos vivir.

Ante todo, gracias a mis padres Lucía y Adolfo, luchadores incansables cuyo ejemplo despertó en mí la curiosidad por saber qué hay más allá, para descubrir nuevos horizontes. Les agradezco infinitamente papá y mamá que me acompañen en todas mis decisiones cada vez que cruzo la puerta para ir a cambiar el mundo.

A mis hermanas Miriam, Lucía, Andrea y a mi hermano Adolfo, que siempre han estado conmigo en las buenas y en las peores; que me quieren y aceptan como soy, que se preocupan por mi bienestar y están al pendiente de mis decisiones y sueños. Especialmente, agradecer a mi sobrino Luís Fernando, una gran luz en mi vida que me motiva día a día para seguir en la pelea por un mundo mejor. -Conquistaremos un mundo donde puedas vivir un futuro digno y feliz-.

A Emilia, gracias por todo tu amor, apoyo, paciencia y esfuerzo; por comprenderme y aceptarme. Este trabajo ciertamente ha sido posible gracias a ti que no dudaste en respaldar mi ausencia y asumir mis compromisos.

A mis tíos, abuelos y toda la familia Ángel Jiménez que me han enseñado el camino de los luchadores incansables.

A mis camaradas del Grupo de Acción Revolucionaria con quienes comparto un proyecto de vida y que sin ustedes poco o nada puedo hacer. Gracias especialmente a Laura, Daniel, Esteban, Shahin, Christian, Eloisa, Rubén, Facundo, Pablo, Genoveva, José Luís, Ricardo, Yan María, Xóchitl y Víctor. A todos los camaradas del Frente de Trabajadores de la Energía. A que están y también a los que se han ido a buscar nuevos horizontes, gracias por sus enseñanzas.

A los compañeros de la Brigada Multidisciplinaria de Apoyo a las Comunidades de México, a esas centenas de compañeros con quienes he caminado tantos desafíos, que sacrifican sus descansos trabajando con las comunidades marginadas. Gracias compañeras y compañeros, lo mejor de la juventud, por todo lo que me han enseñado y por todas las experiencias que hemos vivido juntos siguiendo una idea, un sueño que muchas veces hemos convertido en realidad. También a mis compañeros de la brigada de alfabetización quienes fueron los pioneros de este trabajo. Gra-

cias por estar ahí, por soportarme y arriesgarnos juntos en la difícil Montaña de Guerrero. Especial mención a Vero Zamudio, Erika Sánchez, Griscelle, Manuel y Raquel.

A Mario Campos, a Evelia Zeferino, a Carmen Pinzón, a la señora Quintila, a la señora Habacú, a Delfino Ortega, los distintos Tlayakanky especialmente a Don Santiago. A todas esas personas hermosas de la Montaña que me han apoyado decididamente al paso de los años. También a todas las mujeres, hombres y niños de Xalpatláhuac, Zoyatlán, Tlacotla, Zacatipa, Xalatzala, Tototepic, Copanatoyac, Patlichá, Potoichán y Ocotequila gracias por esas sonrisas, por compartir sus saberes, por esa tortilla con sal; por las interminables charlas de café, totopos de maíz y *xixipetzin*; a todo ese pueblo con olor a tierra, maíz, guaje y leña, gracias de todo corazón, este trabajo es para ustedes. *Tlazokamatik miak*.

A los compañeros y compañeras que hemos perdido en la lucha, especialmente gracias a Higinio Muñoz, a Juan González, a Fernando, a Verónica y a Soren. Gracias por el tiempo que caminamos juntos, por lo que aprendí de ustedes. Su recuerdo lo llevo siempre por los caminos montañosos. ¡Venceremos!

Gracias a la Universidad Nacional Autónoma de México, a la gente que día a día la hace grande y que cultivó en mí el amor por el conocimiento, por mi pueblo, por la naturaleza y por transformar la sociedad. Gracias a mis profesores de la preparatoria y a los de la universidad, por haberme dado las mejores herramientas para salir a cambiar las estrellas. También agradezco al programa de servicio social *La UNAM por la "alfabetización en tu comunidad"*, quienes apoyaron los primeros meses de estancia en la Montaña y que corrieron el riesgo de aceptarme. No los defraudé. También al grupo GIRA y al CIEco que, sin conocernos, contribuyeron mucho a este esfuerzo.

A mi eterno asesor de tesis, Jacinto Viqueira Landa, gracias por su paciencia y esmero. Después de 4 años aquí está el resultado. ¡Misión cumplida!

A toda esa juventud del #Yosoy132 que ha salido a luchar, a los amigos y compañeros que recién comenzamos a caminar juntos. Especialmente agradecer a Eduardo, a Wendy, a Fernando, a Valeria, a Mariana, a Sofía, a Coaxial, a Ultralalo, Issa y a tantos y tantos con los que caminamos por una nueva experiencia para seguir en la lucha por un cambio radical de esta sociedad.

A todos mis amigos, los cercanos y no tanto, que han estado apoyando cada nueva cosa que se me ocurre. Gracias Jaime por orientarme y apoyarme en los momentos difíciles. Gracias a todos esos fuegos, grandes y pequeños que han encendido mi vida con mucha fuerza.

Finalmente agradecer a la Secretaría Académica de la Facultad de Ingeniería por todo el apoyo brindado estos últimos meses en el proceso de titulación.

Resumen

La leña representa una fuente de energía renovable ampliamente disponible, la cual puede jugar un rol muy importante en la transición a combustibles renovables, ya sea bajo un sistema de uso tradicional o moderno. En México es el principal combustible del sector rural, y promover su manejo sustentable es esencial para el país. La leña se usa primordialmente en la cocción de alimentos, aunque en algunas regiones es un medio importante de calefacción y de iluminación.

Alrededor de 25 millones de personas en nuestro país utilizan la leña para cocinar o calentar sus viviendas (Masera et al, 2005). El consumo de leña representa el 10% de la energía primaria y aporta alrededor del 46% de la energía demandada por el sector residencial (SENER, 2001; Díaz-Jiménez, 2000; Masera, 1993). Este combustible es usado por más de 27 millones de habitantes tanto del sector rural como urbano.

En México, la mayor parte de las personas que cocinan con leña, lo hacen colocando piedras apoyadas en el suelo rodeando el fuego, técnica conocida como fogón de tres piedras, que son sistemas abiertos que producen altos consumos de combustible. El uso de la leña mediante estos fogones tiene asociados diversos problemas de índole social y ambiental, tales como contaminación en el interior de los hogares, accidentes, excesivo tiempo de recolección, impactos en el ambiente local y global como la deforestación y la contaminación atmosférica, entre otros. La baja eficiencia energética de los dispositivos tradicionales de cocción es uno de los mayores problemas que enfrentan los usuarios.

Considerando lo anterior, se ha buscado una solución a los problemas asociados con los fogones tradicionales revisando la tecnología que utilizan y examinando cómo podría ser transformada sin alterar las características esenciales que hacen a la cocción con leña atractiva para los usuarios.

En las últimas tres décadas se han desarrollado a nivel mundial una gran variedad de opciones tecnológicas para mejorar la eficiencia de la cocción con leña (Dutt et al., 1989; Masera et al., 1997; Still et al., 2007), realizándose también numerosos intentos por mejorar el diseño de las estufas eficientes, lograr una mejor combustión, reducir la cantidad de humo y el consumo de combustible y hacer más eficiente la transferencia de calor.

En México, desde mediados de los años setenta hasta la actualidad, se realizan numerosas investigaciones encaminadas al desarrollo y difusión de estufas eficientes de leña (EE) que han sus-

tentado el diseño de varios modelos, mismos que han tratado de implementarse en las zonas rurales como una alternativa para el uso sustentable de este combustible (Masera, 1994).

A pesar de presentar ciertas ventajas en varios niveles (social, salud y ambiental) respecto a los fogones tradicionales, la adopción de las EE no es trivial. Aún no se ha logrado entender cabalmente cuáles son los factores que contribuyen a la mejor adopción de una estufa eficiente y si los diseños actuales constituyen apropiadamente las tecnologías que deben de ser diseminadas a lo largo y ancho del territorio nacional, como actualmente se lleva a cabo a través de los programas gubernamentales, en función de su propia sustentabilidad; así mismo, hay muy pocos trabajos enfocados de manera particular en el estudio de los impactos derivados del uso sostenido de estas estufas.

Uno de los principales problemas es que la innovación tecnológica en el medio rural en México está centrada mayoritariamente en patrones de acumulación de capital, lo que vulnera sus efectos potencialmente progresivos. Innovar significa incrementar la fuerza social del trabajo, en condiciones impuestas por las relaciones de producción dominantes. Bajo el capitalismo las normas que definen cómo, cuándo, y para qué se innova son las leyes de acumulación.

En este contexto, el presente estudio demuestra que si una EE, responde a la caracterización de tecnología apropiada, es decir, que se apega a las tradiciones culturales, es sustentable, sencilla, emplea la mano de obra local, es participativa, puede ser exitosa en la comunidad rural pues podemos aproximarnos a comprender los aspectos sociales y culturales respecto al uso de los energéticos y las tecnologías tradicionales asociadas y garantizar su uso sostenido. Ante todo, refuerza el carácter social de la tecnología pues esta no sólo se utiliza para fines útiles, sino que también realiza, inevitablemente, un acto de autotransformación y autorrealización.

A partir de los resultados aquí expuestos, se logró encontrar una propuesta de tecnología apropiada, la *estufa xalpaneca*, rediseñando un modelo de EE Patsari de lodo y arena. Se monitoreó el uso sostenido con mujeres de la comunidad tomando especial interés en cuanto a su apropiación y diseminación, el tipo y cantidad de leña que se utiliza (ahorro), técnicas de cocinado e impactos sociales y ambientales producto de la utilización de la estufa. Este trabajo no sólo es el desarrollo de un método de evaluación del desempeño en campo de dispositivos para la cocción con leña, haciendo énfasis en los aspectos técnico-energéticos, con la finalidad de derivar aspectos de diseño para la innovación, desarrollo y difusión de este tipo de tecnología de evaluación meramente técnica de una propuesta de EE; también se trata del reconocimiento de que la larga cadena de aplicación ciencia-tecnología, debe explorar que el desarrollo tecnológico de estufas eficientes de

leña es un proceso complejo que comprende aspectos sociales, culturales, económicos y tecnológicos, para asegurar su éxito.

Esta investigación de acción participativa se extiende desde el mes de septiembre de 2009 a febrero de 2013, y se centra en todos los factores que hacen de la propuesta de EE, la estufa Xalpaneca, una tecnología apropiada de uso sostenido para el municipio de Xalpatláhuac. Sólo un amplio y largo proceso de investigación puede garantizar esa denominación.

Este trabajo tuvo que haberse publicado bajo el título *La estufa Xalpaneca, una tecnología apropiada para Xalpatláhuac, Guerrero*; sin embargo, recientes acontecimientos durante el proceso de titulación impidieron la modificación. Valga este párrafo para definir los límites y los alcances del estudio.

Índice General

Capítulo 1. Introducción.....	1
1.1. Preguntas de investigación	8
1.2. Objetivo general.....	8
1.2.1. Objetivos particulares	8
1.3. Metodología.....	9
Capítulo 2. Marco teórico	10
2.1. El carácter social de la tecnología	10
2.2. Desarrollo e innovación de tecnología rural.	11
2.3. Programas para el <i>desarrollo</i> y tecnologías	13
2.4. La transición energética	14
2.5. Escalera energética	14
2.6. Uso múltiple de tecnologías.....	15
2.7. Difusión de innovaciones tecnológicas	16
2.8. La adopción de innovaciones en áreas rurales	17
2.9. Pobreza e innovaciones tecnológicas	20
2.10. Uso sostenido de tecnologías	22
2.11. Tecnología apropiada.....	23
2.12. Género y uso de leña	25
2.13. La leña como recurso común	27
Capítulo 3. Descripción del sitio de estudio.....	31
3.1. La Montaña	32
3.2. Xalpatláhuac.....	35
3.3. Toponimia	35
3.4. Clima y situación geográfica.....	35
3.5. Antecedentes del proyecto	38
Capítulo 4. Enfoque de investigación y desarrollo metodológico	40
4.1. Investigación-acción participativa.....	40
4.2. Intervención comunitaria.....	42
4.3. Observación personal	45

4.4. Herramientas de investigación	47
4.4.1. La encuesta.	47
4.4.2. Entrevista estructurada.....	51
4.5. Análisis de datos.....	54
4.6. Diagnóstico.....	57
4.7. Línea de acción: Proyecto Xalpaneca.....	59
4.7.1 Diseño de la estufa eficiente.....	59
4.7.2 ¿Por qué una Patsari?	60
4.7.3. Prueba de laboratorio.	60
4.7.4 Prueba piloto en campo.....	60
4.7.5 Difusión y Diseminación de estufas	62
4.7.6. Monitoreo	63
Capítulo 5. Resultados.....	64
5.1. Historia	64
5.2. Diagnóstico social de la comunidad de Xalpatláhuac, Montaña Alta de Guerrero	68
5.2.1. Población.....	68
5.2.2. Analfabetismo	70
5.2.3. Acceso a la salud	71
5.2.4. Servicios públicos	72
5.2.5. Vivienda.....	74
5.2.6. Ingresos y actividad económica	78
5.2.7. Organización social.....	80
5.2.8. Migración	83
5.2.9. Manejo ambiental y uso de recursos.....	86
5.3. Patrón social de uso energético.....	87
5.3.1. Origen de la leña.	89
5.3.2. Leña consumida por género.....	91
5.4. Principales dispositivos para la preparación de los alimentos en Xalpatláhuac.....	93
5.4.1. Estufa de gas LP.....	93
5.4.2. Fogón de tres piedras.....	93
5.4.3. Fogón tipo U.....	94
5.4.4. Estufas eficientes	95

5.5. Preparación de los alimentos.....	99
5.6. Mujeres y uso de leña.....	100
5.7. Tradiciones asociadas al uso de la leña.....	101
5.8. Árbol de problemas de la comunidad de Xalpatláhuac.....	103
5.9. Línea de acción: <i>Proyecto Xalpaneca</i>	105
5.9.1. Diseño.....	108
5.10. Resultados de la prueba piloto.....	111
5.10.1. Respeto a la usuaria.....	112
5.10.2 Utilización de la estufa.....	113
5.10.3. Adopción.....	114
5.11. Formación del programa de difusión.....	114
5.11.1. Monitoreo y seguimiento.....	117
5.11.2. De las usuarias.....	118
5.11.3. Del tiempo que construyó y adoptó la estufa.....	118
5.11.4. De la adopción a la apropiación de la estufa.....	119
5.11.5. De la apropiación al esparcimiento de la estufa.....	121
5.11.6. Resultados de los grupos piloto en otras comunidades.....	123
5.11.7. Respeto a las estufas proporcionadas por la CDI en Xalpatláhuac.....	124
Capítulo 6. <u>Discusión</u>	126
Capítulo 7. <u>Conclusiones</u>	136
Referencias.....	146
ANEXO 1.....	157
Encuesta Inicial.....	158
Encuesta de monitoreo/Usos sostenidos.....	160
Entrevista para las personas que cuentan con estufa ahorradora de leña.....	163
Entrevista para las personas que cambiaron su estufa Xalpaneca por Patsari Jimbani.....	164
Indicadores CDI. Montaña de Guerrero.....	165
Localización de Xalpatláhuac.....	166
Localización de Xalpatláhuac.....	167
Croquis de Xalpatláhuac.....	168
Croquis de Xalpatláhuac.....	169
Manual para construir una estufa Patsari.....	170

Manual de construcción de la estufa Xalpaneca	176
ANEXO 2	177
La Estufa de Leña	178
1. Descripción del sistema termodinámico.....	178
2. Dinámica de los gases en una estufa de leña.....	179
2.1. El efecto de tiro de la chimenea	180
2.2. Convección natural	180
3. El proceso de combustión de la leña	181
3.1. La leña como combustible	183
3.2. La combustión de leña como proceso térmico.....	186
ANEXO 3	189
Memoria gráfica.....	190

Índice de Cuadros

Cuadro 1. Grupo étnico de origen.....	69
Cuadro 2. Tabla de distribución de edades.....	69
Cuadro 3. Edades de la población.....	70
Cuadro 4. Analfabetismo respecto de la población total.	71
Cuadro 5. Evaluación del sistema de salud.....	72
Cuadro 6. Abastecimiento de agua. Comparativo	73
Cuadro 7. Vivienda. Material del piso.....	75
Cuadro 8. Vivienda. Material de las paredes.	75
Cuadro 9. Vivienda. Material del techo.	76
Cuadro 10. Ingresos de la población (pesos).	80
Cuadro 11. Migración.....	83
Cuadro 12. Combinación de combustibles para preparar los alimentos.....	88
Cuadro 13. Uso final de la leña en el sector doméstico.....	88
Cuadro 14. Origen de la leña utilizada en la comunidad.	89
Cuadro 15. Leña consumida por género. Xalpatláhuac, Guerrero.	91
Cuadro 16. Partes del árbol que se cortan para obtener leña.....	92
Cuadro 17. Esquema general de un árbol de problemas.....	104
Cuadro 18. Aspectos mal evaluados de las estufas ahorradoras de leña, causas y efectos.....	107
Cuadro 19. Distribución del ingreso entre las usuarias.	118
Cuadro 20. Utilización de la estufa eficiente modelo Xalpaneca.....	119
Cuadro 21. Nivel de satisfacción de la usuaria.....	120
Cuadro 22. Estufas en buenas condiciones respecto al año de construcción.	122

Índice de Figuras

Figura 1. Mapa de la regionalización del estado de Guerrero.....	32
Figura 2. Ubicación de la región Montaña.	33
Figura 3. Diagrama conceptual de la integración del Proyecto Patsari..	59
Figura 4. Fotografía del prototipo de Estufa Eficiente <i>Xalpaneca</i>	61
Figura 5. Componentes de la residencia.	76
Figura 6. Una cocina de Xalpatláhuac.	77
Figura 7. Distribución de espacio en una casa moderna y una casa de adobe en Xalpatláhuac.	77
Figura 8. Mujer tejiendo sombrero de palma.....	79
Figura 9. Xalpatláhuac. Vista desde el cerro burrutzin.	87
Figura 10. Fogón de tres piedras.....	94
Figura 11. Fogón tipo U, también llamado ahorrador.	95
Figura 12. Estufas Patsari de una hornilla secundaria. Tlacotla, Guerrero.	98
Figura 13. Modelo de estufa metálica difundida en Xalpatláhuac.	99
Figura 14. Esquema general de un árbol de problemas..	103

Figura 15. Diseño interior de la estufa Xalpaneca.	108
Figura 16. Comparativo de la estufa Xalpaneca frente a la Patsari y Patsari Jimbani.	111
Figura 17. Habacú Pardo Ruiz con su estufa Xalpaneca.....	112
Figura 18. Presentación de la estufa eficiente.....	116
Figura 19. CDI. Indicadores de concentración de marginación. 2009.	165
Figura 20. Localización de Xalpatláhuac. Sedesol 2009.	166
Figura 21. Localización de Xalpatláhuac. Marco Geoestadístico Municipal. INEGI 2005.	167
Figura 22. Croquis de Xalpatláhuac.....	168
Figura 23. Croquis de Xalpatláhuac.....	169
Figura 24. Estufa de leña “Patsari”	178
Figura 25. Xalpatláhuac durante las fiesta del tercer viernes.....	190
Figura 26. Mujer preparando la base de su estufa.	190
Figura 27. Construyendo el prototipo.....	191
Figura 28. Cocina libre de humo durante la prueba piloto.....	191
Figura 29. Presentación de la propuesta de estufa.	192
Figura 30. Demostración del funcionamiento de la Estufa.....	192
Figura 31. Miembros de la BMACM explican a mujeres de Zacatipa	193
Figura 32. Mujeres de Xalpatláhuac construyendo estufas con <i>mano vuelta</i>	193
Figura 33. Mujeres durante la construcción de estufas en Patlichá, Copanatoyac.....	194
Figura 34. Mujeres en Zoyatlán construyendo su estufa Xalpaneca. Mayo de 2010.	194
Figura 35. Estufa terminada en Xalpatláhuac y repellada con ceniza.....	195
Figura 36. Estufa en Xalpatláhuac.....	195
Figura 37. Dando acabado a estufa en Tototepec.	196
Figura 38. Construyendo estufas en Xalpatláhuac.....	196
Figura 39. Durante monitoreos. Copanatoyac.....	197
Figura 40. Mujeres construyendo su estufa en Tototepec..	197
Figura 41. Mujeres siempre en primera fila en las actividades.	198
Figura 42. Mujer con estufa Xalpaneca.....	198
Figura 43. Mujer con estufa Xalpaneca.....	199
Figura 44. Estufa Xalpaneca.	199
Figura 45. Taller para fomentar el uso de estufas eficientes dirigido a niños	200
Figura 46. Descansando en un paso entre Zoyatlán y Xalpatláhuac.....	200

Capítulo 1

Introducción

La energía derivada de la biomasa abarca toda la producida por combustibles orgánicos de origen biológico, también llamados bio-combustibles. Cuando estos provienen originalmente de especies vegetales leñosas, se les denomina combustibles de madera. La leña es un combustible de madera que a diferencia del carbón vegetal, el licor negro, el metanol, los aceites pirolíticos o los productos procedentes de la gasificación, conserva la estructura original de la madera, cuya combustión intencional puede aprovecharse como fuente de energía.

La leña representa una fuente de energía renovable ampliamente disponible, la cual puede jugar un rol muy importante en la transición a combustibles renovables, ya sea bajo un sistema de uso tradicional o moderno.

El 11% de la energía total que se consume en el mundo se obtiene a partir de biomasa. Alrededor del 60% del total de la madera extraída en el mundo se utiliza con fines energéticos, proporción que llega al 80% considerando por separado al conjunto de países denominados *en vías de desarrollo* (Trossero, 2002; FAO, 2002) y más de dos mil millones de personas utilizan la leña como único combustible para la cocción de alimentos (IEA, 2006).

Los combustibles de madera satisfacen el 7% del consumo de energía primaria a nivel mundial y el 15% cuando se considera solamente a los países *en vías de desarrollo* (Trossero, 2002). En estos países, como la India o Sudáfrica, la biomasa representa el 90% de su fuente energética. Así mismo, aproximadamente 3,000 millones de personas dependen de la biomasa para usos domésticos como cocinar, calentar agua y calefaccionarse (Ezzati & Kammen, 2002). Se estima que para el año 2030 el consumo global de leña será de 1,501 millones de m³ (2030) (IEA, 2006).

Por sus implicaciones ecológicas y sociales, el uso de la leña se convierte en una estrategia importante en el manejo de recursos forestales. En particular, el uso de leña figura como una de las principales preocupaciones en el ámbito energético, ambiental y de salud. Un paso fundamental a favor de diseñar estrategias nacionales para un uso sustentable de la leña, es entender los patro-

nes espaciales de oferta y demanda, así también los impactos ambientales, sociales y económicos asociados a su uso actual y esperado.

En México, la leña es el principal combustible del sector rural, y promover su manejo sustentable es esencial para el país. La leña se usa primordialmente en la cocción de alimentos, aunque en algunas regiones es un medio importante de calefacción y de iluminación.

Alrededor de 25 millones de personas en nuestro país utilizan la leña para cocinar o calentar sus viviendas (Maserá et al, 2005). El consumo de leña representa el 10% de la energía primaria y aporta alrededor del 46% de la energía demandada por el sector residencial (SENER, 2001; Díaz-Jiménez, 2000; Maserá, 1993). Este combustible es usado por más de 27 millones de habitantes tanto del sector rural como urbano.

De acuerdo con datos de INEGI (2000), 18 millones de personas disponen únicamente de leña como combustible para cocinar y otros siete millones la usan en conjunto con el gas LP.

El 80% de la leña se obtiene por recolección y un 20% se compra. Un gran porcentaje de la leña se colecta en áreas forestales (comerciales y no comerciales), en tierras agrícolas en regeneración, y en regiones áridas con cobertura arbustiva (Maserá, 1996), aunque las fuentes de acceso al recurso son muy diversas. La mayor parte de la leña se obtiene de ramas y madera muerta que se recolecta del suelo de los bosques, en este sentido, se puede considerar a la leña como una fuente de energía renovable, pero cuando hay escasez o existe un estímulo económico para su recolección, se talan árboles vivos en cuyo caso la extracción, en la mayor parte de los casos, se hace de manera no renovable aumentando el estrés ambiental, el agotamiento forestal y la escasez severa del recurso (Maserá, 1996; FAO, 2002; Arnold *et al.*, 2003).

Este deterioro constituye un problema económico debido a que al escasear el recurso, aumenta la demanda lo que también genera un aumento en el costo de la oferta; tratándose de comunidades o familias que subsisten de la venta del recurso, se elimina una fuente de ingresos; representa un problema social debido a que ante la escasez la gente tiene la necesidad de recolectar leña en propiedades ajenas por lo general cada vez más alejadas de sus viviendas, con lo cual también aumenta el tiempo de recolección; y se convierte también en un problema ecológico por los problemas de erosión, pérdida de suelos y pérdida de biodiversidad (Díaz-Jiménez *et al.*, 2000).

En México, la mayor parte de las personas que cocinan con leña, lo hacen colocando piedras apoyadas en el suelo rodeando el fuego, técnica conocida como *fogón de tres piedras*, que son sistemas abiertos que producen altos consumos de combustible, donde prevalece el intercambio de energía (pérdida) con el medio que lo rodea. Esta técnica permite alimentar la combustión desde distintos ángulos (Mäsera *et al.*, 2000).

La combustión de la leña produce emisiones de gases y de partículas a la atmósfera. Una parte de estas emisiones se debe a que la combustión de la leña se hace de forma incompleta. En los fogones abiertos, estas emisiones provocan altos niveles de contaminación en el interior de las cocinas de las viviendas que a su vez, son causa de graves problemas de salud, principalmente en las vías respiratorias y en los ojos. El problema de salud es tan grave que el World Development Report (2005) lo clasificó como uno de los cuatro problemas más críticos de salud a nivel mundial y una de las principales causas de muerte en niños menores de cinco años en el medio rural (Barnes *et al.*, 1994; Bates *et al.*, 2005; Saatkamp *et al.*, 2000; Smith *et al.*, 2000).

También contribuye de manera negativa en el ciclo global de constituyentes atmosféricos, particularmente en el del carbón, ya que no todo el carbono emitido como CO y CO₂ es capturado nuevamente en los bosques, contribuyendo al cambio climático global (Smith, 1993).

En las zonas urbanas, la leña para cocinar se ha sustituido paulatinamente por gas LP u otros combustibles modernos. En localidades rurales y semi-urbanas, la tecnología local tradicional (fogones) satisface las necesidades económicas y culturales, y por lo tanto, esta transición no es viable en el corto plazo (Mäsera, 1990). Los principales factores que influyen en la transición energética a gas LP son su elevado y cambiante costo frente al ahorro que representa cocinar con leña, sobre todo cuando ésta es de recolección; el problema de abastecimiento, tanto de los propios combustibles modernos como de las instalaciones y aparatos que requieren; la preferencia por el sabor de la comida cocinada con leña; y finalmente los factores culturales asociados a la cocción de alimentos.

Considerando lo anterior, se ha buscado una solución a los problemas asociados con los fogones tradicionales revisando la tecnología que utilizan y examinando cómo podría ser transformada sin alterar las características esenciales que hacen a la cocción con leña atractiva para los usuarios.

Entre la década de los setentas y principio de los ochentas, se publicaron numerosos trabajos que pronosticaban que el consumo global de combustibles de madera, especialmente de leña,

sobrepasaría la oferta en un período dramáticamente corto. Esto desataría una severa crisis energética que para el año 2000 habría afectado a la mitad de la población mundial (Anderson and Fishwick, 1984; CEC, 1985; De Montalambert and Clement, 1983; Eckholm, 1975; FAO, 1978, 1981; Kamweti, 1984; Shell, 1980). Las premisas consideraban que al ser la demanda de leña igual al producto entre el consumo per cápita y la población total, ésta aumentaría a una tasa igual al crecimiento poblacional. Por otra parte, la oferta de leña se estimaba en función del Incremento Medio Anual (IMA) de los bosques según estadísticas oficiales (FAO, 1981; TWB, 1985), menos la pérdida de especies leñosas por procesos de deforestación y expansión agrícola ajenos a la extracción de leña¹. Los estudios consideraban que al intensificarse la escasez de leña por el aumento poblacional, se inducía a la degradación forestal, la cual a su vez era una causa principal de la falta de leña. Esto conduciría a un déficit inevitable entre la oferta y la demanda de leña.

La alarma por las predicciones atrajo el flujo de fondos de ayuda e impulsó el desarrollo y la implementación de proyectos bioenergéticos bajo un enfoque top-down, principalmente plantaciones energéticas de gran escala, difusión de estufas eficientes, y promoción de combustibles modernos (Openshaw, 1980). Hacia finales de la década de los 80's, con la experiencia acumulada por estos proyectos, se cuestionaron las premisas que conllevaron a proponer la crisis de la leña ya que la situación generalizada de escasez no se perfilaba e incluso llegaban a ser positivas entre la oferta y la demanda de la leña (Deweese, 1989; Eckholm et al., 1984; Foley, 1987; Leach and Mearns, 1988).

En las últimas tres décadas se han desarrollado a nivel mundial una gran variedad de opciones tecnológicas para mejorar la eficiencia de la cocción con leña (Dutt et al., 1989; Masera et al., 1997; Still et al., 2007), realizándose también numerosos intentos por mejorar el diseño de las estufas eficientes, lograr una mejor combustión, reducir la cantidad de humo y el consumo de combustible y hacer más eficiente la transferencia de calor.

En México, desde mediados de los años setenta hasta la actualidad, se han realizado numerosas investigaciones encaminadas al desarrollo y difusión de estufas eficientes de leña (EE) que han

¹ Los supuestos subyacentes del modelo eran: 1) el consumo per cápita es una constante; 2) no existen combustibles sustitutos a la leña; 3) la oferta comercial de madera es un buen estimativo de la oferta de leña; 4) los valores agregados o promedios de escasez, para un país o un estado, son representativos de la situación a escala local (i.e. localidades y hogares); y 5) las fuentes de oferta de leña son accesibles para toda la población.

sustentado el diseño de varios modelos, mismos que han tratado de implementarse en las zonas rurales como una alternativa para el uso sustentable de este combustible (Masera, 1994). Las EE abordan los dos principales problemas de los fogones abiertos: tienen una cámara de combustión cerrada lo que permite usar de manera más eficiente la leña y ahorrar hasta un 60% de combustible (Masera *et al.*, 2005), ya que el calor no escapa por los lados. Por otro lado, tienen una chimenea para sacar el humo al exterior de la cocina de la vivienda lo que disminuye la exposición de los usuarios a los gases y a las partículas suspendidas hasta en un 70% (Armendáriz *et al.*, 2008). Por ser estufas de leña, conservan algunos de los atributos de los fogones tradicionales.

Además de los beneficios que las EE ofrecen a sus usuarios, están también los beneficios ambientales. En particular, al disminuir el consumo de leña, se reducen las emisiones de gases de efecto invernadero. Las emisiones por el uso de la leña son de dos tipos: las de CO₂ debidas al uso de leña explotada de manera no renovable, y las emisiones de otros gases de efecto invernadero debidas a la combustión parcial de la leña (Barnes *et al.*, 1994; Johnson, M. *et al.*, 2008 y 2009). El análisis comparativo de distintas opciones de mitigación del cambio climático en México muestra que la difusión de EE se encuentra dentro de las estrategias cuyos beneficios económicos superan a los costos, incluso sin considerar los beneficios en salud (Johnson, T. *et al.*, 2009).

A pesar de presentar ciertas ventajas en varios niveles (social, salud y ambiental) respecto a los fogones tradicionales, la adopción de las EE no es trivial. Desde hace 30 años se vienen realizando en México diversas iniciativas de difusión de EE. La gran mayoría de estas iniciativas se han centrado en enfoques asistenciales con énfasis en los aspectos técnicos y estéticos, principalmente, alejados de las prioridades de los usuarios al carecer de diagnósticos amplios que sustenten la aplicación de los programas de EE. Esto ha redundado en un impacto bajo de los programas de implementación y en una pobre aceptación de varios modelos de estufas eficientes (Díaz-Jiménez y Masera, 2000).

La solución no es sencilla, los usuarios normalmente no cambian de combustible o de tecnología sino que generalmente siguen una estrategia de consumo múltiple en la que nuevas tecnologías para cocinar y nuevos combustibles son utilizados sin que los sistemas tradicionales sean abandonados.

La adopción de las innovaciones tecnológicas es un proceso gradual en el que se han identificado tres etapas: 1) la difusión; 2) la adopción o aceptación, y 3) el uso sostenido.

Desde esta perspectiva, los combustibles y las tecnologías, en vez de tener una escala de preferencias donde uno es claramente mejor que otro, poseen tanto características deseables como características no deseables que necesitan ser entendidas dentro de su contexto histórico como social (Masera *et al.*, 2000).

La combinación de combustibles seleccionados y el uso relativo de cada combustible están regidos por las características de los combustibles y los aparatos que los utilizan, aspectos relacionados con la disponibilidad del combustible y el contexto cultural local y social que determinan las preferencias de los usuarios.

En México existe una gran variedad de escritos sobre diseño y difusión de EE, entre ellos, los aportados por la experiencia del Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada A. C. (GIRA), una organización no gubernamental (ONG) con fuerte presencia en la región Purépecha del estado de Michoacán, así como numerosos estudios sobre el tema de la adopción de EE (Ahmed *et al.*, 2005; Díaz-Jiménez R. y Masera, 2000; Goldemberg, 2000, Barnes *et al.*, 1994; Schenk-Sandbergen, 1991; Clarke, 1985), empero todavía no se ha logrado entender cabalmente cuáles son los factores que contribuyen a la mejor adopción de una estufa eficiente y si los diseños actuales constituyen las tecnologías que deben de ser diseminadas a lo largo y ancho del territorio nacional, como actualmente se lleva a cabo a través de los programas gubernamentales, en función de su sustentabilidad; así mismo, hay muy pocos trabajos enfocados de manera particular en el estudio de los impactos derivados del uso sostenido de estas estufas.

En este contexto, en el presente estudio se ha desarrollado un diagnóstico integral para comprender la dimensión social de Xalpatláhuac, una comunidad del municipio del mismo nombre identificada con un nivel de rezago social alto y marginación muy alto (SEDESOL, 2009), perteneciente a la Montaña Alta de Guerrero; tomando especial interés en identificar el patrón social de uso energético, el reconocimiento de la tradición tecnológica de la comunidad y los actores de cambio dentro del espacio comunitario. El objetivo central es demostrar que si una EE, una tecnología para la cocción de los alimentos, responde a la caracterización de *tecnología apropiada*, es decir, que se apega a las tradiciones culturales, es sustentable, sencilla, emplea la mano de obra local, es participativa, puede ser exitosa en la comunidad rural pues podemos aproximarnos a comprender los aspectos sociales y culturales respecto al uso de los energéticos y las tecnologías tradicionales asociadas y garantizar su uso sostenido. Además, que una correcta intervención comunitaria, contribuye decisivamente a la generación de programas de difusión de estufas de leña

exitosos que garantizan el uso sostenido de la tecnología y su contribución a la mitigación de las problemáticas asociadas al uso de los fogones abiertos.

A partir de los resultados aquí expuestos, se logró encontrar una propuesta de tecnología apropiada para la cocción de los alimentos y se rediseñó un modelo de EE *Patsari* de lodo y arena, monitoreando el uso sostenido con mujeres de la comunidad que aceptaron la propuesta tecnológica una vez que ellas mismas lo solicitaron a partir de la difusión del modelo piloto, para poder identificar los impactos generados en cuanto a su apropiación y disseminación por la comunidad, el tipo y cantidad de leña que se utiliza (ahorro), técnicas de cocinado y los impactos sociales y ambientales producto de la utilización de la estufa. Haciendo hincapié en que el presente trabajo no sólo es el desarrollo de un método de evaluación del desempeño en campo de dispositivos para la cocción con leña, haciendo énfasis en los aspectos técnico-energéticos, con la finalidad de derivar aspectos de diseño para la innovación, desarrollo y difusión de este tipo de tecnología de evaluación meramente técnica de una propuesta de EE; también se trata del reconocimiento de que la larga cadena de aplicación ciencia-tecnología, debe explorar que el desarrollo tecnológico de estufas eficientes de leña es un proceso complejo que comprende aspectos sociales, culturales, económicos y tecnológicos, para asegurar su éxito.

Este trabajo es el resultado de investigaciones iniciadas en septiembre de 2009 y finalizadas en febrero de 2013, sobre la interacción de todos los factores que harían de la propuesta de EE, una tecnología apropiada para el municipio de Xalpatláhuac, extensible a un gran número de comunidades de la Montaña Alta de Guerrero con similares características geográficas, sociales y culturales.

1.1. Preguntas de investigación

Con base en la revisión de los factores involucrados en la generación y adopción de tecnologías, y considerando las dificultades que se han encontrado en la implementación de estufas eficientes en esta región de la Montaña de Guerrero, se plantearon las siguientes preguntas de investigación:

¿Cuál es el patrón social de uso energético y qué papel posee la leña como combustible en esta comunidad?

¿Qué factores sociales, culturales, económicos y ambientales están involucrados en la toma de decisiones de los usuarios al elegir una tecnología para cocción de alimentos en esta región?

¿Corresponden los actuales diseños de estufas eficientes diseminados en esta región una tecnología apropiada para esta comunidad perteneciente a la Montaña Alta de Guerrero?

¿Cómo es el proceso de generación, difusión y adopción de las estufas eficientes en esta región de la Montaña de Guerrero por parte de instituciones gubernamentales y no gubernamentales?

¿Cuál sería una metodología apropiada para un programa de difusión de estufas eficientes?

1.2. Objetivo general

A partir de las preguntas de investigación, el objetivo general fue desarrollar el diseño de una tecnología apropiada para la cocción de los alimentos, una Estufa Eficiente sustentable, en el municipio de Xalpatláhuac, perteneciente a la región Montaña Alta de Guerrero, y contribuir en una propuesta metodológica para un programa de difusión de estufas eficientes para la introducción de estas tecnologías en el medio rural.

1.2.1. Objetivos particulares

Contribuir con un estudio energético que sea la base para la introducción de nuevas tecnologías apropiadas en este medio rural.

Detectar problemas en el diseño y construcción de estufas eficientes.

Analizar los problemas en los programas de difusión de estufas eficientes.

Encontrar la *tecnología apropiada* para la cocción de los alimentos

1.3. Metodología

Encontrar cuál podría ser una tecnología apropiada para una comunidad rural no es trivial; se trata de la conjunción de muchos factores que se encuentran presentes en el quehacer cotidiano de una comunidad y que no son fácilmente perceptibles por agentes externos a esta. Por tanto el desarrollo de esta investigación se empleó el diseño metodológico conocido como investigación-acción participativa (IAP), que es una modalidad de trabajo que genera conocimiento, que produce cambios y que, en última instancia engloba una intervención, una evaluación y una investigación (Ander-Egg, 1990).

Dentro de esta metodología se desarrolló una intervención comunitaria que arrojó un diagnóstico social y la identificación de los problemas de la comunidad por parte de los habitantes del pueblo. Este diagnóstico marcó la línea de acción que comprende la IAP en la generación de una propuesta de estufa eficiente y un programa de difusión con lo cual se estudió el uso sostenido de la tecnología desde inicios de 2010 hasta 2013.

Los tiempos de investigación presencial, de septiembre de 2009 a febrero de 2013, comprendieron dos estancias largas en comunidad, una al inicio de la investigación de septiembre de 2009 a marzo de 2010, y otra de octubre a noviembre de 2013, para sistematizar la información referente al uso sostenido. Durante los cuatro años de trabajo, se realizaron 21 sesiones de monitoreo y 7 periodos de construcción de estufas eficientes dentro del programa de difusión.

Capítulo 2

Marco teórico

2.1. El carácter social de la tecnología

Desde los inicios la humanidad ha creado todo tipo de herramientas y utensilios para solucionar de manera más eficiente las necesidades básicas planteadas por el entorno en el que nos desarrollamos. La tecnología surgió como el factor mediador entre los seres humanos y su relación con el mundo exterior, material. Pero al actuar sobre ese mundo material, la humanidad no sólo lo transforma para sus propios fines útiles, sino que también realiza, inevitablemente, un acto de auto-transformación y autorrealización (Marx, 1984). Esta visión es antagónica a la concepción plana que considera sólo a la tecnología como todo aquel instrumento, procedimiento, método o idea que nos permite resolver un problema (Redman, 2004).

El cambio tecnológico equivale al desarrollo cualitativo de las fuerzas productivas, en un cuadro de relaciones de propiedad definidas por el modo de producción prevaleciente (Marx, 1973). Innovar significa incrementar la fuerza social del trabajo, en condiciones impuestas por las relaciones de producción dominantes. Bajo el capitalismo las normas que definen cómo, cuándo, y para qué se innova son las leyes de acumulación (Marx, 1982). El cambio tecnológico es un fenómeno social, porque está condicionado por las características de sistema capitalista.

Esta definición del cambio tecnológico, basada en el desarrollo de las fuerzas productivas al interior de las relaciones de producción es diferente, a la noción de "progreso técnico", en primer término, porque innovar no supone necesaria e inexorablemente un "progreso". La innovación es un proceso objetivo, cuyos efectos potencialmente progresivos están en permanente conflicto con la acumulación del capital (Marx, 1984).

La innovación implica un cambio tecnológico y no "técnico", ya que supone la aplicación de conocimientos científicos a la producción, y no el simple uso de habilidades prácticas o artesanales.

Actualmente hay muchas teorías que pretenden explicar el cambio tecnológico, sin embargo, entender el mismo en función del desarrollo de las fuerzas productivas, se contrapone a las dos

variantes ahistóricas y formalistas del cambio tecnológico: "progreso técnico exógeno", generado en el universo cerrado de la ciencia y transferido sin ningún costo a la economía; y el "progreso técnico endógeno", incorporado a la producción dentro del "factor trabajo" y/o el "factor capital". Estas visiones ignoran en cambio el carácter social del cambio tecnológico, al pretender cosificar la innovación dentro de algún "factor". El capital y el trabajo no son "factores" técnicos, cuyas productividades marginales aumentarían o decrecerían, según la magnitud de las innovaciones absorbidas. Representan los dos polos de la relación social dominante bajo el capitalismo. Uno expresa la acumulación del trabajo no remunerado a los asalariados, y el otro es la fuente de esta generación de valor y plusvalía. La innovación hay que situarla en el desenvolvimiento de esta relación (Marx, 1982; Mandel, 1978; Shaik, 1991). Aceptar estas variantes significa que mediante "funciones de producción", se estima cuál es la mejor tecnología que debería aplicarse en cada circunstancia, desechando así el conjunto de fenómenos sociales que la rodean.

Este análisis intenta diferenciar el descubrimiento de las nuevas tecnologías de las condiciones económicas de su aplicación, y resulta extremadamente útil para el estudio histórico y social del cambio tecnológico; sirve para indagar, qué requisitos impone el proceso de valorización del capital al uso económico-práctico de las invenciones. El mayor aprovechamiento social de las nuevas tecnologías choca con los parámetros del beneficio.

Los enfoques evolucionistas² configuran las "trayectorias naturales" que seguirían las tecnologías más adaptables a cada circunstancia. Frecuentemente estas nociones derivan en estudios descriptivos que contribuyen a la sociología de la innovación, pero no a la explicación del cambio tecnológico.

2.2. Desarrollo e innovación de tecnología rural.

La evaluación de una tecnología en el ámbito rural es un proceso interactivo y de constante re-actualización. Se debe contemplar trabajo en laboratorio y en campo, relacionado con diferentes dispositivos; debe analizarse desde diferentes perspectivas, energética, salud, ambiental y se tendrá que tomar en cuenta aspectos de tipo social y económico relacionados con los usuarios finales. Sólo así podrá ser la pauta para fortalecer el proceso de innovación tecnológica. El desarro-

² El evolucionismo se propone establecer cuáles son los contextos históricos, económicos, y políticos, que a través de "paradigmas" diferenciados, condicionarían la innovación.

llo tecnológico no se debe a un solo factor o a una causa, pensarlo así sería limitar el amplio contexto en el que se genera el conocimiento y por tanto, la tecnología (Berrueta, 2007).

El aprendizaje tecnológico contempla dos dimensiones: conocimientos que se concretan materialmente en dispositivos, equipos o documentos, lo cual brinda la oportunidad transmitirlos a otras personas, y conocimientos que poseen los usuarios directos de la tecnología. De esta forma, los usuarios logran ser parte del avance tecnológico en la medida que los desarrolladores de la tecnología regresen a ellos a “aprender” para después innovar. Por tanto, el desarrollo tecnológico, transcurre en un ciclo dinámico de retroalimentación constante. Al incidir en estas etapas se propicia una capacidad de hacer crecer el aprendizaje tecnológico cualitativa y cuantitativamente, y brinda la oportunidad de generar innovaciones (Salado, 2002).

El proceso de aprendizaje que conlleva el desarrollo de tecnologías, tiene diversas formas que permiten comprender el complejo contexto de una tecnología (Berrueta, 2007). Estas formas son:

Aprender haciendo. El aprendizaje se lleva a cabo a partir de resolver problemas que se plantean en el camino, a través de aprender a utilizar, de mejor manera, el equipo y herramientas.

Aprender usando. El aprendizaje se desarrolla como una acumulación progresiva de habilidades y conocimientos, mediante la experiencia de utilizar equipos o procesos, de forma que cada vez se hace uso más eficiente de ellos.

Aprender interaccionando. El aprendizaje ocurre en un espacio determinado de interacción mutua que se va enriqueciendo con el tiempo.

Aprender a aprender. El aprendizaje constituye una habilidad especializada que se desarrolla dentro del propio proceso de aprendizaje; es decir que desarrollando la habilidad de apropiarse de conocimientos nuevos es posible sustituir las formas menos eficientes de hacer las cosas.

Desde esta óptica, cuando se desarrolla una tecnología únicamente *desde el conocimiento*, se llega a la etapa de *aprendizaje antes de la práctica*; a partir del momento en que una nueva tecnología se incorpora en un contexto específico, surgen estas nuevas modalidades de aprendizaje englobadas como *aprendizaje por la práctica* (Nieto, 1999). Este aprendizaje surge espontáneamente en la realización de tareas repetitivas, mediante la práctica, y a través de la corrección de errores, se introducen pequeñas variaciones en el diseño inicial de los dispositivos de cara a mejo-

rar su eficiencia y su funcionamiento. Asimismo, a partir de la experiencia, se da la posibilidad de mejorar la tecnología.

El proceso de aprendizaje tecnológico es un proceso colectivo que se realiza cuando los usuarios directos están activamente involucrados en el proceso del desarrollo de una tecnología (Villavicencio, 2006). Estos procesos colectivos de aprendizaje están limitados por el conjunto de relaciones sociales, prácticas y reglas que marcan las pautas de comportamiento e interacción de las personas.

Los efectos de estos procesos de aprendizaje se han observado, estudiado y medido, desde hace décadas en la mayoría de las industrias (automotriz, aeronáutica, petroquímica, microelectrónica) y han dado como resultado la progresiva disminución de los costos de producción y del precio de los productos (Nieto, 1999) sin embargo, en el ámbito rural estos procesos de aprendizaje no han sido documentados y mucho menos llevados al proceso de innovación de tecnología, se cree, equivocadamente, que por tratarse de tecnología dirigida a campesinos, muchas de las veces, sin estudios y en condiciones de marginación, poco o nada es lo que pueden aportar al desarrollo tecnológico.

2.3. Programas para el *desarrollo* y tecnologías

A mediados del siglo XX, después de la segunda guerra mundial, los países más industrializados principalmente los Estados Unidos, generaron programas para promover el desarrollo de los países pobres. Estos programas trataban de responder al fracaso de la *Guerra Fría* y la respuesta nuclear masiva para detener las guerras civiles que se desarrollaban en China, las guerrillas de Grecia, Malaya, Vietnam, Cercano Oriente, Laos y América Latina. Implementándose guerras contrarrevolucionarias apoyadas en militares y gobiernos nativos que iban de la mano con planes socioeconómicos en las áreas de pobreza, supuestamente generadoras de malestar e insurrección.

Detrás del equipamiento militar, llegaron los programas civiles preventivos que, en el caso de América Latina, se llamaron Alianza para el Progreso (ALPRO) (Saxe, 1975). El llamado desarrollo agrícola fue uno de sus principales campos de acción y dentro de éste surgió la denominada *revolución verde*, que trabajó sobre la idea de que a través de diseminar los avances tecnológicos alcanzados en los países desarrollados se podría acabar con el hambre en el mundo (López y Sánchez, 2001).

La idea central de los programas impulsados en muchos países de América Latina, Asia y África fue aumentar la productividad agrícola a través del uso de maquinaria, fertilizantes y pesticidas (Chambers, 1993; Van den Ban y Hawkins 1996). No obstante este tipo de programas demostraron su incapacidad debido a que sólo se preparó a los sectores campesinos para una masiva introducción a la sociedad de consumo a través de programas de desarrollo de infraestructura donde los grandes beneficiados fueron las multinacionales y sus agentes nativos, generando alta dependencia al financiamiento, tecnología, maquinaria e insumos (Fals, 1964).

Por otro lado, en la década de los setentas se pronosticó que el consumo global de combustibles de madera, especialmente de leña, sobrepasaría la oferta en un período dramáticamente corto. La alarma por las predicciones atrajo el flujo de fondos de ayuda e impulsó el desarrollo y la implementación de proyectos bioenergéticos bajo un enfoque top-down, principalmente plantaciones energéticas de gran escala, difusión de estufas eficientes, y promoción de combustibles modernos con un enfoque muy similar a los programas *desarrollistas* implementados inmediatamente después de la segunda guerra mundial (Openshaw, 1980). Hacia finales de la década de los 80's, con la experiencia acumulada por estos proyectos, se cuestionaron las premisas que conllevaron a proponer la crisis de la leña ya que la situación generalizada de escasez no se perfilaba e incluso llegaban a ser positivas entre la oferta y la demanda de la leña (Deweese, 1989; Eckholm et al., 1984; Foley, 1987; Leach and Mearns, 1988).

2.4. La transición energética

Los cálculos planteados en la década de los setentas tampoco consideraban los aspectos esenciales relacionados a la transición energética y al uso múltiple de tecnologías, de hecho, estuvieron fuera de las proyecciones tanto de la implementación tecnológica como del entendimiento de interacción entre los individuos y sus consumos energéticos, reforzando así la idea de Marx (1984) sobre el *progreso* en el sistema capitalista. Se considera que la transición energética también significa la adquisición de una nueva tecnología, pero sin que ello implique el reemplazo de la anterior; es decir, que se practica un uso múltiple de combustibles y tecnologías.

2.5. Escalera energética

Es un modelo que considera que los combustibles pueden ubicarse en un gradiente que va desde los denominados *peores combustibles* (estiércol, leña) que se consideran ineficientes, contaminantes y más barato, hasta los *mejores* (queroseno, GLP, electricidad) considerados más eficientes

y menos contaminantes, aunque también más costosos. De acuerdo a esta teoría, las personas que usan los combustibles ubicados en la base de este gradiente son precisamente los que tienen un bajo ingreso económico, mientras que personas con un poder adquisitivo mayor son las que se usan los mejores combustibles (Leach, 1992). Mientras incrementa el ingreso económico de las familias éstas también podrán tener la capacidad de adquirir un mejor tipo de combustible. En este planteamiento, la transición de un mal combustible a otro denominado como mejor, es un proceso lineal y unidireccional mediado únicamente por el ingreso económico.

En el contexto energético y tecnológico, la *escalera energética* supone que la sustitución de un combustible por otro no se presenta en un contexto complejo de relaciones sociales, extrayendo únicamente la posición social como principal indicador y como el estímulo para migrar entre tecnologías y combustibles, debido a que el alto costo de dichas tecnologías es precisamente lo que otorga el símbolo de mayor estatus social a las familias que las adquieren. Estos modelos consideran que, al menos en zonas urbanas, la sustitución energética y por consiguiente tecnológica, es un proceso lineal. Conforme la población se va urbanizando, la leña escasea y las familias adquieren mayor ingreso económico, por lo que se encontrará una tendencia hacia el reemplazo de combustibles (Heltberg, 2004). Sin embargo, esta sustitución no solo se presenta por el reconocimiento de los beneficios tanto energéticos (ahorro y eficiencia) como de salud (menor contacto con el humo), sino también para demostrar que se ha adquirido un mayor estatus social.

2.6. Uso múltiple de tecnologías

Contrario a la escalera energética, se reconoce que esta transición no es lineal como se había sugerido, sino que es un proceso paulatino donde antes de reemplazar completamente a los combustibles tradicionales, las personas utilizan estrategias de uso múltiple de tecnologías. Desde esta perspectiva, las nuevas tecnologías se integran y complementan a las de uso tradicional, las cuales, en muy pocas ocasiones dejan de usarse por completo. La rapidez y magnitud de este fenómeno de transición energética y tecnológica, está muy relacionado con el costo tanto de los dispositivos como de los combustibles, es decir, con el ingreso económico de las familias; sin embargo, éstos no son los únicos factores, sino que existen muchos otros en los distintos contextos tanto histórico como culturales (Maserà et al., 2000).

El uso múltiple se presenta cuando interactúan de manera simultánea dos tipos de factores aquellos que promueven el uso de nuevas tecnologías y los que influyen para que las personas

continúen usando la tecnología tradicional. Esta dinámica de uso se ha observado con mucha frecuencia en estudios realizados en comunidades rurales (Leach, 1992). En el área de la agricultura también se ha visto algo similar; se presenta una transición parcial del uso de animales de tiro hacia la implementación de tractores, dado que, por necesidades específicas, los animales continúan siendo de gran ayuda en dicha actividad (Masera, 1990). De esta manera, la diversificación tecnológica se convierte en una estrategia importante para asegurar el abastecimiento de combustibles utilizados en las tareas domésticas y, al mismo tiempo, para aprovechar las ventajas que otorga el uso de cada una de ellas; por ejemplo: la combinación de estufa de gas LP, horno de microondas y, estufas eficientes de leña, todos ellos para realizar algunas de las tareas de cocinado. De esta manera se entiende que combustibles específicos son usados de manera preferencial para tareas específicas (Masera et al., 2000). Además del proceso y los mecanismos que intervienen en la transición energética, autores como Rogers (2003) y Rivedo y cols. (2005), se han dedicado al estudio de los procesos que explican la difusión, adopción y apropiación o uso sostenido de nuevas tecnologías.

Tratando de entender el fracaso de la revolución verde y de otros programas de difusión de tecnología en el medio rural en países no industrializados, así como la manera en la que se da la transición energética, se reconoce la importancia de estudiar el proceso mismo de la implementación de tecnologías, considerando desde cómo se genera una innovación, cómo se difunde, y si finalmente es aceptada o no por los destinatarios. A partir de esta búsqueda se han desarrollado distintos modelos que representen las diferentes formas de abordar una implementación (Rogers, 2003; Roling, 1988).

2.7. Difusión de innovaciones tecnológicas

De acuerdo con Rogers y Kincard (1981) en su teoría de difusión y adopción de innovaciones, la difusión es el proceso a través del cual una idea es transmitida a través de ciertos canales en un determinado periodo de tiempo, entre los miembros de un sistema social. Estos autores proponen dos modelos de difusión: el centralizado y el no centralizado, basado el primero en una sola vía de comunicación, del facilitador al usuario potencial; por otro lado en el no centralizado, los participantes crean y comparten información para poder alcanzar un entendimiento mutuo.

Los medios de comunicación masivos son los más rápidos y eficientes para informar a una audiencia potencial de adoptadores acerca de la existencia de una innovación. Por otro lado, los me-

dios interpersonales, o de comunicación frente a frente, son los más efectivos para persuadir a un individuo de aceptar una nueva idea, especialmente si la comunicación se presenta entre dos o más personas con características socioeconómicas y niveles de educación similares (Rogers, 2003). Algo muy importante dentro de este diálogo frente a frente, es el intercambio de experiencias, conocimiento e información, con la finalidad de acercarse a los actores sociales para facilitar la organización y la generación de propuestas que puedan ser implementadas para la búsqueda de soluciones específicas (Roling, 1988). Por lo que, el diálogo y la comunicación entre los usuarios potenciales contribuye de manera significativa en el primer contacto directo del usuario y la tecnología; es decir, en la aceptación de la innovación. Esta comunicación es imprescindible a lo largo del uso de la innovación ya que los usuarios intercambian experiencias, las cuales, incentivan la exploración sobre los posibles usos que tiene la nueva tecnología. De esta manera, la innovación tiene mayor oportunidad de adaptarse a las necesidades de los usuarios y viceversa.

Es a través del proceso de difusión que los miembros de un grupo pueden llegar a conocer una innovación y percibirla como algo útil en la medida en que su nivel de utilidad está en función de un problema que detectan y comprenden. El proceso de difusión se vuelve autosuficiente cuando se alcanza una masa crítica de usuarios; en ese momento cada individuo percibe a la innovación como aceptada por el grupo. En este contexto, el proceso social se vuelve tanto o más importante que la tecnología en si misma, ya que de este depende en última instancia, el éxito o el fracaso de un programa de difusión (Rogers, 2003).

2.8. La adopción de innovaciones en áreas rurales

En cualquier parte del planeta y en cualquier sociedad, adoptar una nueva tecnología lleva tiempo, particularmente cuando ésta necesita ser asimilada independientemente por cada individuo (Troncoso, 2010). Existen modelos que explican cómo se da el proceso al interior de una comunidad.

Rivoredo y cols. (1995), mencionan la adopción de tecnologías, definiéndola como un proceso que se da en tres etapas: 1) la adopción potencial: esto es, la adecuación de una tecnología a las características del sistema al que se planea integrar; 2) la adopción observada: esto es, el proceso mental por el cual pasa un individuo desde el primer momento en que escucha hablar de una tecnología hasta su adopción final, y 3) la adopción final: esto es, cuando los individuos tienen la información completa sobre la tecnología y su funcionamiento.

En este momento las personas tienen la información necesaria para decidir adoptar una innovación. Se habla aquí de un proceso personal en donde el hecho de que una tecnología tenga una buena adopción potencial no significa que va a tener una adopción final o efectiva. La velocidad en que los miembros de un sistema social adoptan una innovación, generalmente se mide en el número de individuos que adquieren la nueva idea en un periodo específico de tiempo.

Rogers (2003) propone que dentro de cada comunidad existen individuos con actitudes distintas ante las innovaciones. En primer lugar están los innovadores: gente sensible y entusiasta que aceptan fácilmente las innovaciones aún antes de haber comprobado su eficacia. Hay otros que se sumarán rápidamente a los primeros en adoptar una nueva tecnología, estos son los adoptadores tempranos. En la medida en que éstos sean personas respetables dentro de una comunidad, funcionan como modelos para el resto de la población. A estos le siguen los adoptadores tardíos, gente que ve las ideas nuevas con mucha precaución, los escépticos. Finalmente están los que tienen sus puntos de referencia en el pasado, y prefieren evitar las innovaciones y las aceptan sólo bajo presiones económicas o sociales. La visión de estos individuos es puramente local y rara vez sale del contexto social local; son suspicaces hacia las innovaciones y hacia los innovadores (Rogers, 2003; Van den Ban *et al.*, 1996).

En muchas ocasiones, la situación económica obliga a las personas a ser extremadamente precavidas cuando se trata de adoptar una innovación. Se puede decir que es hasta que el usuario se vuelve independiente en el manejo y mantenimiento de la nueva tecnología cuando se dice que ésta ha sido aceptada (Rogers, 2003).

El proceso de adopción de tecnología está íntimamente ligado con los factores de toma de decisiones por parte de los usuarios potenciales. De acuerdo con Muth y Hendee (1980), se reconocen cinco etapas en esta toma de decisiones:

1. **Toma de conciencia del problema:** los posibles usuarios detectan el problema que la tecnología pretende resolver. Hay muchos problemas que parecen obvios desde el punto de vista del observador externo, pero que a nivel local no son vistos como un problema por parte de la gente. En esta etapa es importante ver quién toma la iniciativa de proponer una innovación, cómo se formula una idea, con base a qué se diseña una tecnología y cómo es el proceso de difusión.

2. **Desarrollo de interés:** la innovación logra llamar la atención de posibles usuarios. Este punto está desde luego muy ligado con el primero.

3. **Evaluación:** el posible usuario evalúa las ventajas y desventajas de adoptar una innovación tecnológica.

4. **Aceptación:** se da la decisión fundamental, el posible usuario rechaza o acepta probar la innovación.

5. **Adopción o abandono de la nueva tecnología,** se da después de un periodo de prueba en el que la tecnología se incorpora efectivamente a la vida cotidiana de los usuarios o se rechaza definitivamente.

Para que una tecnología sea adoptada por los usuarios debe representar una ventaja relativa, es decir, debe ser más útil como herramienta, método o idea que aquélla que está reemplazando. Debe también ser compatible con las actitudes, valores, creencias y necesidades de los potenciales usuarios, ya que una innovación que vaya en contra de una costumbre muy arraigada en una comunidad va a ser difícilmente adoptada. Debe además ser fácil de entender y de implementar y sus efectos y beneficios deben ser visibles para el usuario (Marx, 1984; Van den Ban *et al.*, 1996, Rogers, 2003).

Cuando se busca que se dé la adopción de una tecnología se debe tomar en cuenta que sus usuarios la evaluarán seleccionando los elementos que mejor se adapten a sus circunstancias particulares (Chambers *et al.*, 1993). Se ha observado por ejemplo, que los campesinos normalmente no incorporan una nueva tecnología y desechan la vieja, sino que van incorporando aquellos elementos de la innovación que les interesan (Chambers *et al.*, 1993, Masera *et al.*, 2000).

El proceso de adopción de una tecnología no termina cuando el usuario acepta adoptarla. Es necesario dar seguimiento a la innovación para verificar que los aspectos para los que fue diseñada sigan funcionando de manera óptima. Sólo cuando el usuario se vuelve independiente en el manejo y mantenimiento de una nueva tecnología se puede decir que ésta ya fue adoptada.

En el proceso de adopción de tecnología, es entonces fundamental conocer a los potenciales usuarios para poder identificar si sus necesidades y posibilidades están siendo tomadas en cuenta en el diseño de la nueva tecnología. Para aprender de los posibles usuarios así como para entender la manera en la que toman sus decisiones, es necesario estudiar cómo es que cada uno de los actores involucrados en el proceso lo conciben, y cómo es que esta concepción influye en la manera en que se da el proceso desde la formulación de una idea hasta su adopción.

Por parte de la entidad que promueve la tecnología, resulta fundamental que se lleve a cabo un seguimiento de la interacción del usuario con la tecnología; de esta manera es posible verificar que el dispositivo cumple correctamente con sus funciones y además que el usuario la utilice y le dé el mantenimiento y cuidado necesarios (Troncoso, 2007). Una de las responsabilidades de los agentes de cambio, es crear un mejor ajuste entre lo que está pasando en el campo y aquellos que financian, planean, diseñan y deciden cómo será una intervención. La difusión de una innovación no debiera servir únicamente para transmitir a los pobladores del medio rural los desarrollos logrados en la investigación, sino también para comunicar los intereses de las familias rurales a los investigadores de las universidades (Roling, 1988; Van den Ban y Hawkins, 1996; Castillo, 1999; Buck *et al.*, 2001), por lo que debería ser un trabajo de dos vías.

Por lo general el éxito de esta etapa se mide por la velocidad y la amplitud (número de personas) de aceptación. Es decir, que cuando la adopción de una tecnología se presenta en lapso corto de tiempo y en un número significativo de hogares, se considera que además de garantizar la adopción, ésta también ha sido exitosa (Troncoso, 2010). Sin embargo, para que una innovación tecnológica pueda ser adoptada por más gente, hay que ayudar a los habitantes rurales a que reconozcan su capacidad de transformar su realidad en el sentido de reflexionar sobre la manera en la que hacen las cosas y sobre cómo podrían hacerse mejor (Freire, 1973). La apropiación tecnológica sólo puede ser alcanzada a través de trabajar con la gente. Es su motivación, entendimiento, interés, entrega y organización lo que hace posible una apropiación exitosa (Roling, 1988).

2.9. Pobreza e innovaciones tecnológicas

Para los propósitos de este trabajo se define a la pobreza como la incapacidad de satisfacer las necesidades básicas, así como la carencia de bienes y servicios para obtener un mínimo nivel de bienestar y la falta de oportunidades y habilidades para generar dicho bienestar de manera permanente (Guevara, 2003). Las mujeres son consideradas el grupo de mayor vulnerabilidad entre los pobres además de ser más numerosas que los hombres en el volumen total de los pobres (Salles y Tuirán, 2000; Fernández, 1990).

Las mujeres, y particularmente las mujeres pobres de los países llamados *en vías de desarrollo*, trabajan más horas que los hombres, no sólo en la casa sino en las labores del campo. En los más pobres, las mujeres que trabajan son generalmente solteras, viudas, divorciadas o abandonadas (World Bank, 1987; Gómez de León y Parker, 1999).

Muchos programas de estufas eficientes han fracasado ya sea por razones económicas o tecnológicas, o porque la tecnología ha fallado en resolver las necesidades reales de las mujeres (Skutsch y Clancy, 2004). La pobreza, su precaria situación en cuanto a derechos de tenencia de la tierra y la falta de apoyo, se han identificado como factores que desmotivan a las mujeres a invertir en nuevas tecnologías. Se ha encontrado incluso que es mayor la diferencia en las posibilidades de adopción entre mujeres de distintos estratos sociales, que la diferencia entre hombres y mujeres del mismo estrato social (Shenk-Sandbergen, 1991; Boserup, 1989).

Debido a que los pobres se encuentran en la urgencia por conseguir satisfactores básicos para sobrevivir, el valor relativo del consumo presente respecto al consumo futuro es muy grande. Los pobres están dispuestos a enfrentar altos riesgos ambientales, (como quedarse sin bosques), por resolver sus necesidades día a día (Guevara, 2003).

En las casas más pobres se incrementan las dificultades para recolectar leña: mientras más pobre es la mujer, su acceso al recurso es más restringido y más grande la distancia para recolectar su leña (Schenk-Sandbergen, 1991). Consecuentemente, los más pobres son los más necesitados porque no tienen otras opciones y a la vez los que más se beneficiarían del ahorro de combustible por su falta de acceso a la tierra. En este sentido, un ambiente degradado puede agravar la pobreza porque los pobres en el ámbito rural dependen directamente de los recursos naturales. En esta situación solo les quedan dos opciones: o complementan sus escasos ingresos intensificando el uso de los recursos naturales a los que tienen acceso, o emigran hacia las ciudades (Guevara, 2003).

En el llamado *tercer mundo*, existe una necesidad urgente de la población más pobre por acceder a tecnologías que resuelvan algunos de sus problemas. Existen decenas sino cientos de tecnologías para solucionar estos problemas y cientos de programas de implementación se han llevado a cabo en todo el mundo con distintos financiamientos para tratar de acercar estas tecnologías a las comunidades pobres. Sin embargo, no han podido llegar de manera significativa a resolver las necesidades de los más pobres (Khosla, 1985; Saatkamp, *et al.* 2000).

La pobreza es una barrera económica ligada directamente a la capacidad de una persona de adquirir un bien, y pobreza también es una barrera cultural que determina la manera en que esta persona percibe un cambio en su vida, y la capacidad que tiene de asumir el riesgo de probar algo nuevo.

En este sentido, toda adopción tecnológica implica más trabajo al principio y suele ir acompañada de un riesgo que el usuario debe asumir (Boserup, 1981). Las mujeres solas en áreas rurales se convierten en el grupo más desprotegido (Acosta, 1993; Salles y Tuirán, 2000). Su situación ambigua en cuanto a sus derechos de propiedad de la tierra y su dificultad de ocuparse de las labores agrarias la ponen en una situación de desventaja.

Pareciera que entre más posibilidades económicas tiene una familia, más mejoras puede hacer en su consumo de energía. Los que menos tienen menos pueden invertir para mejorar (Skutsch y Clancy, 2004) produciéndose un círculo difícil de romper. Así, escasas entradas de dinero combinado con disponibilidad de leña hacen más fuerte la dependencia en la leña (Barnes, *et al.*, 1994). Aunque el costo del gas LP no es determinante en la sustitución de leña para cocinar, hay una clara relación entre el nivel socioeconómico y el uso de gas LP. A mayor nivel económico mayor probabilidad de que una familia use gas LP (Masera, 1994; Masera y Navia, 1997; Troncoso *et al.*, 2007).

2.10. Uso sostenido de tecnologías

Se considera que, para poder completar el entendimiento sobre la difusión tecnológica, es importante enfocarse en los mecanismos de la adopción, es decir, desde la aceptación hasta el uso sostenido (post-adopción o apropiación) de la tecnología (Shih y Venkatesh, 2004). El uso sostenido es una etapa más del largo proceso que el de la adopción de tecnologías. Se considera que esta etapa opera como un sistema dinámico ya que en ésta interactúan diversos factores como: el usuario, la tecnología, el combustible, además de los contextos socioeconómico y ecológico. Esta etapa se presenta después de que las personas toman la decisión de adoptar una innovación tecnológica, en caso contrario, se da el abandono de ésta. Durante dicho proceso, los individuos hacen de una innovación tecnológica parte de su vida cotidiana y se apropian de los elementos culturales que al principio les parecían ajenos. (Overdijk y van Digglen, 2006).

Esta etapa analiza el uso de la innovación tecnológica en términos de intensidad y diversidad (Shih y Venkatesh, 2004). Se refiere a los usuarios como: a) Intensivos: aquí el uso de la innovación es significativo en términos del tiempo destinado a su uso y en términos de la diversidad de usos; b) Especializados: aquí las personas destinan el uso de la innovación a tareas específicas y lo hacen de manera intensiva; c) No especializados: en este caso las personas tienden a seguir un patrón de uso diversificado de la innovación y no necesariamente intensivo; y d) Limitados: aquí los usuarios

presentan una baja intensidad y diversidad de uso de la tecnología lo que podría llevar hacia el abandono de ésta.

Mientras que la adopción se mide por la velocidad y amplitud en las que una innovación es aceptada, el uso sostenido en cambio, se basa en parámetros como la intensidad y la diversidad de usos que las personas dan a la innovación una vez que esta ha sido aceptada. El periodo de tiempo en el que este proceso se lleva a cabo es mayor en comparación con la adopción. Durante esta etapa las personas presentan distintos patrones de uso (dependiendo de sus necesidades) y por consiguiente, tienden a moverse constantemente en cualquiera de las cuatro clasificaciones de usuarios. Las dimensiones o contextos que determinan la dinámica de uso son: 1) El contexto social en cual los usuarios se desenvuelven, la comunicación y el intercambio de experiencias sobre el uso de la innovación; 2) la dimensión tecnológica entendida ésta como las características directamente relacionadas con la innovación, tal y como la facilidad de manipulación y las ventajas que el uso de la innovación representa en comparación con otras tecnologías empleadas para tareas similares; 3) la dimensión personal, relacionada con la habilidad, creatividad y curiosidad de la persona para innovar el tipo de usos que le dan a la tecnología. Por ejemplo, innovaciones de compleja manipulación pueden provocar que la persona interrumpa su uso. Este tipo de experiencias fallidas, pueden o no, en un futuro, limitar el uso de nuevas tecnologías; y 4) Los factores externos, como recibir la influencia de los medios de comunicación, pueden reforzar el uso de la innovación (Shih y Venkatesh, 2004).

En el uso sostenido, al igual que en la adopción, la comunicación vuelve a ser de gran importancia, aunque esta vez en el contexto del uso de la tecnología. Cuando entre usuarios se intercambian información sobre el funcionamiento y de la innovación, las dificultades que puedan presentarse durante el uso pueden ser resueltas más fácilmente. Sin embargo, cuando éstos intentan resolver estas dificultades por sí mismos, pueden importunarse, llegando a usar la tecnología de manera limitada o incluso llegar a abandonarla. Por esta razón el nivel de interacción o intensidad de comunicación entre las personas, tienen un enorme impacto en este proceso.

2.11. Tecnología apropiada

En 1972 en el marco de la primer conferencia mundial sobre el ambiente en Suecia, promovida por la ONU, se llamó la atención sobre la imposibilidad de continuar el camino civilizatorio por la misma vía de destrucción irreversible de los ecosistemas para el beneficio de una minoría, en de-

trimento de una gran mayoría de pobres subnutridos sin acceso a las oportunidades del bienestar (Martínez, 1992). Quince años más tarde, la comisión Brundtland de la ONU sustentó las tesis de que se puede alcanzar el bienestar social de los humanos en el planeta si: a) éste se administra democráticamente; b) la riqueza se distribuye equitativamente y, c) se crece económicamente explotando todavía más los ecosistemas sin afectar su sostenibilidad³. Así surgía el concepto de desarrollo sostenible como antítesis de un modelo dominante de desarrollo que tomaba el crecimiento económico como indicador básico y único del progreso (Blauert y Zadek, 1999).

Una condición necesaria (pero no suficiente) para alcanzar la sostenibilidad en el nivel local es mediante el desarrollo de tecnologías apropiadas.

El término tecnología apropiada se acuñó a principios de los años setentas cuando se hizo inminente la necesidad de desarrollar tecnologías que estuvieran más cercanas a resolver las necesidades de la gente en el campo (Schumacher, 1973). En este contexto, una tecnología es apropiada cuando es simple, se apega a las necesidades básicas de los usuarios, respeta las culturas locales, emplea en la medida de lo posible materiales y mano de obra locales, usa los recursos de forma racional y renovable y reconoce la tradición tecnológica de los habitantes rurales (Aguilar, 1990).

Como en el caso del concepto de sostenibilidad, la noción de TA es en realidad una instrumento de trabajo: se parte de las características definitorias anteriores y se las aplica a situaciones concretas; en seguida se evalúa su cumplimiento y se redefine el concepto en, en virtud de las discrepancias entre teoría y realidad. De este modo puede resultar que tecnologías originalmente propuestas ni fueran apropiadas ni compatibles con un desarrollo sostenible.

Históricamente, el interés de diseñar e implementar estufas eficientes surge por parte de los gobiernos que reconocen, por un lado, el problema del aumento de demanda de la leña en contraposición a la capacidad de oferta; por otro lado, los problemas asociados a la inhalación de humo como un problema serio de salud, especialmente en mujeres y niños pequeños (FAO, 2002; Openshaw, 1980); y también por otro lado que el conteo de gases de efecto invernadero son signi-

³ Por desarrollo sostenido la comisión Brundtland fijó aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de que futuras generaciones puedan satisfacer sus propias necesidades. Como tal el desarrollo sostenible así entendido es una tesis a demostrar con proyectos concretos en los niveles local, regional y planetario, que una posibilidad evidente por si misma.

ficativos: alrededor del 7% del total de las emisiones son liberadas por biocombustibles (Ahuja, 1990).

En el caso de las estufas eficientes, consecuentemente no han sido diseñadas para responder a necesidades sentidas por la gente y responden más bien a las visiones de los diseñadores e implementadores, preocupados por los problemas ambientales y la salud de la población rural dentro del marco del desarrollo sostenible.

El desarrollo sostenible se definió como aquél que permite a la vez conservar el medio ambiente, salvaguardar la equidad social y promover el crecimiento económico (Provencio y Carabias, 1992). Un manejo sostenible se puede entender como aquel que mantiene o mejora la productividad de un sistema reduciendo sus riesgos; que aumenta los servicios ecológicos y socioeconómicos; que protege la base de los recursos previniendo la degradación de los suelos, agua y agrobiodiversidad; que es viable económicamente y que es socialmente aceptable y culturalmente compatible (Matera *et al.*, 1999).

De acuerdo con esta definición, las tecnologías apropiadas apoyan un desarrollo sostenible en la medida en que tomen en cuenta los aspectos económicos, ecológicos y sociales a largo plazo, y traten de representar una mejora sustancial en la vida de los individuos, procurando estar en armonía con los aspectos culturales y ambientales que los rodean (Díaz-Jiménez, 2002; Chambers, 1993; Aguilar, 1990).

2.12. Género y uso de leña

Las consideraciones de género son un factor fundamental en el análisis del uso de la leña, ya que ésta es un aspecto importante en la vida de las mujeres en las áreas rurales del planeta. Su recolección les absorbe mucho tiempo y energía, mientras que la cocción de alimentos con leña suele provocar altas concentraciones de contaminantes al interior de las casas, con implicaciones negativas para la salud. Aunque la recolección de leña no es una actividad meramente femenina, la cocción de alimentos sí lo es.

El concepto de género se refiere al sistema social de roles, privilegios, atributos y relaciones entre hombres y mujeres, que son así no por razones biológicas sino por costumbres sociales establecidas. Los roles de género dan forma a nuestra identidad, determinando cómo somos percibidos y como se espera que pensemos y nos comportemos (Khamati-Njenga y Clancy, 2005).

El enfoque de género implica además tomar en cuenta cuáles son los roles y tiempos empleados en las diferentes tareas cotidianas, entender cuáles son las necesidades prácticas de los individuos, y conocer cuál es el acceso y control de los recursos, de acuerdo al género (Skutsch, 2005).

Las mujeres, y particularmente las mujeres pobres de los llamados *países en desarrollo*, trabajan más horas al día que los hombres, no sólo en la casa, sino muchas veces en los trabajos duros del campo (Skutsch, 2005). En México, esta situación se agrava por los efectos de la migración de los hombres hacia Estados Unidos en busca de mejores oportunidades para sobrevivir, dejando en las mujeres la responsabilidad total de atender la casa así como las parcelas productivas.

En el proceso de adopción de tecnologías de cocción, resulta entonces importante entender qué impactos debería buscar un proyecto en relación con las mujeres. Si no se tiene cuidado en este punto, la intervención puede conducir a agravar las desigualdades al interior de una comunidad. En cambio, una intervención conducida de forma adecuada puede ayudar al empoderamiento de las mujeres en una comunidad (Skutsch, 2005), lo cual repercutirá en una mejora de su calidad de vida y la de su familia.

Los hombres y las mujeres tienen visiones y percepciones distintas de la realidad y viven en condiciones distintas. Para tomar en cuenta estas diferencias se deben de plantear metas y desarrollar indicadores de impacto por género. Esto va a depender en gran medida de cuáles son las metas a largo plazo de un proyecto ya que puede ser que en un momento dado sean más relevantes las diferencias de edad o de clase social que las diferencias de género (Skutsch, 2005).

En el caso de la cocción con leña, las estufas eficientes pueden representar un ahorro de tiempo y energía para las mujeres. Cabe preguntarse no obstante, en qué se va usar el tiempo ganado, y si el ahorro de tiempo aumenta o disminuye las desigualdades sociales y económicas de las mujeres. Así mismo, debe tomarse en cuenta que aun cuando la cocina es esencialmente del dominio de las mujeres, los hombres pueden influir en las decisiones sobre qué tipo de tecnología se debe usar, especialmente cuando el cambio implica un gasto de dinero (Lazos y Paré, 2000).

Cabe resaltar que Feenstra (2002) y Annecke (2003) consideran que en general, los estudios energéticos han sido poco sensibles al género, principalmente por las siguientes razones:

1. La *teoría del desarrollo* ha considerado principalmente a la familia como base de estudio, ignorando las diferencias entre hombres y mujeres en cuanto a roles y responsabilidades, diferen-

cias que históricamente han colocado a las mujeres en el rol de un grupo oprimido. En otros sectores del desarrollo, esto se ha reconocido más ampliamente, pero en el sector energético tomará más tiempo quitar la creencia de que la energía es neutra en términos de género.

2. El sector energético no se ha mantenido al tanto del desarrollo que se ha dado en otros sectores que han tomado en cuenta cuestiones de género. Dado que los proyectos de intervención en tecnologías energéticas han sido ejecutados principalmente por hombres, el involucramiento de las mujeres en ellos (como coordinadoras, técnicas o promotoras) puede cambiar la orientación de los proyectos.

3. No se han tomado en cuenta cuestiones de género al coleccionar y analizar datos. Por ejemplo, los estudios llevados a cabo con hombres como jefes de familia no reflejan las necesidades de los demás miembros de una familia.

4. En general se observa que en los proyectos energéticos existe muy poco interés en conocer cómo se toman las decisiones al interior de los hogares. En un estudio de caso en Zimbabwe, Wilson y Green, (2000) reportaron que un hombre encontraba interesante la idea de que su mujer ahorrara tiempo en la recolección de leña, porque esto le permitiría a ella involucrarse más en las labores del campo. Esto muestra que los beneficios derivados de una estufa eficiente no necesariamente mejoran la vida de las mujeres.

2.13. La leña como recurso común

En 1968, Hardin Garrett llamó la atención del mundo hacia el uso de los bienes comunes argumentando que la libertad en el acceso a los recursos comunes conlleva ruina para todos y que al poner un recurso en libertad de ser explotado por quien sea, se favorece su sobreexplotación. A esto le llamó *la tragedia de los comunes*. Hardin reflexionaba que “cuando usamos la palabra responsabilidad o conciencia en el uso de las propiedades comunes, ¿no estamos pidiendo a un hombre libre que actúe en contra de sus propios intereses?” (Hardin Garrett, 1968). Él llegó a la conclusión de que para conservar en buen estado un bien común, de manera que siga proporcionando sus beneficios por más tiempo, es necesario restringir su uso ya sea a través de la privatización o a través de que el gobierno se haga cargo de este bien común.

En el caso de México, donde más del 80% de la superficie boscosa está en manos de comunidades o ejidos (Merino, 1997), la leña deviene en un bien común. En las comunidades que poseen un

bosque de propiedad común, los habitantes recolectan en él la leña para consumo propio e incluso en muchos casos, para su venta. Aunque la recolección de leña no es en sí misma una causa importante de deforestación, la deforestación, o la fuerte transformación de un bosque para otros usos, se convierte en un uso de un recurso común que afecta el suministro de leña de las comunidades. En lugares con mayor densidad de población, estos problemas pueden conducir a la escasez severa del recurso. A medida que la extensión de un bosque se reduce, el trabajo de recolección se torna más pesado y los tiempos y las distancias de recolección aumentan, hasta llegar al punto en que algunos de los pobladores se vean en la necesidad de comprar leña para la que en otros tiempos tenían un acceso ilimitado.

De acuerdo con Ostrom (1990), los recursos comunes pueden ser naturales o contruidos por el hombre pero tienen como característica que la exclusión de beneficiarios resulta muy costosa, y que la explotación del recurso por un usuario impide su utilización por otros usuarios. El éxito del manejo de los recursos comunes depende del grado de comunicación y cooperación entre los usuarios y de la construcción de sistemas de reglas y que éstas se monitoreen para que se cumplan o se sancionen si no se cumplen. Cuando no se construyen estos sistemas o instituciones, la resolución de los intereses de corto plazo de los usuarios no toma en cuenta los intereses de otros a largo plazo, lo que conduce a la sobreexplotación de un recurso y a una baja o nula inversión para mantenerlo y mejorarlo. Ostrom *et al.*, (1999) distinguen 4 tipos de usuarios de un bien común:

1. Aquellos que, desde una actitud estrecha y egoísta, nunca cooperan en los dilemas del sistema;
2. Aquellos que no quieren cooperar a menos que se les asegure que no serán explotados por el primer grupo;
3. Aquellos que están deseosos de tener una cooperación recíproca en la esperanza de que otros les devolverán la confianza;
4. Los altruistas que siempre tratan de alcanzar altos beneficios para el grupo.

Para estos autores, la solución a la tragedia de los comunes es la organización local. Para que los usuarios puedan ver un beneficio en su organización, las condiciones del recurso no deben estar

deterioradas hasta el punto que ya no se pueda sacar ningún uso, ni tampoco debe estar tan subutilizado que no valga la pena organizarse (Ostrom *et al.*, 1999).

La leña, se considera un bien común ya que se cumplen las dos condiciones antes mencionadas: la exclusión de beneficiarios es costosa, y el hecho de que alguien recoja una rama impide a otro hacer uso de la misma rama. Más aún, al haber usuarios de leña que recolectan únicamente para su propio consumo y usuarios que recolectan leña para su venta, la situación puede devenir en la tragedia de los comunes a la que hacía referencia Hardin. Que esto suceda o no, depende en gran medida de las condiciones de un bosque y de si este está o no sobreexplotado. De ahí que el análisis del uso de la leña esté íntimamente relacionado con el manejo local de los bosques.

El manejo comunitario de los bosques, provee una posición que facilita el enfrentamiento con los posibles obstáculos sociales que enfrentan el manejo forestal convencional (Klooster y Masera, 2000), pero debe ser apoyado por políticas de gobierno que garanticen la capacidad de estas comunidades de procurarse el sustento y los derechos que como dueños de los bosques tienen de manejar sus recursos.

Los beneficios de la organización son más fáciles de conseguir cuando los usuarios tienen un conocimiento adecuado de los límites externos, de los microambientes internos y de las condiciones del recurso, por medio de indicadores creíbles (Ostrom *et al.*, 1999).

Finalmente, Becker y Ostrom (1995) consideran que la meta está en propiciar un manejo del recurso desde una idea más realista de la situación que permita caminar hacia un manejo sustentable, reconociendo que donde los recursos se dejan en acceso abierto se pueden esperar conflictos sobre su uso y potencialmente su destrucción. Hay que tomar en cuenta además, que mientras algunos bienes comunes no se acaban porque más usuarios los consuman, otros sí (Becker y Ostrom, 1995). Finalmente el resultado tendrá que ver con:

1. La información de los usuarios con respecto al estado del recurso y sus problemas;
2. La conciencia de los usuarios de que su posibilidad de beneficiarse está relacionada con su capacidad de resolver conflictos;
3. La medida en que los usuarios asumen los comportamientos de los demás;
4. La medida en que una parte de los recursos se exporta a otro lugar.

En este contexto, para entender la relación que tienen los usuarios de leña con el recurso, y por ende su percepción de abundancia o escasez y su necesidad de ahorrar leña, es necesario analizar la forma en la que la propia gente se ha organizado (si lo ha hecho) y la reglas locales que se han establecido (si las hay) para la recolección de leña.

Capítulo 3

Descripción del sitio de estudio

Guerrero es uno de los 31 estados que junto con el Distrito Federal conforman las 32 entidades federativas de México. Quedó constituido el 27 de octubre de 1849 por territorios que habían formado parte de los estados de Oaxaca, Puebla, Morelos y Michoacán.

Su capital es la ciudad de Chilpancingo de los Bravos. Colinda al norte con los estados de México (216 km) y Morelos (88 km), al noroeste con el estado de Michoacán de Ocampo (424 km), al noroeste con el estado de Puebla (128 km), al este con el estado de Oaxaca (241 km) y al sur con el Océano Pacífico (500 km).

El estado de Guerrero comprende regiones muy diversas: zonas costeras (Costa Chica y Costa Grande), tierras bajas tropicales (tierras calientes), comarcas Montañosas (La Montaña). Se encuentra dividido económicamente en siete regiones: Acapulco, Centro, Norte, Tierra Caliente, Costa Chica, Costa Grande y Montaña (INEGI, 2005). Es un territorio accidentado atravesado de norteponiente a sur-oriente por la Sierra Madre del Sur.

Tiene una superficie territorial de 64,281 km² en la cual viven poco más de tres millones de personas, representando así la 12ª entidad más poblada de México concentrándose en su mayoría en la Zona Metropolitana de Acapulco en el cual el municipio de Acapulco de Juárez.

Las principales actividades económicas de Guerrero son la agricultura en donde producen importantes cantidades de maíz, ajonjolí, sorgo, soya, arroz, jitomates, limones, café, melones, tonajas, sandías, cacahuates y mangos; y en el turismo destaca el denominado Triángulo del Sol conformado por las ciudades de Acapulco de Juárez, Ixtapa - Zihuatanejo y Taxco de Alarcón.

En este estado encontramos todas las características de los países subdesarrollados: la explosión demográfica, la pobreza en las zonas rurales superpobladas, el aislamiento geográfico de esas zonas, la ausencia de industrias, el analfabetismo, y el desarrollo desigual de esas regiones. Con la aceleración del desarrollo económico de ciertos estados mexicanos, se hace más profundo el abismo entre los polos económicos y algunos estados desheredados como Guerrero.

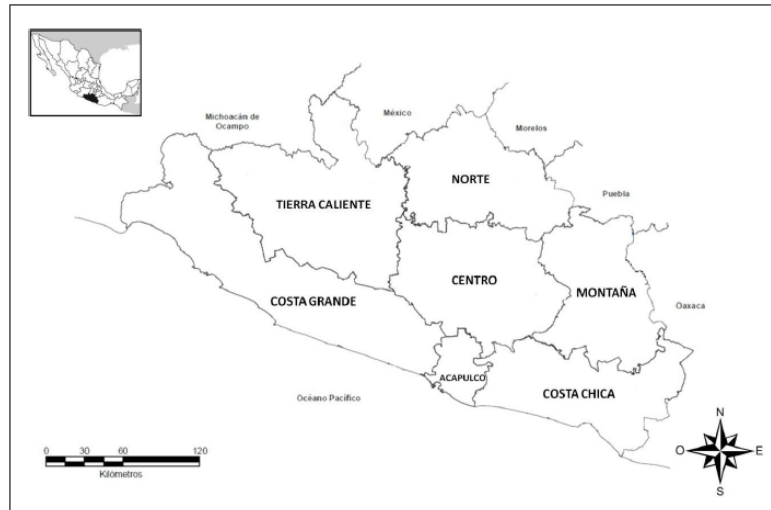


Figura 1. Mapa de la regionalización del estado de Guerrero.

Todas las tendencias antes señaladas, se acentúan en la zona montañosa e indígena denominada *La Montaña*.

El presente trabajo se realizó en la región Montaña, en las comunidades de Tlacotla, Xalpatláhuac, Zacatipa y San Nicolás Zoyatlán, pertenecientes al municipio de Xalpatláhuac, todas ellas geográficamente cercanas; también se establecieron grupos pilotos para probar la tecnología en Copanatoyac, Ocotequila, Patlichá y Potocihan, pertenecientes al municipio de Copanatoyac; y finalmente en Tototepec, perteneciente al municipio de Tlapa de Comonfort. Para efectos de este trabajo, centraremos la atención en la experiencia en Xalpatláhuac y retomaremos la de los otros municipios para efectos de contribuir al análisis de la difusión, apropiación y uso sostenido de la tecnología propuesta.

3.1. La Montaña

Se le denomina *La Montaña* al territorio de composición cultural diversa donde convergen grupos de las etnias na savi (mixtecos), me' phaa (tlapanecos), naua (nahuas), nn' anncue ñomndaa (amuzgos) y mestizos. Se extiende entre los 17° 54' y 98° 22' del meridiano de Greenwich. Es una de las siete regiones que conforman el estado de Guerrero, al sur de México. Corresponde a la porción de La Mixteca que forma parte del territorio guerrerense.

Se ubica al este del estado, colindando al norte con el estado de Puebla, al noroeste con la región Norte del estado, al oeste con la región Centro, al este con el estado de Oaxaca y al sur con la región de la Costa Chica.

Comprende un total de 20 municipios: Acatepec, Ahuacotzingo, Alcozauca de Guerrero, Alpoyeca, Atlamajalcingo del Monte, Atlixnac, Cochoapa el Grande, Copanatoyac, Cualac, Huamuxtlán, Iliatenco, Malinaltepec, Metlatónoc, Olinalá, Tlacoapa, Tlaxihtaquilla del Monte, Tlapa de Comonfort, Xalpatláhuac, Xochihuehuetlán y Zapotitlán Tablas (INEGI, 2005). Abarca una superficie de 748,699 km².

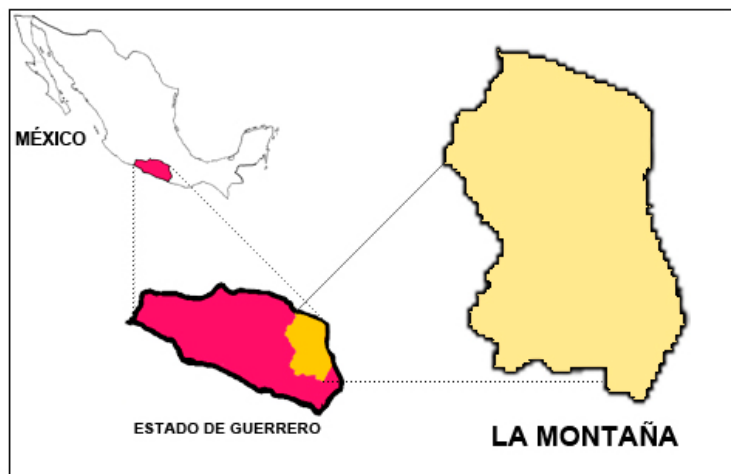


Figura 2. Ubicación de la región Montaña.

De los 20 municipios de la Montaña, 11 de ellos son catalogados como de muy alta marginación, siendo el municipio de Cochoapa el Grande, el más pobre de todo el país (CDI, 2011). La región de La Montaña ha sido catalogada como una de las zonas más marginadas y de pobreza extrema en México. La mayoría de sus habitantes pertenecen a grupos indígenas de diferentes etnias. Tiene un alto índice de analfabetismo y muestra carencias en servicios públicos básicos, infraestructura carretera y seguridad pública. La mayoría de sus accesos son por caminos de terracería, y algunos de ellos, en temporada de lluvias, son inaccesibles, al quedar incomunicados por varios días

Los derechos económicos y sociales no son una realidad para la población de la Montaña, quien no tiene acceso a los niveles más básicos de salud, educación o vivienda digna.

La mayor parte de la población tiene que trabajar como peones, subempleados de comerciantes y jornaleros agrícolas, siendo los más indefensos y los que de manera sistemática son objeto de vejaciones, agresiones físicas, racismo y discriminación (Tlachinollan, 2007).

Las familias viven con una dieta de maíz, chile, frijol y sal. En la Montaña la supervivencia se sustenta en la siembra del *Tlacolol*⁴. Esta misma situación lleva a que la región de la Montaña sea una zona expulsora de migrantes, ya sea como jornaleros a los estados del norte del país, principalmente a Sinaloa, o hacia Estados Unidos. La migración se ha convertido en otra opción de supervivencia, donde las y los trabajadores están dispuestos a someterse a condiciones inhumanas de trabajo, donde los jóvenes indocumentados encuentran el destino trágico de la deportación, el encarcelamiento o la muerte, sin que ninguna autoridad se haga responsable (Tlachinollan, 2007; CDI, 2009).

Ante la indiferencia, insensibilidad e ineficacia de las autoridades, los conflictos agrarios han sido de larga duración, y se han gestado a lo largo de muchos años hasta llegar a los límites de la violencia y la exasperación.

En la región de la Montaña actualmente existen diversos conflictos agrarios, varios de ellos clasificados como focos rojos, que continúan cobrando una cuota muy alta de muertes, heridos, desplazados y encarcelados, desquiciando la vida de varias comunidades hermanas que viven siempre bajo la zozobra y la amenaza permanente.

A lo anterior se suma la profunda división que hay en muchas comunidades producidas por los partidos políticos, principalmente el PRI y el PRD, que han llevado a verdaderos procesos de fractura del tejido comunitario. En Guerrero es una práctica común, inaugurada históricamente por el PRI, establecer figuras de poder paralelas en una misma comunidad en caso de perder las elecciones a cargos de representación popular. Estas figuras se resguardan bajo el cobijo de las autoridades agraria, de tal forma que *los perdedores* puedan seguir teniendo el control de un sector de la comunidad y de los programas de gobierno. Así pues si en una comunidad el Comisario Municipal llegó a través de una fórmula del PRD, casi automáticamente se instala un Comisariado Ejidal donde al frente se coloca la fórmula perdedora, generalmente del PRI, a pesar de que en tal o cual

⁴ Tlacolol. Trabajo agrícola precario y temporal, implementado por la población indígena para producir maíz en las pendientes de los cerros, que apenas les alcanza para el consumo familiar durante tres meses.

comunidad no poseen siquiera tierras ejidales. Todo esto con el cobijo de las dependencias federales y estatales encargadas de dichos asuntos.

En comunidades de no más de 500 habitantes, la división promovida por los partidos políticos ha llevado al absurdo de establecer dos escuelas de educación inicial, dos primarias, dos secundarias e incluso dos festividades anuales; dejando en medio al grueso de la población que no se encuentra ni en uno ni otro bando.

3.2. Xalpatláhuac

Xalpatláhuac es el nombre de una comunidad nahua, cabecera del municipio del mismo nombre. Ubicado al este de Chilpancingo, el municipio ocupa el 0.36% del total territorial. El municipio colinda al norte con Tlapa de Comonfort, al este con Alcozauca de Guerrero, al sur con los municipios de Metlatónoc y Atlamajalcingo del Monte, y al oeste con el municipio de Copanatoyac. La comunidad de Xalpatláhuac se localiza a 98° 36' de longitud oeste y 17° 16' de latitud norte.

3.3. Toponimia

Está situada en un antiguo lecho de río, hoy totalmente seco de donde proviene su nombre, que se debe a la contracción de dos vocablos del náhuatl: Xali, camino arenoso, y Patlauac, ancho. Xalpatláhuac se interpreta al castellano como *Camino ancho de arena*.

3.4. Clima y situación geográfica

Su temperatura máxima llega ser de 38.5°C y la mínima de 5°C. La temperatura media anual es de 23°C. La precipitación media anual es de 750mm, y el número de días de lluvia llega a ser hasta de 65. La estación seca y lluviosa están claramente definidas. La humedad es irregular y varía con el paso de los años; los últimos se han caracterizado por la presencia de fuertes sequías.

La Montaña pertenece a la Sierra Madre del Sur, donde es posible encontrar elevaciones por arriba de los 3,000 m sobre el nivel del mar. Xalpatláhuac se sitúa en poco más de los 1,500 metros de altitud. Su territorio se extiende de 1,000 a 2,000 metros. Las tierras situadas entre los 1,000 y 1,500 metros reciben el nombre de tierras cálidas (tierras calientes) con características secas y poco favorecidas por las lluvias, existen tierras irrigadas y hay ausencia de pastizales; y las que se elevan más allá de los 1,500 reciben el nombre de tierras álgidas (tierras frías), caracterizadas por zonas de vientos y tempestades, la ausencia de tierras irrigadas y la abundancia de pastizales. La

vegetación existente en el municipio de Xalpatláhuac corresponde al pastizal (36%), bosque de pino y encinos (31%) y selva baja caducifolia (22%) (INEGI, 2005; INEGI, 2011).

En el municipio de Xalpatláhuac predomina el clima subhúmedo-semicálido, Los suelos predominantes en la región son poco profundos, menos de 30 cm, que en general yacen sobre rocas cohesivas continuas, también llamados *leptosol*. Están altamente erosionados y poco aptos para las actividades agrarias por encontrarse en fuertes pendientes o en condiciones donde el medio imposibilita el desarrollo de los suelos. También existe un tipo de suelo denominado *luvisol*, que se desarrolla dentro de las zonas con suaves pendientes o llanuras, que favorece la acumulación de arcilla en las capas inferiores y denota un claro enrojecimiento por la acumulación de óxidos de hierro. A lo largo de las colinas se forman barrancos que a menudo se desmoronan. La tierra de los campos ubicados en los más abruptos declives es arrastrada por las lluvias torrenciales. Sólo en una notoria menor proporción abundan los suelos que rodean los lugares de depósito constante de agua (INEGI, 2005).

La fauna y la flora se han empobrecido notoriamente debido a la tala de árboles para la agricultura de quema y a la erosión resultante.

Los arbustos que rodean las colinas no pasan nunca de los 3 metros de altura. Sólo es posible encontrar altos árboles en los pueblos, a lo largo de los caminos y en algunas gargantas de la montaña donde también es posible encontrar cuerpos de agua.

Los árboles y los arbustos florales que se encuentran son, entre otros, el cazahuate con más predominancia, cuyas flores blancas se abren en la estación de lluvias; el kuapipichtli, cuyas flores violáceas se abren en racimos en el mes de mayo; el yoyotli y el huistontli, que en la misma época otorgan flores muy utilizadas en las ceremonias rituales.

El agua es altamente escasa en la comunidad de Xalpatláhuac y la escasez puede estimarse proporcional al resto del municipio. La comunidad se abastece de una red de mantos freáticos, a través de pozos comunitarios y privados ubicados en distintos puntos de la población. Estos mantos se abastecen durante la temporada de lluvia que llega a alcanzar precipitaciones de 750 mm y que por lo general inicia en el mes de mayo y termina en noviembre, proporcionando el vital líquido, en el mejor de los casos, hasta el mes de febrero.

Xalpatláhuac también cuenta con una red de agua potable inaugurada en octubre de 2009 por el entonces gobernador Zeferino Torreblanca y puesta en marcha hasta octubre de 2010 al 50% de su capacidad. Esta red opera con muchas irregularidades, frecuentemente no hay abastecimiento de agua debido a las constantes interrupciones del suministro de energía eléctrica debido al endeudamiento del municipio con la Comisión Federal de Electricidad, así como por la temporada de estiaje.

El agua que abastece la red de agua potable en Xalpatláhuac proviene del río Zoyatlán, ubicado en los confines del territorio de la comunidad de Xalpatláhuac.

Permanentemente opera una red de venta y distribución de agua potable proveniente de los municipios de Malinaltepec y Atlamajalcingo del Monte; se trata de grupos de personas que venden 1,000 litros de agua en 100 pesos. Cuando los recursos anteriores se han agotado, esta red se vuelve fundamental para el funcionamiento de las actividades cotidianas dentro de la comunidad.

A Xalpatláhuac se accede por una carretera que va desde la ciudad de Tlapa de Comonfort, hasta San Luís Acatlán; las dos ciudades más importantes de la región montaña. A la altura del kilómetro 35, es posible encontrar la primera entrada al pueblo y, más adelante, en el kilómetro 39, la segunda. También es posible acceder a Xalpatláhuac por una carretera de terracería proveniente del corredor Tlapa de Comonfort-Metlatónoc. Este camino encuentra su inicio casi en el cruce hacia la comunidad de Igualita y atraviesa las comunidades de Xalatzala y Zacatipa, antes de confluir en Xalpatláhuac.

Finalmente existe un camino que permitiría acceder a la comunidad desde San Nicolás Zoyatlán, que sólo puede ser utilizado en la temporada de estiaje y formaría una tercera conexión con la ciudad de Tlapa de Comonfort a través de un camino de terracería.

El municipio en su conjunto está abrazado por las dos carreteras que se encuentran en condiciones óptimas hasta pocos kilómetros de los tramos mencionados, sin embargo, la comunicación interna entre comunidades del mismo municipio es a través de senderos y caminos de terracería como el antes descrito. Opera, a su vez, una red de transporte público que facilita la interconexión entre comunidades con la principal ciudad de importancia, Tlapa de Comonfort.

La población actual de la comunidad de Xalpatláhuac es de 4,566 personas, de las cuales 2,311 son mujeres y 2255 son hombres (SEP, 2012). Esta comunidad está identificada como de alta marginación y rezago social (CDI, 2009).

Entre los principales indicadores de desarrollo económico utilizado por las instancias federales correspondientes, Xalpatláhuac se destaca por su tasa de analfabetismo: en cada hogar habita, o por lo menos se conoce, a una persona analfabeta; el deficiente acceso a los servicios públicos básicos; la deficiente aplicación de los programas de desarrollo agropecuario.

3.5. Antecedentes del proyecto

A través del programa de servicio social comunitario *La UNAM por la alfabetización en tu comunidad*, es que quien suscribe esta tesis comenzó los trabajos en Xalpatláhuac, Guerrero. El programa de servicio social, en principio enfocado a intervenir ampliamente en las comunidades de la Montaña de Guerrero con la alfabetización, se concentró en los municipios de Alcozauca de Guerrero, Atlamajalcingo del Monte, Atlixac y Xalpatláhuac, asignando equipos multidisciplinarios para la intervención comunitaria para desarrollar una experiencia sostenida en el terreno de la alfabetización como una tarea permanente en manos de la Universidad Nacional Autónoma de México y el Instituto Estatal para la Educación de Jóvenes y Adultos de Guerrero (IEEJAG).

Posteriormente el programa universitario se concentró únicamente en Huamuxtitlán y Alcozauca de Guerrero, para finalmente retirarse de Guerrero en 2011.

Quien suscribe esta tesis, formó parte de un equipo multidisciplinario destinado a Xalpatláhuac y compuesto por un estudiante de ingeniería, dos de trabajo social, dos de comunicación, cuatro de pedagogía, una de veterinaria, una de letras hispánicas, uno de economía, uno de urbanismo y una de enfermería. La permanencia en el programa de servicio social del autor de este trabajo, fue del periodo del 9 de septiembre de 2009 al 28 de febrero de 2010, una vez terminada la primera fase de construcción de estufas eficientes y en el preámbulo del lanzamiento del programa de difusión que daría cuerpo a la investigación.

En marzo de 2010, para el desarrollo del programa de difusión estufas eficientes en Xalpatláhuac, Guerrero, se vinculó a la Brigada Multidisciplinaria de Apoyo a las Comunidades de México (BMACM). Una actividad que lleva adelante el Grupo de Acción Revolucionaria (GAR) y que congrega a estudiantes y profesionistas, hombres y mujeres, de distintos niveles educativos, ca-

rreas y centros de estudio, principalmente de la UNAM, UAM, IPN y UPN, bajo un enfoque multidisciplinario, para la intervención comunitaria en el marco del desarrollo comunitario integral. Esta actividad, la BMACM, tuvo su origen en el año 2006, acumulando experiencia en Tabasco, Chiapas, Oaxaca y Puebla, y hoy día es la principal promotora de las estufas eficientes en la zona de estudio de este trabajo, la Montaña de Guerrero, desde el año 2010, entre otras actividades.

A partir de ese año, la BMACM, ha desarrollado esfuerzos muy arduos en la implementación de las estufas eficientes, autogestionando sus recursos de operación, sin recibir recurso alguno de instituciones gubernamentales, partidos políticos o cualquier ONG. A lo largo del tiempo, a través de la BMACM se han publicado manuales, impartido charlas, talleres y un abanico muy amplio de actividades enfocadas a distintos sectores de intervención, para la disseminación de las estufas eficientes, analizar la adopción y el uso sostenido. Todo esto con un riguroso enfoque científico-social.

Capítulo 4

Enfoque de investigación y desarrollo metodológico

4.1. Investigación-acción participativa

Encontrar cuál podría ser una tecnología apropiada para la cocción de los alimentos en comunidad rural y en función de ello asegurar el uso sostenido de la tecnología, no es trivial; se trata de la conjunción de muchos factores que se encuentran presentes en el quehacer cotidiano de los pueblos y que no son fácilmente perceptibles por agentes externos a esta.

Es por lo anterior que para el desarrollo de esta investigación se empleó el diseño metodológico conocido como investigación-acción participativa (IAP). La IAP es una modalidad de trabajo que genera conocimiento, que produce cambios y que, en última instancia, es compatible con otros proyectos desarrollados en el presente trabajo como la intervención, las evaluaciones e investigaciones. La IAP tuvo su origen en el contexto de las ciencias de la educación y ha ido ganando terreno en otras esferas, hoy en la ingeniería. Como su nombre sugiere, en ella coexisten en estrecho vínculo el afán cognoscitivo y el propósito de conseguir efectos objetivos y medibles (Guzmán, et al., 1994).

La IAP combina dos procesos, el de conocer y el de actuar, implicando en ambos a la población cuya realidad se aborda. Al igual que otros enfoques participativos, proporciona a las comunidades y a las organizaciones o agencias de desarrollo un método para analizar y comprender mejor la realidad de la población (sus problemas, necesidades, capacidades, recursos), y les permite planificar acciones y medidas para transformarla y mejorarla. Es un proceso que combina la teoría y la praxis, y que posibilita el aprendizaje, la toma de conciencia crítica de la población sobre su realidad, su empoderamiento, el refuerzo y ampliación de sus redes sociales, su movilización colectiva y su acción transformadora (Ander-Egg, 1990).

En este proyecto de IAP, sus tres componentes se combinan en proporciones variables. a) La **investigación** consiste en un procedimiento reflexivo, sistemático, controlado y crítico que tiene por finalidad estudiar algún aspecto de la realidad con una expresa finalidad práctica. Esto nos permitió determinar el patrón social de uso energético, las complejas relaciones sociales y el conjunto

de tradiciones asociadas con la leña y el reconocimiento de la tradición tecnológica del pueblo; el papel de las mujeres en el hogar y el uso de los combustibles; factores sociales determinantes en el modo de vida y el desarrollo no sólo de este pueblo, sino del conjunto de pueblos de la Montaña de Guerrero que condicionan la transición tecnológica y energética. b) La **acción** no sólo es la finalidad última de la investigación, sino que ella misma representa una fuente de conocimiento, al tiempo que la propia realización del estudio es en sí una forma de intervención. Esto permitió generar una línea de acción que partió del rediseño de un estufa eficiente, adaptando los resultados de la investigación a la nueva propuesta para poder desarrollar el programa de estufas eficientes. La difusión de la tecnología arrojó una gran cantidad de información sobre el uso del dispositivo propuesto, sobre su versatilidad y apropiación; también permitió encontrar los puntos débiles de la tecnología propuesta y reemplazarlos rápidamente en función de las necesidades de las usuarias; clarificó las formas de utilización de la tecnología y los combustibles. c) La **participación** significa que en el proceso están involucrados no sólo los investigadores profesionales, sino la comunidad destinataria del proyecto, que no son considerados como simples objetos de investigación sino como sujetos activos que contribuyen a conocer y transformar su propia realidad. Es esta contribución la que colocó en primer fila a los trabajadores de la comunidad para llevar a cabo el programa de estufas y la que arrojó el éxito en el uso sostenido. En la IAP cada meta alcanzada contribuye en la definición de los pasos subsiguientes (Lammerik, 1998).

Conocer el contexto, evaluarlo y transformarlo son parte de una misma empresa cuyo éxito se mide, en primer lugar, en términos de los progresos que produce la acción transformadora y de la mejor conciencia o el mayor compromiso de sus protagonistas, y en segundo lugar, en términos de un mejor conocimiento de la realidad.

El método permite adentrarnos en el estudio de las formas de utilización de distintos tipos de combustibles en el medio rural que está siendo tomado como modelo, al producirse desde dentro y como parte de las condiciones habituales, es posible medir el impacto que se generó a través de la implementación de herramientas para su aprovechamiento óptimo, con esquemas participativos y resultados completamente medibles.

4.2. Intervención comunitaria

El proceso de adopción de una estufa eficiente de leña (EE) es sumamente complejo porque en él intervienen una serie de factores que interactúan constantemente y que determinan las posibilidades de éxito de la tecnología a implementar. Si el enfoque de diseño y difusión de una tecnología apropiada (TA) no contempla el contexto y el complejo desarrollo de las relaciones sociales que ocurren en la comunidad donde se planea aplicar, estos factores influirán de forma significativa en la adopción y uso sostenido de la tecnología. Por tanto el presente trabajo se basó en la perspectiva de los actores sociales y su interacción como comunidad desde una intervención comunitaria integral.

La intervención comunitaria está orientada a dinamizar una comunidad para que sea capaz de prever o afrontar necesidades o problemas que le afectan; en última instancia, situaciones sociales consideradas injustas o no deseables para dicha comunidad, la cual se siente afectada por una responsabilidad colectiva (Sánchez et al., 1996).

En el trabajo comunitario, la intervención se conforma en el desarrollo de los procesos sociales reproducidos cotidianamente. Por ello la intervención no es considerada sólo como una o varias actividades, o la ejecución de un proyecto planificado, si no que son respuestas múltiples y desordenadas al conjunto de necesidades que los actores sociales demandan.

Es así como se convierte entonces en un proceso de construcción histórico-social que se fundamenta en el desarrollo de la dinámica interna y externa de las comunidades, la naturaleza del objeto de intervención es la expresión real de los actores sociales mediados por una metodología y categorías de análisis que posibilitan su elaboración científica del objeto de intervención pensado (Sánchez et al., 1996).

La metodología de trabajo en comunidad aquí sustentada es el resultado de diferentes acciones transformadoras de la realidad, las cuales se insertan en un marco teórico producto de una reflexión y análisis sistemático permanente, realizado por los sujetos o equipos de trabajo implementados (Follari, 1984).

La comunidad es el elemento esencial y básico en el cual se desarrolla y opera el trabajo comunitario, donde quien interviene es mediador de apoyo que a través de uno o unos métodos de intervención comunitaria, genera la participación y promoción social de dicha comunidad.

Todo trabajo comunitario contiene siempre una concepción de comunidad más o menos explícita, que rige las relaciones entre investigadores o interventores de sociales, según el caso y los miembros de la comunidad (Lillo *et al.*, 2001) A través de la práctica que se van desarrollando reformulaciones sistemáticas que no son definitivas, y que cada vez que se realicen se reconstruirán en la medida de las características que se requieran y de los objetivos que se deseen lograr.

Las intervenciones comunitarias, no se desarrollan principalmente frente a determinadas carencias o necesidades, sino en torno a problemas sociales que tienen expresiones complejas y orígenes multicausales. Se observa además que los problemas sociales se encuentran concentrados en determinados territorios y se dan de manera concentrada (Marshall *et al.*, 1998).

La intervención comunitaria se puede distinguir en dos tipos de práctica: aquella en la que el que interviene está centrado en el programa, y aquella en la que quien interviene está centrado en el proceso. Esta investigación se encuentra sustentada en esta última, cuyas características son:

La delimitación precisa del lugar correspondiente a la intervención, completada con la delimitación de la categoría de población involucrada. Es una intervención a nivel microsociedad. Tiene un carácter público, con la obligación de compartir con otros asociados. Suelen ser intervenciones de larga duración, de ahí la importancia de una organización planificada en el tiempo, del establecimiento de plazos.

El esquema general para el desarrollo metodológico en el trabajo con las comunidades debe cumplir con su acción primordial que es la transformación con un sentido científico y crítico (Follari, 1984). Requiere de técnicas para:

Conocer la comunidad, son de suma importancia para lograr una aproximación y conocimiento de la realidad y comprender globalmente a la sociedad.

Actuar en la comunidad. Serán los ejes básicos de la metodología de acción, reuniendo los requisitos de la coordinación y secuencia a fin de permitir una acción totalizadora.

Sistematizar el conocimiento. A partir de estas, es posible dotar la investigación de un cuerpo teórico desde la práctica que se realice.

Las intervenciones comunitarias actualmente se sitúan en un campo amplio de intervenciones principalmente en las disciplinas de trabajo social, abarcando aquellas que se orientan a solucio-

nes colectivas con la participación de grupos y comunidades. En este sentido, intervención comunitaria no se restringe a aquellas acciones en el marco de un territorio exclusivamente, sino incluye aquellas que se desarrollan en ámbitos institucionales y que afectan o involucran a los diversos grupos sociales.

Las intervenciones comunitarias se van a caracterizar por estar enfocadas a la superación de la pobreza, generando el desarrollo de las capacidades de los sujetos y actores sociales, por lo tanto, se establecen mecanismos e instancias de participación social en la solución de temas o problemas sociales, pero que van dirigidas a unir esfuerzos colectivos de ambas partes, lo institucional y lo comunitario, las políticas sociales y la participación de sujetos y actores sociales.

4.3. Observación personal

La observación constituye la fase inicial de todo proceso de investigación que pretenda conocer la intimidad de las relaciones comunitarias para identificar la información más relevante. Es una práctica constante que no tiene punto de término definido. Constantemente el investigador debe poner atención en lo que ocurre en el medio de estudio pues esto proporciona información valiosa que después puede ser confirmada o rechazada con nuevos datos que arrojan otras herramientas metodológicas.

La observación en estancias largas de investigación, con una organización planificada en el tiempo, del establecimiento de plazos, permite en todo momento acertar en las conclusiones de los proyectos de estudios, además de ser muy útil para el manejo de los datos estadísticos institucionales.

En este sentido, quien suscribe el presente trabajo de investigación permaneció dos estancias largas en la comunidad de Xalpatláhuac, primero durante 8 meses, de septiembre de 2009 a abril de 2010, y luego durante 2 meses de octubre a diciembre de 2012. Lo anterior fue acompañado de 6 visitas de trabajo con un promedio de 13 días de duración en un espacio aproximado de 6 meses. Así mismo, entre cada periodo de estancia se realizaron dos visitas de monitoreo de un promedio de 5 días de duración para supervisar el uso de la tecnología implementada y solucionar problemas diversos producto de su operación. Sólo una estancia prolongada permitió utilizar y corroborar los datos estadísticos.

Durante todo el tiempo señalado, se trató de fijar atención en los procesos sociales que ocurren dentro de la comunidad. La observación personal no sólo consiste en delimitar el medio, identificar autoridades o el ordenamiento territorial; consiste en adentrarse en la vida comunitaria, en el quehacer colectivo de los individuos que conforman la comunidad de estudio.

En esta etapa fue posible la presentación ante todas las autoridades de la comunidad, tanto las políticas como las morales, así como las asociadas a los usos y costumbres. Se aprovechó en todo momento las reuniones de los programas sociales, eventos en escuelas públicas, reuniones con el presidente municipal y los distintos regidores, así como las reuniones organizadas por el *Tla-*

*yakanky*⁵ para coordinar el *tequio*⁶ y los trabajos de las diferentes *mayordomías*⁷. Dejando siempre claramente establecido los objetivos de la estancia, los tiempos de permanencia y el compromiso por salvaguardar las normas sociales preestablecidas que dan vida a la comunidad.

⁵ **Tlayakanky.** Autoridad de usos y costumbres de la comunidad. *Tlayakanky* se interpreta al castellano como “guía” del pueblo. Por su importancia, cuenta con una oficina en edificio donde despacha el presidente del municipio.

⁶ **Tequio.** Del náhuatl *Tequitl*, trabajo o faena. Carga civil o religiosa de carácter obligatorio.

⁷ **Mayordomía.** Acción de los mayordomos. Personas encargadas de organizar, y en ocasiones de sufragar, las fiestas patronales de una comunidad un año determinado.

4.4. Herramientas de investigación

Al iniciar este proceso de investigación dentro de un equipo multidisciplinario, los instrumentos de recolección de datos se diseñaron para obtener amplia información sobre distintos elementos de la comunidad. Para efectos de este trabajo, nos centraremos en los que están en función de las características de la investigación, sin dejar del lado que todo lo investigado interactúa de una u otra forma con todo aquello que es identificado por la comunidad como un problema o como un no problema y, particularmente, con nuestros objetivos.

4.4.1. La encuesta.

Es una técnica flexible para la recolección de datos que permite evaluar diferentes tipos de variables (Gomezjara, 1996). Durante estos años se han diseñado varias encuestas de acuerdo a las necesidades de la investigación. En todas ellas se recogieron datos referentes a las condiciones de vida y trabajo, así como del patrón social de uso energético de la población de Xalpatláhuac, a fin de contribuir a la realización de las medidas sociales prácticas encabezadas por los miembros de la comunidad. Estos documentos contienen tanto las preguntas como sus posibles respuestas (preguntas cerradas). Las preguntas cerradas están compuestas por categorías u opciones de respuestas que previamente han sido delimitadas (Hernández et al., 2006). En algunos casos, limitan las respuestas. Podría presentarse el caso en que ninguna de las categorías describa con mayor exactitud lo que las personas quieren expresar (Hernández et al., 2006). En estos casos, además de las de las preguntas cerradas, también se incluyen preguntas abiertas, dada la gran diversidad de respuestas que se podían capturar. Éstas proporcionan información más amplia, principalmente cuando no se tiene información sobre las posibles respuestas. Incluso resultan ser de gran ayuda cuando se quiere profundizar sobre un tema; de esta forma, se toma en cuenta la opinión o los motivos de un comportamiento (Beltrán, 2000).

Encuesta inicial. Se realizó durante la primera y segunda semana del mes de septiembre de 2009 y se diseñó para la población total. Fue orientada para conocer el nivel de rezago social y marginación de la comunidad de Xalpatláhuac, y se acompañó de diversos reactivos orientados a recopilar información sobre la infraestructura domiciliaria, la tenencia animal, el desarrollo agropecuario y la utilización de combustibles. Todo esto nos ayudó a comparar la investigación documental sobre la comunidad y los datos estadísticos de las distintas dependencias de gobierno (anexos encuestas).

Al ser desarrollado este instrumento al inicio de la intervención comunitaria, siendo completamente desconocidos, con aspecto físico distinto y no hablantes de la lengua de la comunidad, la población encuestada fue más reservada en sus opiniones; muchos de los habitantes de Xalpatláhuac aseguraban que proveníamos de alguno de los programas de gobierno y que nos pagaba alguna institución, por lo que la captación de información fue realmente complicada. Pese a ello la comunidad en general fue amable después de que en la charla introductoria dimos a conocer los pormenores de nuestra presencia.

El instrumento contó con 6 apartados, cada uno de ellos correctamente delimitado y concatenado, de tal forma que la encuesta permitiera al encuestador obtener respuestas directas y espontáneas. Por diseño, se colocó un espacio en blanco en cada encuesta para anotar observaciones que el investigador considerara importantes para el posterior análisis de la información.

Se aplicaron 417 encuestas que arrojaron datos relacionados a 2,257 habitantes, lo que representó el 67.31% de la población total censada en 2005 en Xalpatláhuac por el INEGI, que según sus datos fue de 3,353 habitantes (INEGI, 2005). Se consideró que la población localizada entre los 0 a 5 años de edad, durante el desarrollo de la encuesta, fue de 286 personas, en donde se observó que el crecimiento poblacional respecto a 2005 había sido del 2.56%.

De acuerdo a estas cifras, se notó que este incremento demográfico tiene una aproximación a los términos poblacionales actuales, encontrando que representó una muestra significativa.

Finalmente la encuesta piloto fue muy importante para los procesos de investigación posteriores, porque nos ayudó a delimitar claramente la secuencia de las preguntas de las futuras encuestas, evitar preguntas ambiguas e identificar posibles respuestas y reemplazar algunas de ellas o incrementar su número.

Encuesta sobre usos finales de la energía. Se escogió una muestra aleatoria de 50 hogares y se realizó un seguimiento durante seis meses. La encuesta retomó los resultados arrojados por la población total recopilados en la Encuesta Inicial sobre la utilización de combustibles, y consistió en conocer detalladamente los usos finales de la energía (con 10 dispositivos técnicos). Todo esto con el fin de obtener el patrón social de uso energético.

Se indagó sobre el uso leñoso del bosque determinando la procedencia del consumo, tanto por género como por parte del árbol. La encuesta retomó el estudio de las cantidades de leña utilizada en la preparación de los alimentos y la forma como se desarrolla.

También se analizó la procedencia de la leña utilizada en los hogares y la facilidad de acceso a la misma por parte de los distintos grupos sociales que se encuentran en el pueblo.

Los resultados se ajustaron al modelo de análisis cualitativo energético para comunidades rurales propuesto por Martínez Negrete (1992).

Encuesta de monitoreo. Para el desarrollo de esta encuesta se recurrió a la investigación documental, basada en los cuestionarios de monitoreo de estufas eficientes (EE) realizados por GIRA A. C. y con base en el marco conceptual en el que se apoya este estudio. Las preguntas seleccionadas se enfocaron a aquellas previamente identificadas como importantes en la producción de datos sobre el uso de las EE antes de diseñar la encuesta, para incluir preguntas importantes para el desarrollo de este trabajo (Anexos encuestas).

La encuesta fue diseñada con preguntas abiertas y cerradas. Se colocó un espacio en blanco en cada encuesta para anotar observaciones que el investigador considerara importantes para el posterior análisis de la información. Esta encuesta fue dirigida a las personas que contaban ya con la estufa eficiente implementada por nosotros y principalmente a las mujeres quienes son las que la utilizan. El número de encuestadas varió por cada jornada de monitoreo, debido a que cada seis meses se integraban nuevas usuarias.

Las preguntas se realizaron por duplicado ya que se refieren al “antes” (cuando las familias no tenían estufa eficiente de leña) y el “después” (cuando ya contaban con ella). Esta encuesta se realizó durante los periodos de monitoreo para supervisar el uso y las posibles complicaciones de operación de la tecnología propuesta. Frecuentemente fue apoyada por intérpretes locales, de dominio pleno de la lengua que se habla en la comunidad, náhuatl en la comunidad de Xalpatláhuac, San Nicolás Zoyatlán y Tlacotla, así como en Copanatoyac, Ocotequila y Patlicha, y tu'un savi o mixteco, en las comunidades de Zacatipa y Tototepec, así como en Potoichan.

Es importante señalar que el trabajo de monitoreo se interrumpió en las comunidades pertenecientes al municipio de Copanatoyac (Copanatoyac, Patlicha, Potoichan y Ocotequila), debido a los altos índices de inseguridad propiciados por grupos del narcotráfico, pandillas juveniles y la pre-

sencia del ejército mexicano. Sin embargo la experiencia de Copanatoyac nos proporciona información valiosa respecto a cómo debe desarrollarse la presentación de la investigación y la participación de *trabajadores de la comunidad*, para la difusión de la propuesta de estufa eficiente.

Encuesta de uso sostenido. Esta se realizó en los meses de octubre y noviembre de 2012. Fue basada en los cuestionarios de monitoreo ya utilizados con anterioridad y el objetivo de la misma fue estudiar el uso sostenido de la tecnología propuesta y también generó datos sobre el uso de cualquier otro dispositivo (fogón y estufa de gas LP) empleado para realizar las diversas tareas de cocinado (anexos encuestas).

Al igual que en el monitoreo, esta encuesta fue diseñada con preguntas abiertas y cerradas. Se colocó un espacio en blanco en cada encuesta para anotar observaciones que el investigador considerara importantes para el posterior análisis de la información. Esta encuesta fue dirigida a las personas que contaban ya con la estufa eficiente refiriéndose al “antes” (cuando las familias no tenían estufa eficiente de leña) y el “después” (cuando ya contaban con ella).

Este instrumento buscó ser aplicado a la totalidad de usuarias de la estufa eficiente, logrando encuestar a 115 mujeres de 122 registradas en la base de datos. Haciendo distinción en su tiempo de instalación (6 meses, 1 año, 2 años y 3 años) y en los distintos niveles de impacto detectado por ellas mismas en su casa, en el uso de la leña y en el ambiente familiar respecto a las tareas de preparación de los alimentos (convivencia en la cocina, espacios de consumo de alimentos). Tanto en esta encuesta como en la de monitoreo, se consideró las diferencias entre comunidades debido a que fue principalmente Xalpatláhuac la comunidad de estudio, sin embargo, se establecieron grupos piloto en las comunidades arriba mencionadas.

Esta encuesta contó totalmente con el apoyo de un intérprete local de la comunidad de Xalpatláhuac, Evelia Zeferino Pinzón, quien tiene un dominio pleno del castellano y del náhuatl. Sus aportes fueron clave puesto que muchas mujeres de la comunidad se sintieron en mayor confianza al responder las preguntas planteadas en su lengua materna. En el caso de las comunidades ná’savi, se siguió contando sólo con intérpretes esporádicos, principalmente familiares de las mujeres que cuentan con estufa eficiente.

4.4.2. Entrevista estructurada.

Este instrumento está diseñado para obtener información específica que por su dimensión no es contemplada por todos los miembros de la comunidad, sino más bien por grupos en específico o por personas con diferente posición social, económica o cultural dentro del grupo social.

La información se recopiló de forma escrita y audiograbada basada en una guía de entrevista que incluyó preguntas abiertas sobre temas relacionados con los objetivos de este estudio.

Se realizaron varias entrevistas a informantes claves durante el proceso de investigación.

Entrevista a usuarias de estufas eficientes. En septiembre de 2009 en Xalpatláhuac, sólo 20 familias (20 estufas) contaban con una estufa eficiente proporcionada por un programa de la Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (CDI). Según los informantes, esas estufas fueron promovidas por la esposa del c. Pedro Avilés quien en ese entonces tenía el cargo de *Tlayakanky* de la comunidad (anexos entrevistas).

La entrevista inició con una breve introducción sobre los objetivos del estudio. Las entrevistas se realizaron en los meses de noviembre y diciembre de 2009, para entonces ya desarrollábamos una amplia intervención comunitaria con distintos sectores de la población, en diferentes espacios públicos y con pequeños grupos de trabajo diseminados por toda la comunidad con el tema de la alfabetización, por lo que nuestra presencia era considerada como *aceptada* por la totalidad de la población.

En las preguntas se trató de recopilar la experiencia de las entrevistadas en el uso de su estufa eficiente y fueron orientadas de acuerdo al marco conceptual del presente trabajo de investigación.

La primera parte del instrumento recopiló los datos personales y la situación económica de la familia. La segunda parte trató sobre la utilización de combustibles para la cocción de los alimentos y las relaciones que rodean a los mismos (obtención, cantidad, frecuencia de uso), y finalmente lo relacionado con los diferentes dispositivos para la cocción y particularmente con la estufa eficiente (fecha de construcción, frecuencia de uso, cantidad de leña utilizada.).

La gran mayoría de las entrevistadas (5 de un total de 7) proporcionaban datos incompletos o poco fiables sobre el uso de su dispositivo, principalmente porque estaba en desuso. Algunas de

ellas no permitieron la grabación porque creían que la información sería enviada a la CDI para notificar que la estufa eficiente, otorgada bajo un programa de estufas eficientes, no era utilizada o se combinaba con el fogón tradicional, mismo que, según las entrevistadas, les obligaron a desechar para poder acceder al mismo.

Los resultados de estas entrevistas fueron complementados con la observación personal y particularmente con la *observación participante*.

La ***observación participante*** es una técnica que se basa en el diálogo y observación entre el entrevistador e informante con la finalidad de generar información relevante sobre determinados fenómenos (Sánchez, 2004).

Entrevista a técnicos comunitarios. En la comunidad de *Tlacotla*, perteneciente al municipio de Xalpatláhuac, fue posible localizar a personal de la agencia de desarrollo rural *Red para el Desarrollo Sostenible* (RDS) participante del PESA-Guerrero Sin Hambre (PESA-GSH 2009-10), una estrategia de coordinación y concurrencia de programas y recursos estatales y federales, encabezada por la Secretaría de Desarrollo Rural del Gobierno del Estado de Guerrero, enfocado a enfrentar el problema de la pobreza rural por medio de la promoción del desarrollo sustentable de las familias de las comunidades campesinas marginadas. Su estrategia, según sus informes, se basó en los principios de seguridad y soberanía alimentaria (Informe final PESA-GSH, 2009).

Los entrevistados fueron los hermanos Ofelia y Panuncio Gacía Romano, técnicos comunitarios (anexos entrevistas). La información proporcionada por ellos fue altamente valiosa debido a que a través del PESA-GSH se implementaron por lo menos dos modelos de estufas eficientes por parte de RDS en la zona: un modelo de cámara de combustión, una hornilla secundaria cuadrada en serie, con una sola entrada de leña y chimenea de salida de humo, y el modelo *Patsari Jimbani*, una estufa con cámara de combustión y dos hornillas secundarias, de una sola entrada de leña y chimena, construida a base de ladrillo rojo.

La entrevista fue diseñada para recopilar sus experiencias en la implementación de la tecnología, las principales aportaciones de sus programas de difusión, los aspectos más sobresalientes en el manejo de la tecnología desde la perspectiva de las usuarias. Se hizo hincapié en lo que ellos señalaron como *deficiencias de diseño*, que llevaba a la modificación de las estufas eficientes por parte de las usuarias o, en el peor de los casos, al desuso.

Esta entrevista se realizó la primera semana de 2010 y posteriormente durante el mes de noviembre de 2012, donde se les consultó nuevamente para conocer sus opiniones sobre la propuesta de estufa eficiente desarrollada por quien suscribe esta tesis, una vez que trabajaron con el dispositivo y pudieron comparar sus resultados respecto a la tecnología que implementaron en el PESA-GSH en 2009-2010.

Entrevista a personas activas. En la comunidad de Xalpatláhuac fue posible localizar a algunas que personas que se les podría denominar *trabajadores de la comunidad*. Personas con muchas ganas de participar o de crear procesos sociales al interior de su espacio social; que fomentan la participación social y la interacción con otros procesos sociales de la región o del estado y que están orientados al desarrollo de sus pueblos.

En este sentido, se logró contar con el apoyo del párroco local, Mario Campos, na' savi originario del pueblo de Tototepec, quien también es del grupo de fundadores históricos de la Policía Comunitaria-Consejo Regional de Autoridades Comunitarias (PC-CRAC), y dirigente moral de dicha agrupación. También se destaca el apoyo Procoro Luna, presidente de una organización ganadera; Quirino Ortega Simón, expresidente municipal interino; Delfino Ortega, ex presidente municipal y ex coordinador de varios programas sociales de carácter federal; Domitila García Guevara quien tiene una muy fuerte presencia entre las mujeres de la comunidad y se destaca por haber sido la primera mujer (hasta hoy única), en contender por la presidencia del municipio; así como Carmen Pinzón, actual directora de uno de los centros de educación inicial. Entre muchísimas personas más (Anexo entrevistas).

Todas estas entrevistas fueron audiograbadas, planteándose 1 o 2 preguntas generadoras que desarrollaron toda la conversación. Quién suscribe esta tesis hizo mucho esfuerzo en cuidar principalmente los detalles que escapaban en el desarrollo de la entrevista para posteriormente generar discusión sobre los mismos, obteniendo así una gran cantidad de información referente a los objetivos de este estudio, pero también referentes al cúmulo de procesos sociales que ocurren dentro de la comunidad.

Todos ellos contribuyeron a proporcionar valiosa información sobre el complejo desarrollo de relaciones sociales al interior de la comunidad de Xalpatláhuac y de la región; a proporcionar datos sobre los procesos de organización tradicional arraigados en los pueblos; al entendimiento de la

relación de la población con el medio que lo rodea; al conocimiento de la historia y los orígenes de estos pueblos.

También contribuyeron en facilitar el establecimiento de grupos piloto de la propuesta de estufa eficiente, elaborada por quien suscribe esta tesis.

4.5. Análisis de datos.

En el caso de las encuestas, dada la carencia de patrones y de repeticiones de determinadas respuestas, fue necesario realizar el análisis de las opiniones siguiendo técnicas de codificación de palabras, tal como se realiza en el análisis de una entrevista en la investigación social (Beltrán, 2000). En este caso, el análisis es un proceso que inicia junto con la recolección de los datos y consiste en una revisión detallada, que se realiza línea por línea de los textos transcritos, con la finalidad de identificar aquellas ideas emitidas por los entrevistados que respondan a los objetivos de la investigación.

El análisis de datos cualitativos es un proceso dinámico y creativo, cuya finalidad es la comprensión de los escenarios o personas bajo estudio. El análisis, implica la codificación de los datos. Este proceso incluye la reunión y categorización de la información en temas, ideas, patrones, conceptos e interpretaciones (Strauss, 1995).

La forma de aplicar la encuesta también constituye una parte muy importante para la producción de datos. En este trabajo, se realizó por entrevista personal, es decir, el entrevistador aplicó la encuesta a las personas que formaron parte de la muestra, y además anotó las respuestas. Esta forma de conducción de una encuesta por un lado, permite al investigador plantear de una manera comprensible las preguntas, adaptándolas al lenguaje que utilizan las personas de determinada comunidad; de esta manera, el investigador se cerciora de obtener respuestas relacionadas con el sentido de la pregunta original. Por otro lado, el investigador debe tener cuidado de no sesgar o influir en las respuestas, por ejemplo, anticipando a los entrevistados las posibles opiniones, más bien debe de mantener una posición neutral tanto en su actitud (sin denotar aprobación o rechazo cuando se plantean las preguntas, o cuando el entrevistado responde), como en la expresión de opiniones sobre el fenómeno en estudio (evitar emitir opiniones con una posición ideológica sobre el tema de estudio) (Hernández et al., 2006; Delgado y Gutiérrez, 1999). Algo esencial en este proceso, es que el entrevistador debe de conocer a fondo el cuestionario para poder conducirlo de manera fluida y a modo de entrevista (Hernández et al., 2006).

Esta técnica etnográfica, es un instrumento que permite determinar la magnitud de cierto fenómeno. Sin embargo, es importante tomar en cuenta que como cualquier instrumento de investigación, tiene sus ventajas y sus desventajas. A) dentro de las ventajas: es que los datos son más fáciles de codificar y de usar para su análisis cuantitativo ya que únicamente se tiene que seleccionar la alternativa que sintetice mejor la respuesta además, reduce la ambigüedad de las respuestas y permite hacer comparaciones entre éstas. Los datos, al ser de tipo numérico, permiten realizar análisis estadísticos, los cuales pueden ser verificables. La muestra representativa ofrece la posibilidad de generalizar los resultados hacia poblaciones grandes. El análisis de datos cuantitativos en muchos casos, puede explicar tanto fenómenos sociales como predecir posibles escenarios futuros (Hernández et al., 2006; Doorman et al., 1991). B) dentro de las desventajas: es que no es aconsejable como única herramienta metodológica cuando se quiere indagar sobre una situación de mayor complejidad donde, el interés sea el discurso de los actores (Beltrán, 2000). Se tienen además, las desventajas de tipo operativo y las de tipo metodológico. Las operativas, están relacionadas con el alto costo en tiempo y recursos (cuando se realiza en poblaciones muy grandes) para la ejecución y el análisis de las encuestas (Doorman et al., 1991).

El problema más frecuente está relacionado con el alto volumen de información que se puede generar, ya que se presentan múltiples problemas en el procesamiento y análisis de los datos. Esto puede causar que los datos estén disponibles tiempo después de lo originalmente planeado. Por esta razón, los tiempos tanto de la planeación como de la ejecución de las encuestas son aspectos que deben tomarse en cuenta al momento del diseño de la investigación (Chambers, 1984).

Las desventajas de tipo metodológico están relacionadas con la validez y la confiabilidad de los datos generados; esto depende de la calidad de las preguntas y de la forma en que el entrevistador las plantea al entrevistado. Por ejemplo, una pregunta está sujeta a ser interpretada de varias maneras; esta posibilidad se incrementa cuando existen diferencias culturales importantes además de una gran distancia social entre investigador y entrevistado. Por esta razón, es importante tener cierto conocimiento sobre la terminología en la población investigada. Por parte del entrevistado, éste puede dar información falsa, lo cual se presenta con mayor frecuencia cuando se tratan asuntos considerados como “delicados” como deudas, ingresos y tenencia de la tierra, entre muchos otros (Doorman et al., 1991). Esta falsedad en las respuestas, responde a preocupaciones de los informantes sobre problemas que pudieran generar con alguna institución estatal en lo relacionado al pago de impuestos (Chambers, 1984). Por esta razón, el investigador o encuesta-

dor debe de procurar generar la suficiente confianza en las personas que serán entrevistadas. Lo que se recomienda es que antes de comenzar con la encuesta, el investigador siempre se debe presentar y también debe de explicar de forma clara, cuál es el propósito de realizar la encuesta y cómo esa información será utilizada en el futuro (Doorman, 1991). Lo que no se debe de perder de vista es que la información producida debe ser entendida en su contexto social, esto es, poner atención a las variables contextuales y del entorno social que son imprescindibles para entender la actitud y conducta de las personas (Beltrán, 2000).

4.6. Diagnóstico.

En la metodología investigación-acción participativa es parte fundamental el diseño, aplicación y evaluación de un diagnóstico, éste se elabora para ofrecer una información básica que permite analizar la situación, problemas y necesidades por las que atraviesan el individuo, grupo o comunidad en donde se va a intervenir; determina las acciones a seguir, la planeación de los proyectos, programas o bien actividades que respondan a las necesidades que se especifiquen. Coadyuva en proporcionar información de la situación por la que se atraviesa: historia, costumbres, oportunidades, recursos. Factores que influyen en las condiciones del o los problemas detectados, las tendencias a futuro de acuerdo a la intervención, los condicionantes de la intervención.

El diagnóstico es una elaboración que consiste en una descripción que permite interpretar un fenómeno o hecho como problema o como no problema (Escalada *et al.* 2001). Siempre será un instrumento abierto y en constante retroalimentación, pues toda intervención que se realiza en la realidad genera una dinámica que va planteando interrogantes, reformulando problemas y descubriendo cuestiones que no se habían considerado que podrían ser lagunas en los datos de investigación.

El diagnóstico es parte del largo proceso metodológico para llegar a una intervención comunitaria eficaz; es decir conocer para actuar, que implica el conocimiento de la comunidad, mediante una investigación documental y de campo, es justo en este proceso en donde el desarrollo de un buen diagnóstico dará como resultado acciones efectivas para trabajar en la comunidad de manera significativa.

En la comunidad de Xalpatláhuac se levantó un diagnóstico participativo en el que no sólo se aprovecharon los resultados, sino también el proceso mismo; se compartieron experiencias e intercambiaron conocimientos. Con él se aprende a usar técnicas para recoger información. Es una oportunidad para un aprendizaje colectivo en el que los participantes investigan su propia realidad y analizan las causas de los problemas.

Es un proceso la propia comunidad habló de sus problemas, se analizaron y tomaron decisiones para trabajar y combatir las necesidades ya detectadas. Fue un medio que permitió coordinar a los *trabajadores de la comunidad* y estructurarlos en Grupos Activos de Personas (GAP), para fundir sus intereses y colectivamente trabajar para transformar su realidad social.

En este diagnóstico los participantes proporcionaron datos e información importante de su comunidad, para trabajar en la toma de decisiones y proyectos que se desarrollaron; partió necesariamente de los conocimientos de su realidad, aunque fueran limitados y con base en ellos se reflexionó; se buscó en todo momento adquirir nuevos conocimientos generando así una práctica mejor.

Para la aplicación de este diagnóstico se retomó la metodología de Ezequiel Ander Egg (1984), plasmada en el libro *Investigación y diagnóstico para el Trabajo Social*; las fases que se utilizaron para la ejecución fueron: Investigación Básica, Contextualización, Análisis, Síntesis y Líneas de acción. La elección de la población a la que se aplicaron los instrumentos se efectuó a través de un muestreo aleatorio simple que permitió captar a la población con la cual se realizó la aplicación de la propuesta metodología de diagnósticos participativos.

Una vez que se aplicaron los instrumentos para una adecuada intervención comunitaria, se llevó a cabo un análisis de los reactivos, este comprendía temáticas como: población, educación, salud, ingresos y actividades económicas, tenencia animal, vivienda, servicios, combustibles usados por la comunidad, migración y organización comunitaria.

El diagnóstico se concluyó en diciembre de 2009 y se complementó con los resultados de las entrevistas. Uno de los principales logros del diagnóstico es la elaboración del árbol de problemas de la comunidad, realizado por las personas de la población, que delimita las acciones a seguir bajo el modelo metodológico propuesto. Nunca está de más insistir en la importancia de un buen diagnóstico social para conocer a profundidad el terreno donde se planifican las acciones.

4.7. Línea de acción: Proyecto Xalpaneca

En enero de 2010, inmediatamente después de concluida la fase de sistematización y análisis cualitativo de las entrevistas y encuestas correspondientes al periodo de septiembre de 2009 a enero de 2010 que se plasmaron en el diagnóstico social de Xalpatláhuac, encontrando así el *árbol de problemas* de la comunidad, se procedió a diseñar una propuesta de estufa eficiente respondiendo a los resultados obtenidos y enmarcados dentro de la definición de *tecnología apropiada*.

A esta línea de acción de la investigación participativa se le denominó *Proyecto Xalpaneca*, adoptando para la propuesta de estufa el gentilicio femenino de la comunidad que se intervino y siguiendo en la medida de lo posible el enfoque planteado en la integración del *Proyecto Patsari*, implementado por GIRA A. C. en la región Purépecha de Michoacán. La figura siguiente muestra un diagrama conceptual del enfoque del proyecto adoptado.

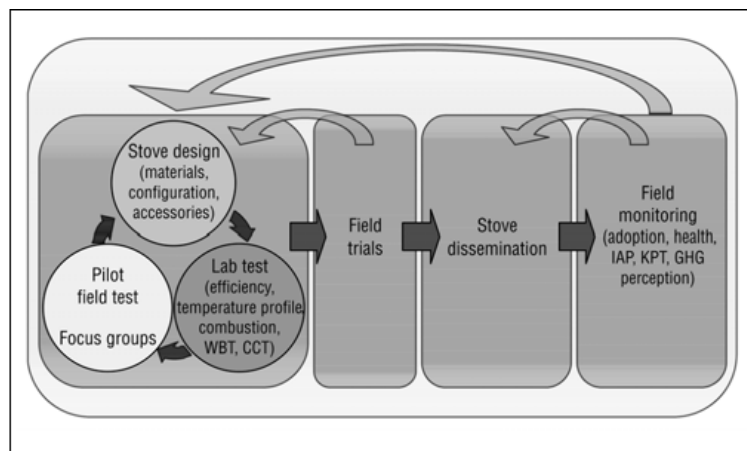


Figura 3. Diagrama conceptual de la integración del Proyecto Patsari. WBT =PEA; CCT = PCC; KPT = PFC; IAP = Contaminación Atmosférica Interior; GHG = Emisiones de gases de efecto invernadero. Fuente: Masera et al., 2007.

4.7.1 Diseño de la estufa eficiente

El diseño propuesto es una estufa Patsari de lodo y arena modificada de acuerdo a las inquietudes planteadas por las usuarias de estufas eficientes, a los inconvenientes y beneficios encontrados en la implementación de la tecnología aportados por los técnicos comunitarios que operaban en la región, a la interacción entre los dispositivos encontrados en la comunidad para la cocción de los alimentos y las formas de utilización de los combustibles.

La propuesta responde a los siguientes criterios: utilización de los materiales locales para su fabricación, facilidad de construcción y reparación, simpleza en la operación, apego a las necesida-

des básicas de los usuarios, respeto a la cultura local y reconocimiento de la tradición tecnológica de los habitantes de Xalpatláhuac. Por tanto, la propuesta se apega a la definición de una tecnología apropiada.

4.7.2 ¿Por qué una Patsari?

La metodología usada explica el interés de investigar el uso sostenido de tecnología apropiada partiendo de los elementos que existen en la comunidad. La estufa Patsari se construye *in situ* y sus componentes se encuentran fácilmente en esta comunidad y en la región. A diferencia de muchos otros modelos de estufas eficientes difundidas en el país, la Patsari no es prefabricada. Por otro lado, quien suscribe esta tesis y las personas que posteriormente fueron invitadas a participar en la implementación de la estufa eficiente, no contaron con el apoyo económico de ninguna dependencia gubernamental, institución, partido político o particular para su desarrollo, aunque la instrucción de recursos para implementar cualquier otra tecnología no acorde con la definición de tecnología apropiada, fracturaría el esquema de investigación. Por tanto, el criterio más importante es la sustentabilidad de la propia tecnología a partir de los recursos que hay en el medio.

4.7.3. Prueba de laboratorio.

Se consideró a la propuesta de estufa eficiente como una aproximación desde la estufa Patsari, por lo que las pruebas de laboratorio ampliamente documentada por Berrueta (2007) fueron utilizadas como la justificación técnica. Esto no significa que se haya soslayado que las modificaciones realizadas tienen repercusiones en el sistema termodinámico. Por el contrario, se concluye que un estudio comparativo a profundidad podría ser objeto de un futuro tema de investigación.

4.7.4 Prueba piloto en campo

Se eligió a una persona activa de la comunidad, la señora Habacú Pardo Ruiz quien participó del programa de alfabetización, para construir el prototipo de estufa la primera semana de enero de 2010. Se aprovechó que había decidido cambiar de sitio su cocina y consecuentemente destruyó su fogón de tres piedras.

La construcción siguió el método propuesto por GIRA A. C. para la elaboración de la estufa Patsari (proporciones de materiales, medidas de la estufa), incorporando las modificaciones. Cabe resaltar que los moldes con los que se elabora la estufa Patsari también fueron sustituidos por materiales locales (Anexo Manual Patsari y Xalpaneca). El tiempo de construcción fue de una hora. Intencionalmente se le agregaron componentes que habían sido mal evaluados por las usuarias y

los técnicos comunitarios para corroborar si seguía el mismo patrón de comportamiento por parte de la usuaria, como el comal metálico.

Durante un mes, diariamente, se estudió minuciosamente la operación en campo de este dispositivo y se documentaron los resultados comparándolos con la información ya sistematizada de las entrevistas y el diagnóstico participativo.



Figura 4. Fotografía del prototipo de Estufa Eficiente *Xalpaneca*. La estufa contó con cámara de combustión y entrada de leña amplia, dos hornillas secundarias y chimenea. Enero de 2010.

4.7.5 Difusión y Diseminación de estufas

Paralelamente, una vez construido el diagnóstico participativo, delimitadas las líneas de acción en función del árbol de problemas identificado por personas de la comunidad y sistematizada la información de la prueba piloto, se procedió a presentar la línea de acción participativa. Hay que resaltar que el tema de las estufas eficientes como dispositivo para el ahorro de la leña, fue una inquietud que relució en un par de sesiones del diagnóstico porque algunos integrantes tuvieron contacto con estos dispositivos en las comunidades del interior del municipio.

El primer paso consistió en hacer de las personas activas un Grupo de Personas Activas (GAP), es decir que colectivamente trabajaran en el desarrollo de este proyecto. Se agrupó un GAP de 10 integrantes. Esta agrupación fue la primera en conocer el dispositivo y los resultados de la prueba piloto y se les invitó a compartir sus opiniones.

El GAP protagonizó la presentación del dispositivo piloto a principios de febrero de 2010 en colaboración con quien suscribe esta tesis resaltando no sólo los aspectos de ahorro de combustible, sino también los problemas de salud asociados al uso del fogón de tres piedras, el problema ambiental y el ahorro de dinero que representa utilizar estos dispositivos, de acuerdo al patrón de consumo de la leña.

Durante la primera etapa de construcción (febrero-Mayo de 2010), el GAP se convirtió en el principal promotor y difusor del proyecto empezando la construcción, primero en sus viviendas y posteriormente en el resto de la comunidad haciendo uso de tradiciones para el trabajo colectivo enraizadas en la comunidad. Así mismo, a través de voluntarios prestadores de servicio social del programa *La UNAM por la alfabetización en tu comunidad* y algunos miembros del GAP, se pudo acceder a otras comunidades (Tlacotla, Zacatipa, Zoyatlán) para establecer grupos piloto.

En esta etapa se construyeron 45 estufas modelo Xalpaneca en Xalpatláhuac, 5 en Zoyatlán, 2 en Zacatipa y 1 en Tlacotla. A mediados de febrero de 2010 dio inicio la temporada de celebraciones religiosas por lo que la construcción de estufas fue suspendida, pues la mayoría de pueblo participa de ellas, incluso, las escuelas dejan de laborar en las más importantes (carnaval, primer, segundo, tercer, cuarto y quinto viernes de cuaresma). Las labores se reiniciaron a mediados de abril y finalizaron los primeros días de mayo, cuando inicia la temporada de lluvias y por tanto, los trabajos agrícolas. El tiempo total de trabajo fue de aproximadamente un mes. El asueto ayudó a monitorear las estufas hechas en febrero.

A partir de Julio de 2010 hasta la fecha, la difusión de las estufas quedó a cargo de la Brigada Multidisciplinaria de Apoyo a las Comunidades de México, una actividad solidaria que depende del Grupo de Acción Revolucionaria, una organización juvenil y estudiantil sin ánimos de lucro y totalmente independiente de partidos políticos y de organizaciones e instituciones gubernamentales, enfocada, entre otras líneas, al desarrollo comunitario integral y donde quien suscribe esta tesis es miembro fundador. Al igual que en la primer etapa, se colaboró estrechamente con el GAP en la difusión y disseminación de las estufas.

Es importante resaltar que se evitó que para la construcción de la estufa mediara algún tipo de interés monetario. Se promovió en todo momento la solidaridad y el trabajo en equipo, anteponiendo el interés colectivo por mejorar el nivel de vida de la población y el desarrollo de la comunidad. El material para la construcción de la estufa se aportó de forma voluntaria por cada persona que quiso acceder a este dispositivo, tomando en cuenta que la gran mayoría de él se encuentra fácilmente en la comunidad (grandes depósitos de arena, barro y los instrumentos que utilizamos para moldear la cámara de combustión, el sistema de ductos y el escape). Básicamente, cada familia aportó la mitad de un bulto de cemento (25 kg) y la tubería de aluminio para el escape de los gases de la combustión. En el caso de esta última se sustituyó frecuentemente por láminas metálicas enrolladas previamente desechadas por alguna familia.

4.7.6. Monitoreo

El seguimiento y la evaluación de la estufa fue un componente crítico del proceso de la difusión desde el inicio del programa en enero de 2010; el monitoreo resulta indispensable para medir el impacto de las intervenciones. La sistematización de la información y el análisis cualitativo de los resultados, alertó oportunamente la necesidad de modificar el diseño de la propuesta inicial y posibilitó el mejoramiento continuo de la tecnología.

La experiencia del desarrollo del *Proyecto Patsari* por parte de GIRA A. C. ha sido clave para quien suscribe esta tesis en el terreno de la metodología para la innovación tecnológica y desarrollo del proyecto.

Capítulo 5

Resultados

5.1. Historia

El siguiente texto fue publicado por primera vez en *Tlaxotlas* (2010), periódico comunitario coordinado por quien suscribe esta tesis. Hay que advertir que el contenido aquí expuesto es una recopilación de testimonios orales, escritos y de varias consultas al libro testimonial del pueblo que posteriormente fueron sistematizados. La versión histórica sobre la migración y asentamiento, contrasta enormemente con el antecedente más serio sobre estudios relacionados con esta comunidad y desarrollados por la antropóloga francesa Daniela Dehouve (1975). Esta recopilación trata de colocar una piedra más en la reconstrucción histórica del pasado de Xalpatláhuac.

Un punto de encuentro

Según la antropóloga francesa Daniele Dehouve (1975), la Montaña siempre ha sido el punto de contacto entre los grupos Nauas, Na Savi y Me'phaa. Cinco son los pueblos instalados alrededor de la comunidad de Xalpatláhuac y cuya historia de su fundación se pierde en el tiempo, es decir, que ya existían a la llegada de los españoles a estas tierras y que actualmente no existe testimonio que nos hable de su fundación: Tlapa (primero centro Mexica y luego ciudad mestiza) al norte, Tototepic (pueblo Na Savi), al sur, Igualita (pueblo Na Savi), Tlacotla al este y Zoyatlán al oeste (pueblos nahuas ambos).

Los primeros tiempos de la conquista española fueron testigos de la inmigración de un grupo de indígenas provenientes del valle de Toluca (Estado de México) que fundó la ciudad de Xalatzala (nahua); después vinieron los Na Savi de Ahuejutla (Guerrero), que se establecieron en la colina de Zacatipa, de donde finalmente adoptaron el nombre para su comunidad. Y por fin, varias familias provenientes de la antigua laguna de Axochiapan (Morelos) levantarían su residencia alrededor del lecho de un torrente; estos últimos moradores dieron a su agrupamiento el nombre de Xalpatláhuac.

Xalpatláhuac, que en español significa “camino ancho de arena” es una comunidad indígena nahua de la región “Montaña” de Guerrero. Representa la cabecera de un municipio con el mismo nombre.

El pueblo migrante

Según información escrita proporcionada por Quirino Ortega Simón, el origen de los primeros pobladores de Xalpatláhuac es Axochiapan (Morelos), de donde fueron desterrados a finales del siglo XVII; confirmando así lo escrito por la antropóloga Dehouve (1975).

Basados en la misma fuente, encontramos que en tiempos de la Inquisición (institución dedicada a la supresión de la herejía en el seno de la Iglesia Católica), los españoles dueños de la hacienda de Tenango llegaron a la antigua laguna de Axochiapan y solicitaron a los indígenas les alquilaran sus tierras para el cultivo de la zafra y al paso del tiempo generaron un conflicto legal por posesión de tierras, el cual ganaron y se apropiaron de ellas expulsando a los indígenas.

La emigración se realizó en tres grupos. El primero de ellos se segregó y se trasladó al poblado de Tepalcingo, Puebla. El segundo grupo también se segregó y se trasladó al punto que actualmente se llama Axochiapan en Morelos. El tercer grupo se trasladó de forma conjunta, de punto en punto, siguiendo los consejos de los padres agustinos, que les habían dicho que siguieran su camino hasta que una pareja de niños creciera y se unieran en matrimonio y su primer hijo sería quien anunciaría dónde debían fundar su pueblo.

Muchas son las personas que encontramos con información sobre el peregrinar de la población y el momento en que decidieron establecerse, y esto es porque se transformó en una leyenda que pasó de generación en generación de forma oral y algunas personas hicieron lo propio de forma escrita.

Después de muchos años de peregrinaje, el último grupo migrante llegó al punto denominado *Itlanxochcuame* situado en los terrenos comunales de San Nicolás Zoyatlán; lugar donde nació el niño que dio la esperanza añorada. Al poco tiempo, el recién nacido comenzó a manifestar señales de molestia e inquietud. Conocedores de los consejos de los padres agustinos y de las manifestaciones de las señales para fundar su pueblo, los indígenas tomaron sus cosas y se encaminaron hacia el sur, ascendiendo por el cerro que llamaron *Tzopilotepec*. En la cima, al no mostrar el infante señales de tranquilidad regresaron a Zoyatlán a descansar para posteriormente, al siguiente

día, encaminarse rumbo al oriente en donde les habían informado, habría un buen sitio para formar su poblado.

La población migrante tomó el consejo y al llegar al punto que desde entonces se conoce como *Motlapana Otli*, el pequeño niño dio visos de satisfacción, aliento y tranquilidad. La población siguió caminando hasta bajar una cañada donde encontraron un elevado y frondoso ahuehuete, en donde colgaron la cuna del niño. Para sorpresa de todos, el niño se quedó tranquilo y profundamente dormido en ese lugar, cumpliendo así con los consejos de los padres agustinos e indicándoles dónde debían fundar su poblado. Señales que fueron recibidas con alegría y danza.

Asentamiento

El nuevo poblado recibió tierras de Zoyatlán, Tlaquilcingo y Tlacotla. Actualmente no existen documentos históricos que hablen de la donación, pero en un comparativo de los antiguos territorios, la configuración actual de la región y los datos que aporta la tradición oral, se confirma esta versión.

Según datos que se encontraron en el libro testimonial con fecha 13 de octubre de 1717, que elaboró el Lic. Francisco Valenzuela, siendo Tlayakanky el C. Antonio Marín, Xalpatláhuac se encuentra en el antes punto trino que dividía las tres repúblicas donantes: Santa María Asunción Tlacotla, la de San Juan Evangelista Tlaquilcingo y la de San Nicolás Zoyatlán. Una vez declarado poblado de Xalpatláhuac, se elaboraron los correspondientes títulos patrimoniales por el Lic. Francisco Valenzuela en los años de 1717 y 1718.

Xalpatláhuac se convirtió en parroquia el 8 de septiembre de 1852, después de que esta había sido instalada, sucesivamente en Zoyatlán (de 1827 a 1843) y en Tototepec (1842 a 1852). El primer párroco de Xalpatláhuac fue el señor presbítero Don María Ismael López Salmerón.

Xalpatláhuac, el municipio

La tradición en la región era que donde se instalaba la parroquia, se instalaba la cabecera municipal. Por lo que pudimos verificar, la cabecera municipal no siempre estuvo en Xalpatláhuac, ni forma parte de la herencia de los abuelos, sino que el dato más antiguo, se remonta a que estuvo ubicada en la comunidad de Zoyatlán y que después se trasladó a Tototepec, formando entonces la *Municipalidad de Tototepec* y, posteriormente, el día 14 de agosto de 1863 el gobernador del estado de Guerrero, General Diego Álvarez, nombró a Xalpatláhuac cabecera municipal; designan-

do, a su vez, al C. Pedro Villegas como primer Presidente Municipal, como consta en el acta del decreto con la fechada citada y firmada por el entonces gobernador, junto con el Secretario Interino, José Luis Rojas.

A raíz de un conflicto agrario con Zacatipa, donde Xalpatláhuac tomó parte a favor de estos, Tototepec solicitó su anexión al municipio de Tlapa. Así mismo, Xalatzala también solicitó su anexión a Tlapa posterior a un conflicto religioso con Xalpatláhuac.

Costumbres

Hoy día existen una gran cantidad de costumbres y rituales en Xalpatláhuac, destacan la veneración a San Pedro, por ser el día de la nueva fundación del pueblo; el Santo Entierro, considerado el ídolo más milagroso no sólo de Xalpatláhuac, sino de toda la Montaña; y San Andrés, cuya adoración se remonta desde los tiempos en que se vivía en Axochiapan, siendo el patrón de esa localidad. También es de importante mención el día de muertos, las peticiones de lluvias y el carnaval, todas ellas con un toque particular característico de esta población.

En 1994, vecinos de Xalpatláhuac visitaron Axochiapan para corroborar las versiones ancestrales de su origen y posteriormente hicieron lo mismo en Xalpatláhuac un grupo de autoridades representativas de Axochiapan, encabezados por Rogelio Cortés Sanabria, quien en ese entonces fungía como presidente municipal de aquella localidad.

Con el paso de los años, Xalpatláhuac se ha desarrollado pero el paso del tiempo ha sido muy injusto con aquellos recuerdos de sus orígenes.

5.2. Diagnóstico social de la comunidad de Xalpatláhuac, Montaña Alta de Guerrero

El pueblo de Xalpatláhuac se extiende sobre las colinas que rodean el lecho seco de un torrente, sobre un eje norte-sur. En la época de lluvias el lecho del torrente se llena de agua que desemboca en la ciudad de Tlapa. Este lugar largo y amplio es la avenida principal que cruza toda la comunidad. Está dividido en 8 barrios⁸: Iksotitlaj, Tepek-Tepetlatipa, Tlakomulko, Tlasekak, Santa Cruz, San Andrés, San Marcos y San Miguel. Existe un noveno agrupamiento poblacional que es considerado colonia por el resto de los habitantes y se ubica a dos kilómetros al norte de la comunidad, sobre la carretera Tlapa-San Luís Acatlán; su nombre es Axochiapan, antes Tecamachalco. Esta última está fuera de nuestro estudio.

Los pobladores de Xalpatláhuac definen pueblo como un sujeto colectivo que da forma y esencia a la interculturalidad, pues para ellos la cultura sólo puede ser entendida como una construcción social históricamente acotada.

5.2.1. Población

La población es casi exclusivamente indígena (97%). En la década de las 60's era muy contados los mestizos dentro de esta comunidad (Dehouve, 1975), hoy si bien hay muchas personas de otras comunidades que han establecido su residencia en Xalpatláhuac, tanto indígenas como mestizos, la población sigue siendo predominantemente indígenas nahuas. Esto contrasta enormemente con otros asentamientos de la zona e incluso con otras comunidades con similares características étnicas, como Copanatoyac, donde la población indígena de varias etnias y los mestizos ocupan porcentajes poblacionales muy similares.

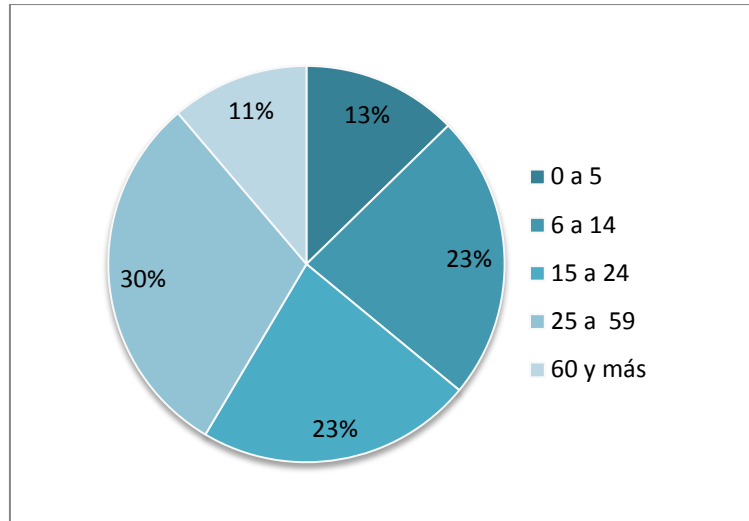
⁸ Barrio. División asignada por los españoles a las unidades territoriales indígenas y a las divisiones territoriales en las cuales se habían instalado, o las habían creado concentrando varios caseríos indígenas. Los barrios en Xalpatláhuac tienen todavía funciones políticas, religiosas y económicas (Dehouve, 1975). En Xalpatláhuac aún existen barrios dobles (*moiety*, mitades). Así, por ejemplo, el barrio de Tepec está asociado con su *moiety*, Tepetlatipa.

Cuadro 1. Grupo étnico de origen. Fuente: Encuesta inicial. Xalpatláhuac, Guerrero Septiembre de 2009.

La lengua náhuatl, denominada mexicano por los indígenas, es la que hablan la mayor parte de los habitantes (97%). La gran mayoría de la población es bilingüe, también hablan y entienden el castellano. Sólo una fracción aún muy disminuida, pero en constante crecimiento, también habla y entienden el inglés. En comparación con los estudios realizados por Dehouve (1975) en esta comunidad, actualmente son escasos los pobladores que no hablan ni comprenden el español.

El crecimiento poblacional respecto a la fecha en que se realizó la encuesta inicial (2009) ha sido del 2.56%, La población actual de Xalpatláhuac se muestra en la siguiente tabla.

A partir de los datos obtenidos en la encuesta inicial de 2009 la mayor parte de la población se encuentra en un rango de edad adulta entre los 25 a 59 años representando el 30 %, seguido por jóvenes de 15 a 24 con el 23%, niños y pubertos con 23%; en cuanto a los niños 0 a 5 años representan el 13% y las adultos mayores tan sólo el 11%. Lo anterior resulta significativo, toda vez que la mayor cantidad de la población es económicamente activa.

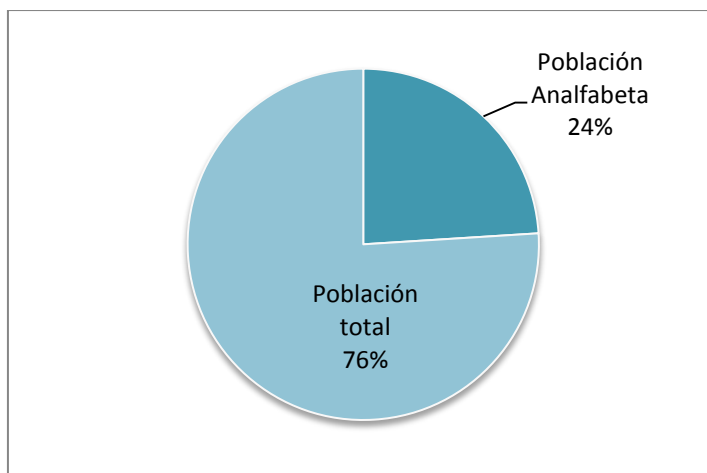


Cuadro 3. Edades de la población. Fuente: Encuesta inicial. Xalpatláhuac, Guerrero Septiembre de 2009.

5.2.2. Analfabetismo

El índice de analfabetismo en Xalpatláhuac es considerable. El número total de personas analfabetas representa el 24.20% con respecto a la población total. La mayor tasa de analfabetismo por barrio lo encabeza Santa cruz con el 21%, seguido por Tlacomulco con el 18% y San Miguel 18%. Durante encuestas realizadas encontramos que en cada hogar existe o por lo menos se conoce a una persona analfabeta, así mismo que la situación de analfabetismo se encuentra concentrada principalmente en las personas de sexo femenino, en parte porque son la mayoría de la población y otra razón es porque en esta comunidad tienen prioridad las personas de sexo masculino para acceder a la educación por parte de las familias. Uno de los principales argumentos encontrados es que los hombres tendrán una posibilidad mayor de acceder a mejores oportunidades de empleo o migrar en el futuro, por lo cual deberán de tener mayores y mejores herramientas para garantizar el sustento de sus familias futuras. En cambio, otro argumento encontrado en la comunidad, las mujeres deben casarse tan pronto concluyan la educación básica o sin concluirla, y prepararse para la atención de los hijos y del hogar.

Los lugares donde existe una mayor concentración de analfabetas, no sólo son lógicamente donde hay una mayor densidad demográfica, sino también los que están más alejados a la región de la población que concentra la actividad económica, lo que podría significar que se encuentran en la zona más marginal de la demarcación.

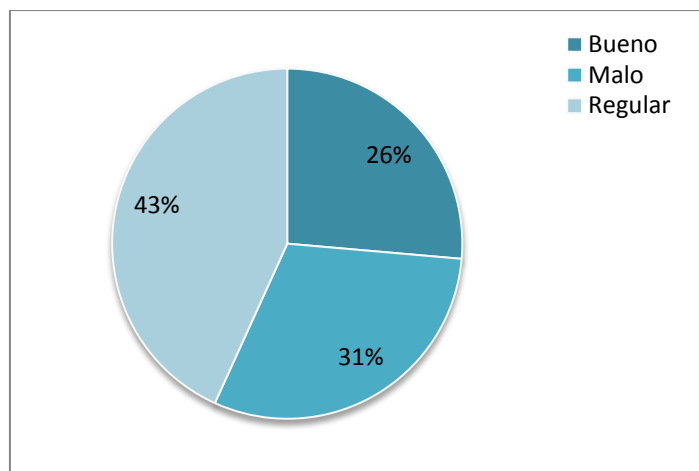


Cuadro 4. Analfabetismo respecto de la población total. Fuente: Encuesta inicial. Xalpatláhuac, Guerrero Septiembre de 2009.

5.2.3. Acceso a la salud

El 84% de la población de la cabecera municipal acude al servicio de salud municipal; algunas de estas personas acuden al servicio público y al privado (7%) acorde a sus propias posibilidades. Entendido por servicio público, el que imparte el Gobierno Federal a través de la Secretaría de Salud en la forma de clínica de salud comunitaria; a su vez, entendido por servicio de salud privada, todos aquellos servicios de salud proporcionada por particulares que van desde los curanderos, hasta los servicios de atención básica, hospitalaria y especializada que se encuentran principalmente en Tlapa de Comonfort.

La evaluación general que hace la población sobre el sistema público de salud, arroja que el servicio es insuficiente y deficiente principalmente por la falta de medicamentos, aunado a la falta de infraestructura y la inadecuada atención del personal de salud de la clínica comunitaria.



Cuadro 5. Evaluación del sistema de salud. Fuente: Encuesta inicial. Xalpatláhuac, Guerrero. Septiembre de 2009.

5.2.4. Servicios públicos

Los reactivos enfocados a determinar el nivel de acceso a los servicios de infraestructura básica, arrojaron datos de suma importancia que pueden contrastar diametralmente la información proporcionada por las instancias de gobierno y dotarles de una orientación en esta materia.

El agua es altamente escasa en la comunidad de Xalpatláhuac y la escasez puede estimarse proporcional al resto del municipio. La comunidad se abastece de una red de mantos freáticos, a través de pozos comunitarios y privados ubicados en distintos puntos de la población. Esta práctica ocupa el mayor porcentaje de la encuesta (66%). Estos mantos se abastecen durante la temporada de lluvia que llega a alcanzar precipitaciones de 750 mm y que por lo general inicia en el mes de mayo y termina en noviembre, proporcionando el vital líquido, en el mejor de los casos, hasta el mes de febrero.

Una cantidad importante de habitantes se bastecen de agua a través de sistemas hidráulicos muy básicos como tuberías de hule o plástico (mangueras), que provienen de sus tierras de cultivo, donde existen pequeños pozos o manantiales con vasos de almacenamiento que en su gran mayoría se vacían en la temporada de estiaje.

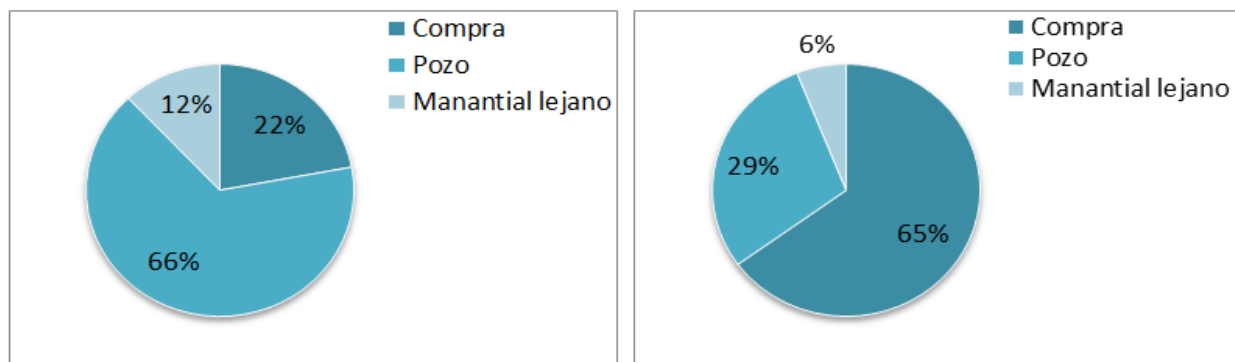
La población de Xalpatláhuac en su totalidad, no cuenta con una red pública eficiente de distribución de agua potable. En septiembre de 2009 la red de agua potable estaba en su fase de planeación. Sin haberse instalado la red, esta fue inaugurada en Octubre de 2009 por el entonces gobernador Zeferino Torreblanca. Con una capacidad instalada de menos del 50% fue puesta en marcha al año siguiente. Al día de hoy esta red opera de forma muy irregular, con constantes inte-

rrupciones del suministro de agua potable debido a los adeudos del municipio con la Comisión Federal de Electricidad (CFE), que interrumpe a su vez el suministro eléctrico que paraliza el sistema de bombeo.

El agua que abastece la red de agua potable en Xalpatláhuac proviene del río Zoyatlán, ubicado en los confines del territorio de la comunidad de Xalpatláhuac. Permanentemente opera una red de venta y distribución de agua potable proveniente de los municipios de Malinaltepec, Atlamajalcingo del Monte y de esta misma población. Cuando los recursos anteriores se han agotado, esta red se vuelve fundamental para el funcionamiento de la actividades cotidianas dentro de la comunidad. La población, que está imposibilitada para obtener el líquido a través de los pozos o manzanas, se encuentra a merced del llamado *coyotaje de agua*, organizado por esta red que arbitrariamente fija el precio, dependiendo de la posibilidad que se posea para pagarlo o transportarlo. El costo de una carga de agua suficiente para el abasto de una familia de 5 integrantes durante tres días, oscila entre los 100 y 150 pesos. Por supuesto, en esta comunidad no son comunes las familias de pocos miembros, por lo que la situación es aún más complicada.

A su vez, sólo el 60% de la población está conectada a la red de drenaje público, mismo que tiene muchas deficiencias en su funcionamiento; y el resto (40%) usan letrinas, fosas sépticas o en el peor de los casos, defecan al aire libre.

El 100% de la población se encuentra conectada a la red de distribución pública de energía eléctrica que proporciona la CFE.



Cuadro 6. Abastecimiento de agua. Comparativo entre la temporada de lluvia y estiaje respectivamente. Fuente: Encuesta inicial. Xalpatláhuac, Guerrero. Septiembre de 2009.

5.2.5. Vivienda

Xalpatláhuac puede catalogarse como una comunidad nuclear. Creció alrededor de un núcleo que concentraba hasta no hace mucho tiempo únicamente a la alcaldía municipal, la iglesia y la oficina del PRI. Hoy en día dentro de este núcleo se encuentra también la clínica de salud comunitaria, un centro de educación inicial y la tienda de abasto popular controlada por el gobierno federal. El centro de este núcleo lo ocupa el parque municipal dominado por el kiosko del pueblo (Anexo croquis del pueblo).

Respecto a la vivienda, en Xalpatláhuac se presenta un fenómeno de transculturación⁹ muy interesante y que es resultado de las migraciones principalmente hacia la Ciudad de México y hacia los Estados Unidos desde la década de los 80's.

La mayoría de la población posee piso de cemento, paredes de cemento y ladrillo y techo de concreto. Es la vivienda, particularmente, donde se refleja el impacto generado por las remesas. También la proliferación de casas con piso de concreto se debe a la participación de programas del Gobierno Federal como "Piso Firme", donde es notorio que el resto de la casa habitación está levantada con carrizo u adobe; esta información puede ser corroborada con dicho programa.

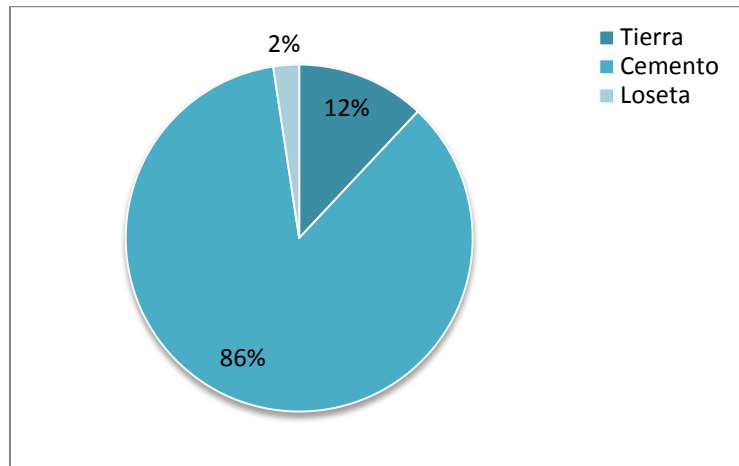
Cuando un hombre, y en muy menor medida mujeres, parten hacia los Estados Unidos, su principal esfuerzo radica en generar un capital suficiente para poder regresar a construir su propia vivienda o enviar las indicaciones para que su familia lo haga con los envíos de dinero que hace. La vivienda se edifica ya sea como anexo a la casa de los padres o comprando un terreno propio en los barrios más alejados del primer cuadro de la población. En el caso de contar ya con familia y vivienda, la principal inversión radica en mejorarla y expandirla. Es este el principal objetivo de las remesas. Para los jóvenes significa la oportunidad de independencia de sus padres, casarse y de establecer una familia.

Sin embargo el contraste es verdaderamente singular, ya que una familia que puede habitar una casa totalmente de concreto, por lo general tiene una situación económica bastante complicada en el terreno del sostén diario. Quien envía el dinero determina en qué y para qué se usa. La gran

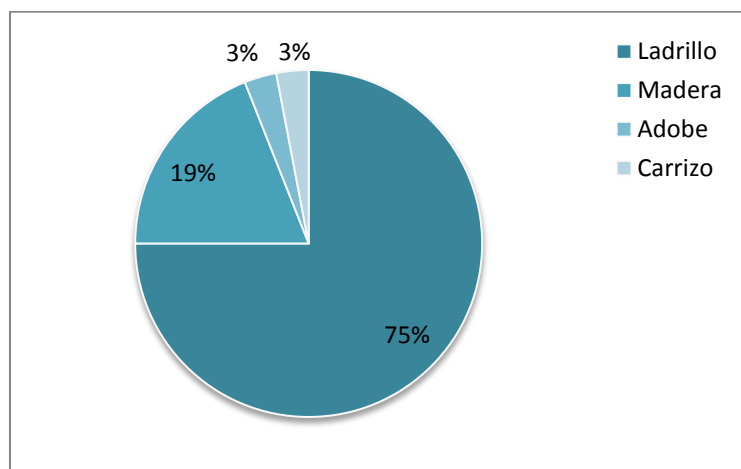
⁹ Transculturación. Recepción por un pueblo o grupo social de formas de cultura procedentes de otro, que sustituyen de un modo más o menos completo a las propias.

mayoría de las familias no desechan la vieja casa de adobe, esta encuentra dentro de los terrenos delimitados por la vivienda y destinada a alguna función.

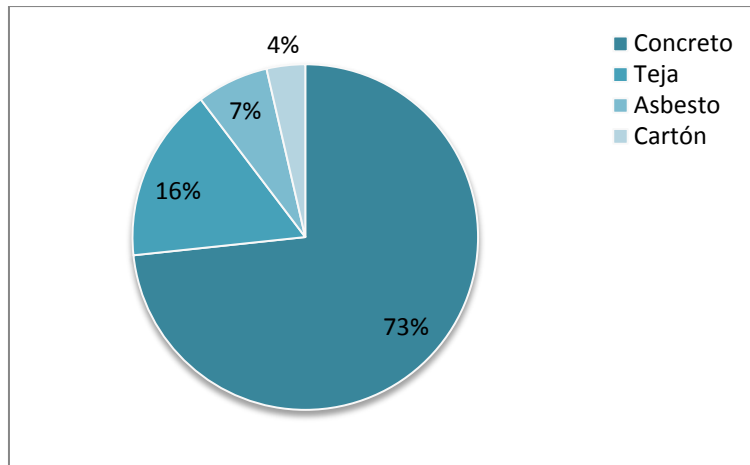
A su vez, una parte de la población ha echado mano de la construcción de casas *híbridas*, combinando materiales del entorno y de fácil acceso como el adobe, con concreto o madera.



Cuadro 7. Vivienda. Material del piso. Fuente: Encuesta inicial. Xalpatláhuac, Guerrero Septiembre de 2009.



Cuadro 8. Vivienda. Material de las paredes. Fuente: Encuesta inicial. Xalpatláhuac, Guerrero Septiembre de 2009.



Cuadro 9. Vivienda. Material del techo. Fuente: Encuesta inicial. Xalpatláhuac, Guerrero Septiembre de 2009.

En los lugares de residencia es posible distinguir tres partes: terreno donde está colocada la casa o solar, la casa misma y los terrenos reservados para la producción en el terreno de la casa. El esquema siguiente, muestra la disposición anteriormente descrita.

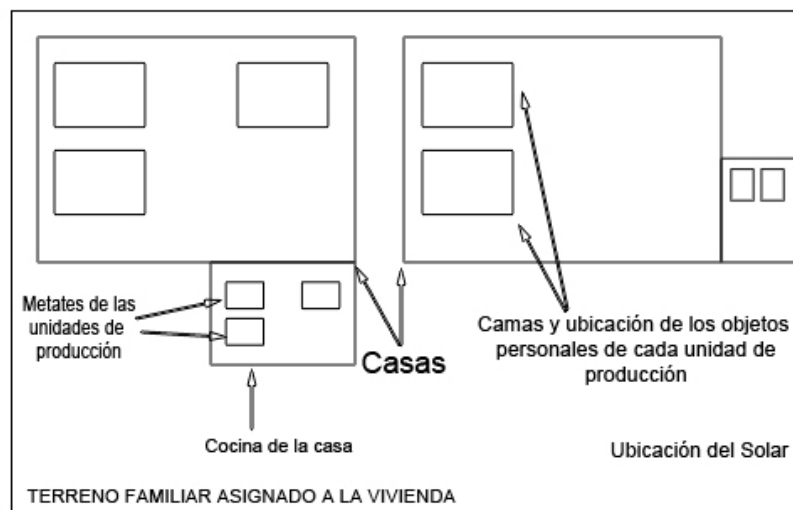


Figura 5. Componentes de la residencia.

Las cocinas tradicionales de las casas en Xalpatláhuac por lo general son pequeñas y se encuentran fuera de los espacios donde tienen más convivencia familiar, en sí, fuera de la casa misma. Los alimentos no son ingeridos dentro de ellas sino en solares o espacios al interior de la vivienda. Es importante señalar que cambian constantemente de ubicación dependiendo de las necesidades de expansión del hogar o por simple gusto. También ocurre que una cocina puede permanecer

muchos años en un mismo lugar dentro del terreno de la casa, pero la disposición de los elementos que la componen (fogón, metates, depósitos de leña, utensilios) sí cambian constantemente de sitio por gusto o comodidad de las mujeres de la casa.

A hombres y mujeres de Xalpatláhuac se les preguntó sobre la importancia de la cocina dentro de la vivienda. Todos le atribuyeron su lugar en tanto espacio de producción pero no como un espacio de convivencia ni de permanencia prolongada, salvo para la preparación de los alimentos.



Figura 6. Una cocina de Xalpatláhuac.

La distribución de los objetos a interior de las casas sigue el mismo patrón que en las casas de adobe. Los interiores son piezas amplias, por lo general una sola, con interconexiones a otras grandes igualmente grandes. Las pertenencias son colocadas junto a las paredes, alrededor de la pieza que está destinada al dormitorio o la estancia.



Figura 7. Distribución de espacio en una casa moderna y una casa de adobe en Xalpatláhuac.

La transculturación no termina de ser completa y al interior de la vivienda, la distribución del espacio y las pertenencias sigue el mismo patrón que con las casas de adobe, y antes con las casa de zacate y caña de maíz.

5.2.6. Ingresos y actividad económica

Todas las actividades en Xalpatláhuac, estén o no ligadas con la agricultura, se hacen al ritmo de las etapas de cultivo del maíz: la vida social de la familia y de la comunidad, las fiestas, los intercambios e incluso la migración. Como en otras partes del país, el maíz constituye prácticamente la única planta cultivada y la base de la alimentación, de tal forma que el destino de los productos agrícolas es principalmente el autoconsumo. Pero en la comunidad la agricultura no es más que una actividad complementaria, porque la mayor parte de los indígenas se dedica a actividades de subsistencia asalariada o especializada, con las cuales generan ingresos, que, combinados con las remesas, les permiten la supervivencia.

En esta comunidad existen varios oficios como el *rezandero*, *curandero* y *parteras*. Las estancias prolongadas coadyuvaron a corroborar la constante concurrencia de la población a los mismos, a pesar de que la encuesta inicial arrojaba que no eran tan socorridos. La mayor parte de la población teje sombrero de palma, actividad introducida a esta zona a principios del siglo XX (Dehouve, 1975). El tipo de tejido de sombrero de palma, así como la técnica utilizada es propia de Xalpatláhuac y de las comunidades circunvecinas. Sólo Copanatoyac tiene técnicas de tejido distintas derivados de la utilización de la llamada *palma real*.

El sombrero con acabado regional, es vendido a un monopolio, que a su vez vende la materia prima para elaborarlos. El costo del ciento de palma oscila en los \$35.00 y \$40.00 de acuerdo a la temporada. Un ciento de palma permite obtener una *gruesa*, unidad equivalente a 24 sombreros; la *gruesa* se vende en \$60.00. es decir, el costo por unidad de sombrero es de \$2.50. Llega a aumentar de acuerdo al acabado (por ejemplo, el sombrero *calado* se vende en \$3.00).

Una mujer adulta puede tejer entre 3 y 4 sombreros al día, tomando en cuenta el resto de sus actividades. En el tejido de sombrero participan la mayor parte de los integrantes de una familia, que pueden elaborar de dos a tres *gruesas* por semana, lo que significa que de su actividad obtienen una ganancia semanal de entre \$60.00 y \$70.00. Esta es una de las principales actividades económicas de la población y es común verlos realizarla por las tardes en los umbrales de sus casas.



Figura 8. Mujer tejiendo sombrero de palma.

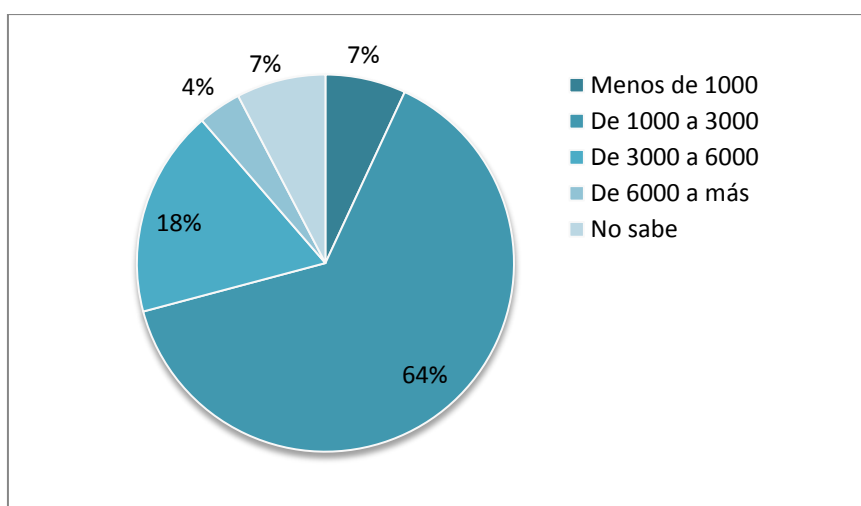
El 64% de la población tiene ingresos de menos de \$1000.00 al mes. Sólo el 18% oscila entre los \$1,000.00 a \$3,000.00 pesos mensuales. En Xalpatláhuac predomina el gasto diario de entre \$50.00 y \$100.00 pesos. El empleo y la actividad económica se distribuyen mayoritariamente entre artesanos (35%) y campesinos (38%), donde la mayor parte de la población desarrolla más de una actividad en productiva.

No cabe ninguna duda de que las remesas, tanto en Xalpatláhuac como en el conjunto de México, constituyen el eje rector de la actividad económica, lo que crea una dinámica importante que afecta todas las relaciones sociales y económicas de la comunidad. Por ejemplo, una familia con entrada de remesas genera un impacto en el sector servicios, construcción, agropecuario, de donde también se benefician, por ende, otras familias enfocadas a estos rubros. Una familia considera que tiene dinero para invertir en lo que necesita siempre y cuando tenga un familiar en Estados Unidos que pueda seguir enviándole dinero. Si no es así, la familia se declara económicamente incompetente y entra en una etapa de ahorro.

El mercado en Xalpatláhuac está desregulado y se caracteriza por el aumento generalizado de los precios de los productos y servicios, no sólo en la comunidad, sino en toda la zona. Proliferan pequeños centros de abastecimiento que se encuentra a la orden de día, cada uno con su propia tarifa al consumidor. La inflación es considerable. En este sentido es de suma importancia resaltar que son los productos de consumo básico como el frijol, huevo, leche y en general los alimentos,

los que presentan un encarecimiento importantísimo respecto de otros productos que conservan su valor, como los enlatados, los cigarros y las bebidas embotelladas. Sin lugar a dudas, el encarecimiento de los productos de consumo básico y la imposibilidad en su acceso, reduce la esperanza de vida en la población. Sólo 11% de población en Xalpatláhuac tiene de 60 años a más.

Así mismo existen varias familias que subsisten sólo con el dinero que se les proporciona a partir del programa de gobierno federal “Oportunidades”, sin embargo no fue objeto de estudio ya que estos datos se encuentran plenamente identificados por el organismo federal que regula dicho programa.



Cuadro 10. Ingresos de la población (pesos). Fuente: Encuesta inicial. Xalpatláhuac, Guerrero Septiembre de 2009.

5.2.7. Organización social

En Xalpatláhuac coexisten dos poderes, el poder político constitucionalmente establecido y representado por principalmente el Presidente Municipal, regidores y síndico, y el de usos y costumbres o tradicional, representado por la Asamblea General, el *Tlayakanky*, los principales o consejo de ancianos y los mayordomos. Ambos poderes con importancia para la población.

Históricamente, al ser Xalpatláhuac la cabecera del municipio, los presidentes municipales provenían de esta comunidad, agrupados en el Partido Revolucionario Institucional (PRI). Esta dinámica continuó hasta el primer lustro del 2000, cuando distintas comunidades del municipio (naua y na savi), agrupadas en el Partido de la Revolución Democrática (PRD), conquistaron la presidencia municipal, cansados, decían, de los abusos de poder de los *xalpanecos*. Entonces las diferencias

políticas entre el Presidente Municipal y el *Tlayakanky* se hicieron cada vez más claras, acuerpándose los vencidos en el poder tradicional.

Esta dinámica se repite a lo largo y ancho no sólo de este municipio, sino de muchas comunidades de la Montaña de Guerrero, y merece su especial mención debido a que genera importantes conflictos que han llevado a procesos de fractura del tejido comunitario. En Guerrero es una práctica común, inaugurada históricamente por el PRI, establecer figuras de poder paralelas en una misma comunidad en caso de perder las elecciones a cargos de representación popular. Estas figuras se resguardan bajo el cobijo de las autoridades agrarias o en las de usos y costumbres, de tal forma que *los perdedores* puedan seguir teniendo el control de un sector de la comunidad y de los programas de gobierno. Así pues si en una comunidad el Comisario Municipal llegó a través de una fórmula del PRD, casi automáticamente se instala un Comisariado Ejidal, donde al frente se coloca la fórmula perdedora, generalmente del PRI, a pesar de que tal o cual comunidad no posea siquiera tierras ejidales. Todo esto con el cobijo de las dependencias federales y estatales encargadas de vigilar dichos asuntos.

En comunidades de no más de 500 habitantes, la división promovida por los partidos políticos ha llevado al absurdo de establecer dos escuelas de educación inicial, dos primarias, dos secundarias e incluso dos festividades anuales; dejando en medio al grueso de la población que no se encuentra ni en uno ni otro bando.

En Xalpatláhuac, esta práctica debilitó la figura moral del *Tlayakanky*, perdiendo incluso facultades para la resolución de conflictos. Antes el cargo de *Tlayakanky* era voluntario y sin remuneración económica; hoy, debido principalmente a lo antes expuesto, se otorga una compensación económica. A pesar de esto para muchos *xalpanecos* entrevistados, la diferencia entre el Presidente Municipal y el *Tlayakanky* es que el primero tiene el dinero, la policía y la cárcel, y el segundo tiene la fuerza del pueblo.

El *Tlayakanky* se elige democráticamente por un sector de la población, los hombres, para ocupar el cargo durante un año que comienza el 1 de septiembre. Es el mismo caso para los *mayordomos de cofradía y de ponche* que se eligen para el ciclo anual de trabajo y cuyo número ha variado a lo largo del tiempo, superando los 24 representantes por los 8 barrios. El trabajo del *mayordomo* es obligatorio y rotativo entre los hombres de cada barrio en todo el pueblo, sin embargo

hay muchas personas que no participan de esta organización, pero sí reconocen autoridad entre los antes mencionados.

El *Tlayakanky* tiene la facultad, entre muchas otras, de convocar a tequios o faenas, a las que acuden voluntariamente hombres y mujeres del pueblo. Las más importantes y de mayor participación son las de carácter religioso aunque también se realiza para mejoramiento de caminos o de la infraestructura educativa, por ejemplo.

Además del tequio, existe otra forma de trabajo colectivo en esta comunidad denominada *brazo vuelta* o *mano vuelta*. Este puede ser convocado por cualquier persona para actividades diversas, desde faenas en los campos de cultivo hasta para expandir la casa habitación. Su conformación es muy simple: quien convoca un *brazo vuelta*, debe corresponder con trabajo a quienes hayan asistido a su convocatoria cuando estos lo requieran en el futuro. El *brazo vuelta* resulta un compromiso social inquebrantable. A pesar de que hoy día muy pocos practican el *brazo vuelta* su utilidad es muy grande cuando por necesidad, familias e individuos, están imposibilitados de pagar mano de obra para determinadas actividades.

La Asamblea General, el *Tlayakanky*, los principales y los *mayordomos* guardan una relación constante y estrecha, con reuniones periódicas para hablar de los festejos y problemas trascendentales que ocurren en la comunidad y que están al alcance del trabajo colectivo. A su vez los *mayordomos* reúnen a las personas que habitan en sus barrios, reproduciendo un esquema vertical de organización y tomando colectivamente las decisiones para mejoramiento del barrio.

Los *Principales*, hombres que han transitado por todas las *mayordomías* y que en el pasado han asumido el cargo de *Tlayakanky*. Estos son muy respetados en la comunidad y sus criterios tienen peso para la toma de decisiones comunitarias.

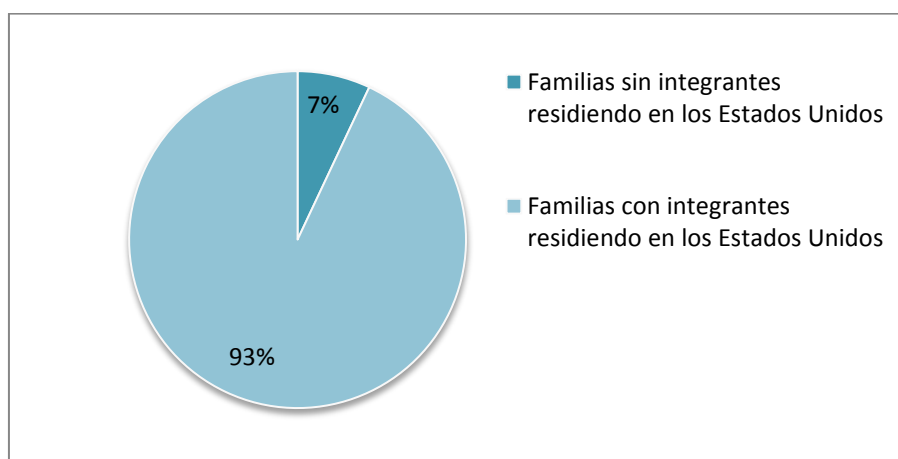
Es muy difícil afirmar o negar que en Xalpatláhuac las tradiciones, las costumbres, la lengua y los valores asociados a su identidad indígena se hayan perdido. Un observador accidental de inmediato lo afirmaría en función de ciertos patrones establecidos y de sus propios juicios morales. Dehove (1975) afirmaba, por ejemplo, que la mayordomía de día de muertos recién había desaparecido en su primera estancia prolongada en esta misma comunidad hace más de cuatro décadas; hoy en día ha vuelto a surgir del abandono. Entonces, muchos dirían que se está reafirmando la cultura. Hay quienes afirman que la población está olvidando aceleradamente su lengua materna sólo porque los niños hablan español y náhuatl, y existen familias que se niegan a enseñar la lengua del

pueblo para prevenir a sus hijos de la discriminación y racismo que aún existe en México contra los grupos indígenas. Sin embargo los niños aprenden de otros niños que sí hablan, en la convivencia en las escuelas y en el barrio. La mayor parte de las personas con una estancia prolongada en Xalpatláhuac han aprendido la lengua del pueblo. Aquí las tradiciones y la riqueza cultural han encontrado el camino para prevalecer y continuar, y es importante señalar que en gran medida se debe a este sistema de poder asociado a los usos y costumbres como una compleja máquina de organización. Por estar ligada estrechamente al carácter espiritual y religioso del pueblo, no ha sido explotada para otras funciones a pesar de demostrar gran eficiencia en las tareas colectivas.

Fuera de este sistema, el 94% de la población no está organizada en ninguna forma o expresión para intervenir en algún aspecto de su entorno y sus relaciones sociales o económicas; sólo un 6% de la población si lo está, y se encuentra participando principalmente en los grupos de trabajo coordinados por la iglesia católica. Singularmente la mayor parte de las personas que contestaron que si están organizadas son mujeres.

5.2.8. Migración

En Xalpatláhuac la migración es un fenómeno complejo. Esta transforma los modos de vida, las costumbres y en general el entorno en donde se desarrolla. El 92.3% de las familias en Xalpatláhuac confirmaron tener por lo menos un integrante directo de la familia en los Estados Unidos, trabajando y enviando dinero. Las remesas aportadas por esta comunidad migrante representan el 63% de los ingresos totales de la comunidad.



Cuadro 11. Migración. Fuente: Encuesta inicial. Xalpatláhuac, Guerrero Septiembre de 2009.

Es imposible entender las dinámicas sociales de Xalpatláhuac sin poner sobre la mesa el fenómeno migratorio. Simplemente la subsistencia de las familias sería imposible. El financiamiento para la compra de insumos alimenticios básicos, para sostener los cultivos, para el pago de servicios y la salud, no pueden entenderse como aisladas del fenómeno migratorio.

Originalmente la motivación principal para migrar en Xalpatláhuac era el desempleo y la necesidad de sobrevivir. Gradualmente esto se ha modificado debido a que el impacto económico generado por las remesas ha acrecentado las fuentes de empleo más o menos estables dentro de la población, no necesariamente bien remuneradas respecto al acceso a la canasta básica familiar. De tal forma que la falta de oportunidades de empleo sigue siendo la principal motivación, pero también la necesidad de tener una casa o ampliarla con materiales industriales que consideran mejores. Migrar les garantiza que al regreso pueden establecer algún pequeño negocio, principalmente algún expendio de abarrotes, comprar terrenos que después pueden alquilar o sustentar la educación de algún miembro de la familia que en el futuro puede apoyar con los gastos de la casa.

De acuerdo a Tlachinollan (2007), el impacto de la migración en la vida de las personas y de las colectividades es incalculable, sobre todo para la población infantil que se ve envuelta en los procesos junto con sus familias, pues no encuentran la oportunidad de educarse ni de construir un futuro diferente. Por otro lado la falta de protección laboral y otros derechos como salud, los pone en una situación vulnerable.

Primero migraban fundamentalmente los hombres, sólo se casaban y se iban, regresaban al cabo de un tiempo para volver luego al país del norte. En estos casos el hombre trabajaba para construir una casa a su familia, una casa de material industrializado. Ahora es más frecuente que se vayan en pareja y entre los nahuas es más frecuente que se queden en el destino migratorio, no así los mixtecos, que con mayor frecuencia regresan (Referencia).

La migración de los xalpanecos se caracterizaba por que se hacía en relevos hacia la Ciudad de México y hacia los Estados Unidos. Esta práctica predominó hasta la década de los 90's. Ahora mucha gente de este pueblo va y regresa. Otros definitivamente no regresan. Muchas de las personas que migraron en alguna etapa de su vida aseguran que no quieren que sus hijos lo hagan, pero que están dispuestos a apoyarlos si es que deciden cuando quieran empezar una familia.

La migración está basada en redes sociales y familiares que los migrantes han construido a lo largo del tiempo. A partir principalmente de la década de los 70's Xalpatláhuac expulsó mano de

obra a las grandes ciudades como el Distrito Federal. Hoy día el principal agrupamiento de xalpanecos en México, fuera de Xalpatláhuac, se encuentra en la colonia Culhuacán, en la delegación Coyoacán, al sur de la Ciudad de México. El segundo en el municipio de Chalco, en el Estado de México. En Estados Unidos la principal concentración de xalpanecos y en general de los habitantes de la Montaña es Nueva York. Esta ciudad representa para los xalpanecos lo que Las Vegas para los del norte de Oaxaca y sur de Puebla, o Brownsville para los chiapanecos del Soconusco.

La migración en nuestro país se realiza en grupos que se apoyan en una compleja red social que sustenta la estancia de los nuevos residentes en el extranjero hasta que consigan empleo. Esta red social está compuesta por personas de la misma población, familiares y conocidos, que en muchas ocasiones llegan a financiar la totalidad de los gastos solicitados por *los polleros*¹⁰, para la transportación de nuevas personas de la comunidad.

Xalpatláhuac comienza a resentir el aumento de la falta de fuentes de empleo en los Estados Unidos y el endurecimiento de las políticas migratorias en el vecino país. A tal grado que en los últimos años aquí también se ha manifestado el fenómeno de financiar, con los pocos y escasos recursos generados por las familias, las estancias de sus familiares en el extranjero, cuando la red se declara incompetente de poder hacerlo.

Actualmente el costo de transportar a una persona desde la población de Xalpatláhuac hasta la ciudad de Nueva York es de \$60,000.00; en 2009 era tan sólo de \$25,000.00. El aumento tan drástico se debe al endurecimiento de las leyes migratorias de Estados Unidos en este periodo. El migrante viaja a la Ciudad de México en autobús y de ahí vuela hasta Sonora donde realizan los cruces fronterizos. Constantemente están expuestos a robos y vejaciones. En algunas zonas fronterizas de Sonora, por donde cruza la mayor parte de las personas provenientes de la Montaña de Guerrero, ya hay grupos dedicados casi exclusivamente a robarlos y extorsionarlos. La gran mayoría de las personas consultadas aseguran haber sido víctima de robo o vejación por parte de funcionarios del Instituto Nacional de Migración, de la Patrulla Fronteriza de los Estados Unidos (Border Patrol) y de pandillas sonorenses a las que deben pagar tributo para poder transitar.

¹⁰ Pollero. Nombre asignado al traficante de personas. En Xalpatláhuac están plenamente identificados, viven en la comunidad y son socialmente aceptados. Constantemente, además de personas, garantizan envíos de dinero, comida, fotografías y videos a los xalpanecos en el extranjero.

5.2.9. Manejo ambiental y uso de recursos

Los nahuas de Xalpatláhuac relacionan el cambio climático con las situaciones vividas en su cotidianeidad, tal es el caso del cambio en los ciclos de lluvia, las inundaciones, sequías o el calor intenso. Así el cambio climático no es un tema ajeno a sus referentes ambientales, como tampoco lo es el reconocimiento del impacto de su intervención sobre el ambiente; entienden que talar árboles contribuye a la presencia de calores y a la disminución del agua.

Existe una relación causa-efecto en su percepción de los problemas ambientales, ya que el deterioro lo conciben como una interrelación de los problemas. Es decir una relación directa entre los componentes naturales: el agua, el suelo, el bosque, los animales silvestres declarando que no puede existir sin los otros, que el agua da vida a los humanos, a los animales y a los árboles; que estos son importantes porque producen agua, la lluvia, aire limpio, y por eso hay animales en el campo que sirven para comer o medicina para las enfermedades que padece la población. En Xalpatláhuac, las entrevistas revelaron que hay un sector consciente de las problemáticas ambientales propiciadas por el uso intensivo de los recursos naturales. La relación con la naturaleza es muy estrecha.

El empuje de los programas sociales de corte asistencial y el efecto migratorio introdujo rápidamente a este sector de la población a la sociedad de consumo. La población identifica este cambio. Muchos de ellos aseguran que en el pasado su actividad diaria no generaba tantos desechos ni tanta dependencia de los insumos industriales. En la comunidad no existe una política eficiente del manejo de los mismos, al grado de que incluso el sistema de recolección de desechos municipal utiliza las barrancas como lugar de depósito; una gran cantidad de la población simplemente los quema. Es común observar en temporada de lluvia que el flujo de agua, proveniente de las barrancas, trae consigo una buena cantidad de basura que se disemina por toda la comunidad en un ciclo que parece no tener fin.

El caso más alarmante es que los actuales depósitos de basura del municipio se encuentran sobre los grandes cuerpos de agua que abastecen a la población, contaminándolos. Mucha de esta agua es usada por la población sin procedimientos adecuados para su desinfección, provocando enfermedades.

En el caso de los suelos, el uso desmedido de los agroquímicos para control de plagas y fertilizar, los ha desgastado. Las actividades ganaderas y agrícolas han reducido considerablemente los bosques y su capacidad de regeneración, erosionando las tierras y haciéndolas improductivas.

La mayor parte de los programas para reforestar y manejar de forma eficiente los desechos sólidos han fracasado.



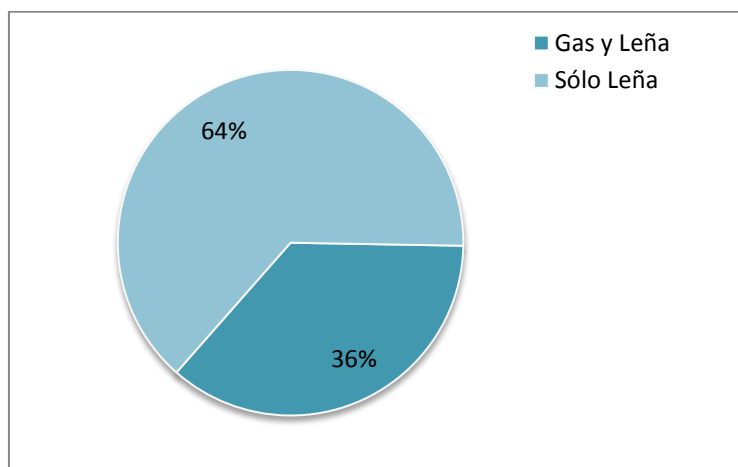
Figura 9. Xalpatláhuac. Vista desde el cerro burrutzin.

5.3. Patrón social de uso energético

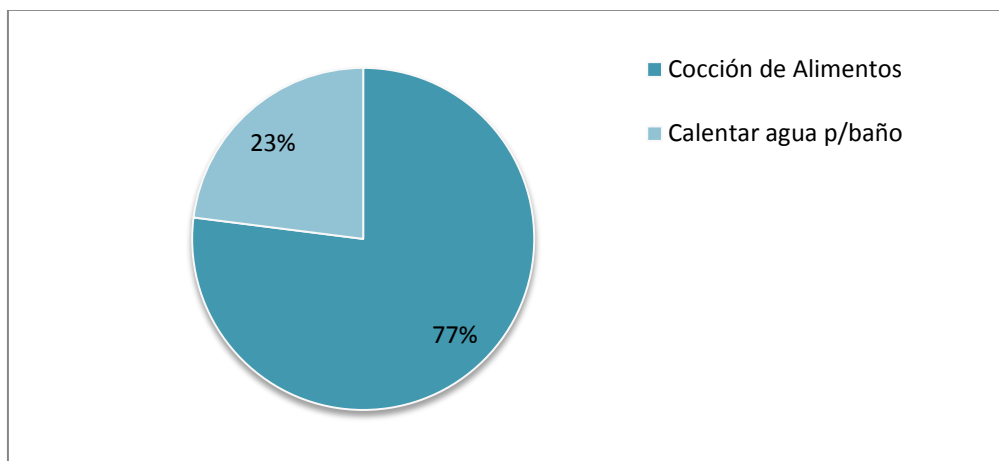
Se examinaron a detalle los usos finales de la energía en todas las actividades productivas, domésticas y de procesamiento durante un periodo de 5 meses. Hay un desacoplamiento energético en el pueblo pues mientras más de la mitad de las necesidades energéticas son calor y trabajo a menos de 100°C, más del 90% de las fuentes energéticas provienen de procesos de combustión (principalmente madera) a temperaturas medias y altas. Este desacoplamiento en la calidad energética de fuentes y necesidades, muestra que hay un potencial de mejoramiento en la eficiencia de utilización de recursos, de adaptación de Tecnologías Apropriadas (TA) en la comunidad y, por tanto, del desarrollo de nuevas investigaciones científicas en este terreno.

En términos de fuentes energéticas, leña es la más importante (82.5% del uso final). Otras fuentes de energía utilizadas son las gasolinas (9.6%), la energía animal y humana (2.6% y 2.5% respectivamente), la electricidad (2%) y el gas LP (0.8%). En promedio, el uso per cápita de energía es cercano a los 400W equivalentes, un valor semejante al de la mayoría de los pueblos.

Dentro del sector doméstico existe un porcentaje considerable que combina la utilización del gas con la leña para las tareas diarias. Las tareas de cocinado de alimentos constituyen el mayor uso final de la leña. Los resultados muestran que la mayor parte de la población utilizan únicamente leña diariamente para elaborar los alimentos y combinan las fuentes de energía cuando deben elaborar alimentos rápidamente, por alguna emergencia o imprevisto. La elaboración de tortillas es el uso final de energía aislado más importante representando el 56%. Un porcentaje significativo lo tiene calentar agua para el aseo personal diario.



Cuadro 12. Combinación de combustibles para preparar los alimentos. Fuente: Encuesta Inicial y Encuesta sobre usos finales de la Energía. Septiembre de 2009 y Enero de 2010 respectivamente.



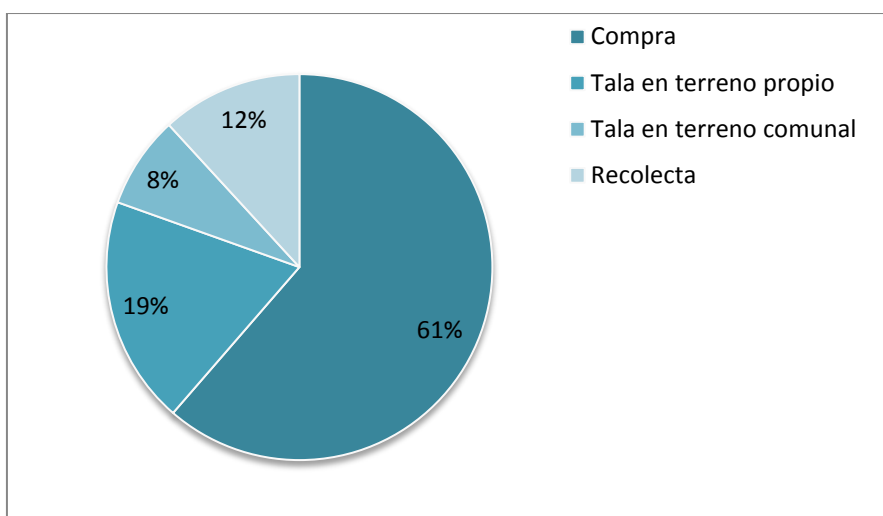
Cuadro 13. Uso final de la leña en el sector doméstico. Fuente: Encuesta sobre usos finales de la energía. Xalpatláhuac, Guerrero. Enero de 2010.

El gas LP es poco utilizado por su elevado y cambiante costo, además de la infraestructura necesaria para utilizarlo. Muchos de los alimentos tradicionalmente preparados en Xalpatláhuac requieren de una potencia de fuego alta y sostenida durante un periodo considerable de tiempo, como preparar tortillas o pozole, lo que para las familias implica mayores gastos. Aunado a esto, la gran mayoría de la población prefiere la preparación de los alimentos usando leña que con gas LP (75%), frente a un sector que le da lo mismo (25%).

No es trivial reemplazar la leña por cualquier otro combustible, principalmente porque es complicado el abastecimiento de otro tipo de ellos, además de estar ligado a cuestiones tradicionales de uso en la elaboración de alimentos y en un sin fin de actividades diarias.

5.3.1. Origen de la leña.

Los resultados arrojan que el origen de la leña es mayoritariamente a través de la compra. Los vendedores de leña provienen de comunidades como La Concha, Tres caminos, Cuachimalco y Ahuatepec, la mayoría pertenecientes a los municipios de Atlamajalcingo del Monte y Malinaltepec donde abundan grandes extensiones de bosques y de la sierra de Puebla.



Cuadro 14. Origen de la leña utilizada en la comunidad. Fuente: Encuesta inicial. Xalpatláhuac, Guerrero Septiembre de 2009.

La compra y venta de leña en esta comunidad se hace bajo un sistema semi clandestino. Muchas de las personas encuestadas no quisieron revelar quiénes venden la leña y su procedencia. La policía federal y municipal constantemente detienen a comerciantes de leña. Sin embargo, sobre la carretera Tlapa-San Luís Acatlán, hay muchos puntos de venta principalmente a partir de La Concepción, a 45 minutos de Xalpatláhuac.

Las dificultades para la transportación de leña por las comunidades de la Montaña ha propiciado que esta se realice principalmente durante la noche, y ha encarecido su precio. Un burro de leña es una medida equivalente a una carga, esta, a su vez, a 20 pares de leños (40 leños). El peso varía dependiendo del tipo de leña que se trate. El precio de la carga oscila entre los \$90.00 y \$100.00 actualmente.

Combinando varias fuentes de energía, una carga dura aproximadamente dos semanas para una familia de entre 5 y 7 integrantes. En Xalpatláhuac abunda la familia extensa de más de 10 integrantes (EIX, 2009).

El régimen de tenencia de la tierra en Xalpatláhuac es del 100% propiedad privada. A nivel municipal el 74.4% corresponde a tierras privadas, mientras que el 15.9% y el 9.7% corresponde a tierras comunales y ejidales respectivamente (INEGI, 2007). Así, Xalpatláhuac es la única comunidad alrededor de Tlapa de Comonfort que no posee tierras comunales. Aquellas que de acuerdo a la costumbre le habían sido adjudicadas durante la colonia, fueron venidas al vecino pueblo de Ocoapa por un antiguo presidente municipal, que tuvo que huir para escapar de la ira desatada entre la población debido a la acción (Dehouve, 1975). En 1932 la Junta Católica¹¹ compró un terreno que está administrado por la municipalidad y que actualmente constituye la única propiedad comunal de Xalpatláhuac, destinada para el ganado del Santo Entierro¹².

Este régimen de propiedad hace más difícil la recolección de la leña pues no fácilmente cualquier persona puede juntar tan siquiera algunas varitas en un terreno que no es suyo. Muchos Xalpanecos recolectan en terrenos comunales de poblaciones vecinas como Zoyatlán o Tototepec, lo que constantemente acarrea conflictos cuando son descubiertos.

Debido a lo escaso de leña, la recolecta y la tala se han trasladado a comunidades y territorios más lejanos, aumentando el tiempo de recolección. Una persona puede tardar entre 4 y 8 horas para recolectar dos burros de leña.

¹¹ Junta Católica. Grupo de hombres de la comunidad que administran los bienes de la Iglesia del Santo Entierro de Xalpatláhuac. Para dar una idea de las cantidades de dinero manejadas por esta agrupación, sólo por concepto de limosnas durante las celebraciones correspondientes al tercer y cuarto viernes de cuaresma en el año 2010, la Junta reportó poco más de \$700,000.00.

¹² Entre los tributos que recibe el Santo Entierro de Xalpatláhuac, frecuentemente hay cabezas de ganado, dólares como agradecimiento de los migrantes y demás obsequios de gran valor.

La tala clandestina frecuentemente se realiza durante la noche en propiedades privadas. Si una persona es descubierta talando ilegalmente en un terreno que no es suyo, se procede a retirarle la leña y es multado por el municipio, sancionado por el Tlayakanky y obligado a reparar el daño. Pese a ello, la tala clandestina es frecuente.

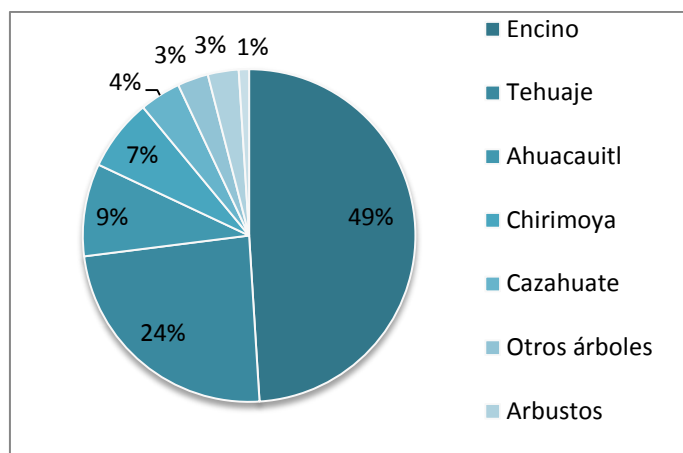
5.3.2. Leña consumida por género

En esta región de la Montaña la flora y la fauna se han empobrecido notoriamente debido a la tala de árboles para la agricultura de quema y la erosión resultante. Los arbustos que rodean las colinas no sobrepasan los tres metros de altura y sólo es posible encontrar grandes árboles en los pueblos, a lo largo de los caminos y en las gargantas de las montañas, donde hay cuerpos de agua.

En Xalpatláhuac es común escuchar a la población decir que todo se puede quemar para hacer fuego. Lo que significa que se ha utilizado una variedad muy amplia de especies de árboles y arbustos para el uso leñoso.

Los árboles y arbustos que se encuentran en Xalpatláhuac son el cazahuate (cuasahuatl), el ahucacuitl, cuapipichtli, el yoyotli y el huistontli. Entre los arbustos está el asuchitl, sacacuitli, y acahual. Estas plantaciones de arbustos se hacen en los claros que dejan las malezas de hierbas espinudas y entre algunas plantas crsuláceas como algunos magueyes y varios tipos de cactus.

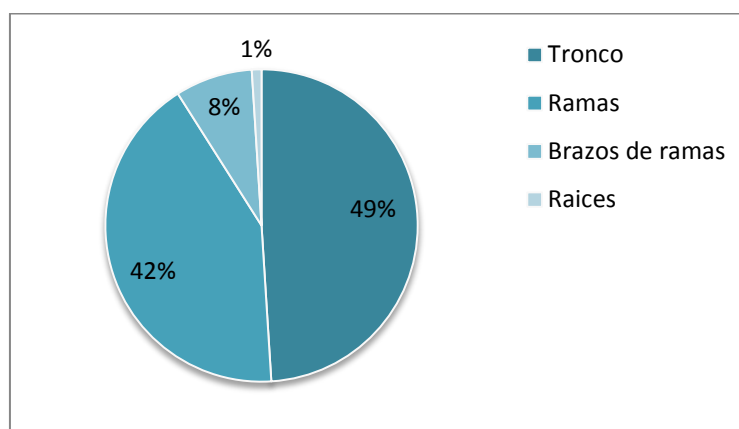
Para el uso leñoso, fue necesario determinar la procedencia del consumo, tanto por género como por parte del árbol. Por género, la leña consumida domésticamente se compone como muestra el siguiente gráfico.



Cuadro 15. Leña consumida por género. Fuente: Encuesta sobre usos finales de la energía. Xalpatláhuac, Guerrero. Enero de 2010.

Es más frecuente encontrar tehuaje por los caminos de la montaña, aunque hoy es escaso. En el caso del encino es mucho más difícil encontrarlo, no abunda en esta zona. Las primeras tres variedades arriba enlistadas son consideradas como buena leña porque no se consumen tan rápido y sus brasas son resistentes. Sólo la Chirimoya y el Cazahuate son catalogados como altamente humeantes y como mala leña, que se utiliza para encender rápidamente los fogones. Dentro de las otras variedades utilizadas están el Tehuis Huamuchitl, el Huechachi, Meztohuitzi, Zapolitzquiz y el Tlatsca, este último muy parecido al pino. En el caso de los arbustos es la espina el más utilizado. Los residuos agrícolas se componen principalmente del olote, y de variedades de raíces de quelites, como el yepaquelite.

La leña de todos tipos se corta de distintas partes del árbol con la siguiente distribución:



Cuadro 16. Partes del árbol que se cortan para obtener leña. Fuente: Encuesta sobre usos finales de la energía. Xalpatláhuac, Guerrero. Enero de 2010.

Los resultados son concluyentes, la gran mayoría de la leña utilizada en Xalpatláhuac proviene de otras regiones y tanto las personas que se dedican a la venta de la leña como los pobladores, tiran muchos árboles para producirla. En otras regiones de la Montaña y de estados vecinos, se esté acabando con el bosque para continuar con el negocio que abastece a las grandes comunidades como Xalpatláhuac.

5.4. Principales dispositivos para la preparación de los alimentos en Xalpatláhuac

5.4.1. Estufa de gas LP

Hay en existencia muchas estufas de gas LP en Xalpatláhuac. La configuración de la casa moderna ha destinado un espacio para diferentes dispositivos convencionales dentro de la casa: refrigeradores, estufas de gas, licuadoras. La cocina moderna no ha reemplazado la cocina tradicional que, como ya describimos, se encuentra fuera de la casa y de uso mucho más frecuente que la moderna.

Muchas familias pudieron acceder a este dispositivo debido al dinero enviado por algún familiar residente en los Estados Unidos. Para el 85% de las familias encuestadas, tener una estufa de gas LP es el símbolo de estar accediendo a la vida moderna, principalmente al tipo de vida que se observa en las grandes ciudades. La más difundida es la de 4 hornillas y horno.

El gas LP es usado para hacer algo rápido ante situaciones imprevistas. La duración de un tanque de gas de 30 kilogramos para una familia de entre 7 y 10 miembros, es de aproximadamente un mes y medio. Lo que indica que casi no lo utilizan (EIX, 2009).

Las familias encuestadas le atribuyen beneficios al uso del gas LP tales como la capacidad de controlar el fuego, rapidez en la elaboración de los alimentos y facilidad de uso. Sin embargo, entre los factores que destacan como negativos, es que le atribuyen una alta peligrosidad, debido a antecedentes en los que han resultado personas muertas o heridas por malos manejos del combustible. Otra situación por la que tiene una evaluación negativa es su elevado costo. Finalmente un 75% afirmó que no le gusta la comida cocinada con gas.

5.4.2. Fogón de tres piedras

En Xalpatláhuac es el tradicional fogón de tres piedras el más diseminado por toda la población, aquí su nombre en náhuatl es *tenamasteme*. Su valor económico es nulo al requerir sólo 3 piedras apoyadas en el suelo, de aproximadamente el mismo tamaño, para sostener y mantener en balance a la olla de cocinado o el comal sobre el fuego. Entre las piedras y el comal, o las ollas, se deposita la leña. Es un dispositivo abierto con constante intercambio de energía en forma de calor con

el medio circundante, a través de pérdidas por disipación en los modos de radiación y convección (60% del calor generado).

Las características térmicas de este dispositivo provocan una temperatura baja en el fuego, pues al no poseer cámara de combustión, la cantidad de aire circundante es mayor de la necesaria para producir una temperatura alta. En él se producen una gran cantidad de gases volátiles y contaminantes que escapan por todas partes y permanecen dentro de la cocina.

Otra versión de este tipo de fogón reemplaza las piedras por triángulos fabricados de acero, que al ser apoyados en el suelo funcionan como soporte de los comales u ollas, y proporciona un espacio suficiente para introducir por debajo la leña.



Figura 10. Figura 10. Fogón de tres piedras. Xalpatláhuac, Guerrero.

5.4.3. Fogón tipo U

En Xalpatláhuac también está ampliamente diseminado un fogón tipo U fabricado con barro. Encontramos muchas familias que le llaman *fogón ahorrador*, porque está cerrado por los lados. En la parte superior se coloca el comal y se retira cuando hay que poner las ollas. Una variante de este tipo de fogones es el que se fabrica utilizando la parte superior de los tambos industriales, que se cortan a una distancia de la base para poder introducir la leña. En ambos fogones el humo producido por la combustión escapa por la entrada principal de la leña.



Figura 11. Fogón tipo U, también llamado ahorrador. Xalpatláhuac, Guerrero.

Al preguntar a las familias sobre las ventajas o desventajas de usar este dispositivo, la gran mayoría respondió que nunca se habían puesto a reflexionar sobre ello. Esto podría explicarse a que está asociado con las tradiciones y costumbres. Entonces se orientó la pregunta a lo que no les gusta al operar los fogones de tres piedras y tipo U.

Manifestaron que les gusta mucho usarlo en las épocas frías porque proporciona calor e iluminación. En el caso del fogón tipo U construido con barro, afirman que les gusta mucho porque les permite ahorrar leña. Por otro lado, la mayoría contestó que no les gusta el humo porque lastima sus ojos y también que al usarlo frecuentemente queman sus brazos. Así mismo manifestaron que les es difícil controlar el fuego cuando hay mucho viento en caso de que hayan levantado el fogón fuera de la cocina.

5.4.4. Estufas eficientes

En septiembre de 2009 sólo había 20 usuarias de estufas eficientes en la comunidad de Xalpatláhuac (20 estufas). Estas fueron otorgadas por la CDI a través de un programa enfocado a las mujeres. Posteriormente, en marzo de 2010 fueron entregadas varias estufas metálicas a través de un programa de SEDESOL a algunas familias. Por parte de los programas gubernamentales, se está entregando a partir de 2012 una estufa eficiente a los beneficiarios del programa *Piso Firme*, principalmente en comunidades pequeñas (Zoyatlán, Zacatipa, Ocotequila, Tlaquilcingo)

El modelo de estufa eficiente entregada por la CDI es una estufa Patsari de lodo y arena. Es una estufa que se construye *in situ*. Cuenta con una cámara de combustión que comunica directamente con la entrada de la leña. Posee un sistema de túneles interiores que conectan con dos hornillas secundarias colocadas en paralelo, así como una chimenea para el escape de los gases producto de la combustión. Al ser un dispositivo cerrado, permite que el calor no escape fácilmente y el aire caliente se mantiene dentro por más tiempo coadyuvando al ahorro del combustible y a liberar de contaminantes el ambiente de las cocinas.

El diseño de la cámara de combustión permite que los gases entren en contacto con gran parte de la superficie del comal principal, para luego viajar a través de dos túneles que los conducen a los comales secundarios. Para aumentar la transferencia de calor convectivo, se aumenta la velocidad de los gases al disminuir la sección transversal de los túneles mediante un baffle debajo de los comales secundarios. Se entrega con comales de metal.

La estufa entregada a través de *Piso Firme* es una estufa Patsari Jimbani. Esta es una mejora técnica del modelo de lodo y arena. También se construye *in situ* y está fabricada con ladrillo rojo, lo que la hace más resistente. Su cámara de combustión es más pequeña y cuenta con mejoras en el sistema de ductos que conecta con las hornillas secundarias. Cuenta con un sistema de escape para los gases de la combustión. Se entrega con comales de acero. Hasta la fecha no se ha encontrado ninguna en Xalpatláhuac.

El modelo distribuido por SEDESOL en 2010 es una estufa metálica portátil de 70cm por 50 cm. Cuenta con una plancha resultante de la aleación de varios metales que contribuyen a una mejor transferencia de calor. La plancha está conectada con un escape que libera los gases de la combustión a través de la chimenea. La entrada de leña es pequeña y en su interior se recomienda depositar olotes y pequeñas varas por parte de los instaladores.

El 100% de las usuarias afirma que en general los dos modelos diseminados (Patsari y la metálica) en Xalpatláhuac son bonitos (kuakualtzin), pero que ese no fue el motivo por el que accedieron a la estufa, en el caso de las mujeres del programa de la CDI, sino porque ahorrarían leña (73%).

Las ventajas que observaron en el uso del dispositivo es que no se queman los brazos y que el humo no lastima sus ojos (100%). Las desventajas asociadas a la estufa es que sólo les sirve para hacer las tortillas (moler); que se ahoga fácilmente el fuego (por tener la cámara de combustión saturada); que la entrada de la leña era muy pequeña para el tipo de leños que están acostumbra-

das a usar. La gran mayoría de las usuarias tenían problemas de operación de la estufa (83%) porque no les enseñaron a usarlas. También se quejaron de que sólo se calentaba al centro del comal.

Otro problema que manifestaron era que no sabían cómo volver a hacerla cuando cambiaran la cocina de lugar (práctica muy frecuente) y que ello las obligaba a quedarse en ese sitio incluso sintiéndose incómodas porque al final les resultaba útil. La principal dificultad asociada a la construcción, afirmaron, es que observaron que quienes la hicieron utilizaban moldes para su manufactura, atribuyéndoles un costo elevado y dificultad para conseguirlos.

Estos datos coincidieron con la información obtenida por los técnicos comunitarios pertenecientes a RDS y adscritos al PESA-GSH encontrados en la comunidad de Tlacotla. Manifestaron que las usuarias constantemente se quejaban que el comal sólo se calentaba en el centro, debido a que el fuego no se distribuía de manera uniforme dentro de la cámara de combustión, lo que sí ocurre, por ejemplo, con el fogón.

Los técnicos también informaron que muchas mujeres del programa que tenían a cargo modificaban rápidamente la estufa, haciéndole otra entrada de leña o quitándole los tubos de la chimenea. Afirmaron que una práctica común es quitarle los comales de la hornillas secundarias al no encontrar utilidad o una vez que saturaban la cámara de combustión con ceniza para permitir la entrada de aire. También informaron que en su gran mayoría reemplazan el comal de acero por el de barro debido a que el primero cambia el sabor de la comida.

Al haber accedido a las estufas a través de un programa que simplemente ponía a disposición las distintas tecnologías, como las estufas, las personas de la comunidad nunca realizaban un proceso de sensibilización respecto al problema que la tecnología ayudaba a solventar. Así mismo, para ellos y para las usuarias de Xalpatláhuac, uno de los más grandes problemas era las dimensiones limitadas de la cámara de combustión de la estufa Patsari, que provocaba muchos de los problemas arriba expuestos.

En el caso de las estufas Patsari Jimbani, los técnicos afirmaron que son muy aceptadas por lo agradables que resultan a la vista, sin embargo corren con la misma suerte que la Patsari de lodo y arena, con la particularidad de que modificar una Patsari Jimabani por lo regular provoca la destrucción total del dispositivo pues está fabricada de ladrillo, mientras que con la Patsari de lodo y arena, es posible modificarla sólo raspándola.

Otro de los rasgos que dificulta, según los técnicos, la disseminación de las estufas con las personas fuera de los programas es que muchos perciben los moldes con las que se fabrican como una barrera tecnológica. En el caso de la Patsari Jimabani, se suma que la utilización de ladrillo para su construcción supone un nivel de conocimientos y habilidades técnicas más o menos adecuados para poder construirla. El 73% de las mujeres encuestadas que tuvieron un modelo Patsari Jimabani, contestaron que no podrían volver a construirlas cuando decidan cambiar su cocina porque no saben pegar ladrillo.



Figura 12. Estufas Patsari de una hornilla secundaria. En la foto, el técnico comunitario explica el mal funcionamiento. Tlacotla, Guerrero.

Todas las mujeres usuarias de la estufa eficiente, tanto Patsari como Patsari Jimbani, tenían a un lado el fogón de tres piedras o tipo U y habían desechado el comal metálico, remplazándolo por uno de barro.

En el caso de la estufa eficiente metálica fue imposible estudiar su uso debido a que fueron desechadas en su gran mayoría. La principal razón del rechazo son sus dimensiones y las complicaciones que estas acarrearán en la preparación de los alimentos. Una estufa metálica puede contener sólo una tortilla de las tradicionalmente preparadas en Xalpatláhuac (22 a 23 cm de diámetro). Así mismo que no les gustan las tortillas hechas con comales de metal.



Figura 13. Modelo de estufa metálica difundida en Xalpatláhuac. La foto corresponde a un poblado de Tamaulipas.

5.5. Preparación de los alimentos

Se pueden identificar tres momentos importantes en la preparación de los alimentos correspondientes al desayuno, comida y cena. Así como actividades cotidianas que requieren una alta concentración de energía calórica como la nixtamalización y la preparación de las tortillas; para ocasiones especiales, la preparación de tamales y pozole conllevan a una alta utilización de leña.

La nixtamalización sirve para quitar la cáscara al maíz, hirviéndolo en agua con cal. Consiste en poner a cocer los granos de maíz en una solución alcalina a una temperatura cercana al punto de ebullición. Tras la cocción, el maíz se deja inmerso en el caldo por cierto tiempo. La duración del tiempo de cocción y remojo del maíz varía según el tipo de maíz, las tradiciones locales y el tipo de alimentos a preparar. Se puede dejar cociéndose desde unos minutos hasta una hora, y remojando desde unos minutos hasta alrededor de un día. El agua resultante de la nixtamalización (nejayote) se desecha, y por lo general se hace en algún lugar específico de la casa, cercano a la cocina. Al analizar el sitio de desecho, este se encuentra endurecido debido a la cal que contiene el agua y al proceso químico resultante de la cocción del maíz.

Para el desayuno, la nixtamalización (nexcontle) se hace por lo general un día antes. A muy temprana hora del día (de 4 a 5 am) se acude a los diferentes molinos eléctricos que hay dispersos por toda la población y se muele el nixtamal. A continuación se preparan las tortillas en los distintos dispositivos, principalmente en los fogones, donde puede ser colocado un comal mediano (52

cm de diámetro) y pueden ser depositadas de 3 a 4 tortillas (cada tortilla en promedio es de 20 cm de diámetro). Durante la elaboración de tortillas, la encuesta sobre usos finales de la energía arrojó que son utilizados entre 8 y 10 leños para elaborar las tortillas de la mañana, mientras que para la nixtamalización se ocupan una cantidad similar. Cuando el proceso de elaboración de tortillas ocurre, paralelamente se desarrolla la preparación de los alimentos a ingerir. La dieta de la población es básicamente vegetariana.

Una vez terminado este proceso, se coloca el maíz, la cal y el agua en una olla de acero para una nueva nixtamalización que arroja las tortillas que se consumirán por la tarde y durante la cena. Entonces el consumo de leña aumenta debido a que la cantidad de tortillas y de nixtamal también lo hace, garantizando así que haya alimentos para la tarde y la noche. Se repite así el ciclo de molido y preparación de las tortillas y la comida. Una vez ingeridos los alimentos, se coloca nuevamente el nixtamal para el día siguiente y se reinicia el ciclo de preparación de los alimentos

En los fogones de tres piedras y tipo U, se detectó que se deja consumir hasta su totalidad la leña remanente que no fue utilizada durante el preparado de los alimentos, en caso de que esta sea muy poca. En el caso del carbón remanente, este se utiliza para encender nuevamente la leña de los fogones para las tareas posteriores.

En el caso de las estufas eficientes de los programas de gobierno, la leña y los carbones remanentes se quedan en la cámara de combustión hasta la siguiente jornada de preparación de alimentos.

5.6. Mujeres y uso de leña.

En Xalpatláhuac, las mujeres son las que preparan los alimentos. Son ellas las que construyen sus fogones y le dan mantenimiento a sus dispositivos tradicionales. Con los fogones abiertos, no pueden estar muy lejos durante el proceso de nixtamalización porque pueden ocurrir accidentes donde el fuego consuma la cocina o la totalidad de las casas. Los componentes de las cocinas son principalmente carrizo, caña de maíz y madera. Así que las mujeres están permanentemente en el área asignada a la cocina y en contacto con los gases de la combustión durante la elaboración de los alimentos y la nixtamalización.

Cada mujer tiene su propio estilo para preparar tortillas y los alimentos. Las cocinas se vuelven el espacio natural de convivencia entre las mujeres de una misma familia, donde se instruye a las más jóvenes en las tareas elementales del preparado de los alimentos.

Frecuentemente se hace uso de leña que aún está verde para la elaboración de alimentos. Esto ocurre porque como ya se estableció arriba, el encino ocupa el porcentaje más alto de variedades utilizadas. El encino se tiene que cortar cuando el árbol está vivo debido a que seco es muy duro y así se comercializa. Los depósitos de leña en cada casa habitación constantemente tienen leña aún fresca. El nivel de consumo diario de combustible impide que esta se termine de secar en su totalidad.

En Xalpatláhuac muchísimas son las mujeres solas que enfrentan la responsabilidad de hacerse cargo del cuidado de los hijos pequeños, y frecuentemente de los padres, y que trabajan en el campo, siendo así responsables de la producción agrícola, debido a que sus maridos o hijos varones se encuentran en los Estados Unidos. Una mujer que compra leña generalmente la utiliza tal cual se la han vendido. De tal forma que los leños pasan del almacén al fogón de forma directa sin que sean cortados o reducidos. En muchos casos estudiados, la presencia del esposo o de hijos adultos en casa no modificó esta relación.

En el caso de las mujeres que recolectan leña, la mayor parte tarda el doble del tiempo que los hombres (hasta 8 horas) en asegurar dos burros de leña.

5.7. Tradiciones asociadas al uso de la leña.

Como ya se comentó, existe la milenaria tradición familiar en el preparado de los alimentos con leña, en donde cada mujer es especialista en encender el fuego y atizarlo de acuerdo a sus necesidades.

Xalpatláhuac está llena de ritos y celebraciones asociadas al ciclo anual agrícola. Aquí se venera al que dicen es el santo más milagroso de la Montaña y el más popular, el Santo Entierro. En cada celebración en este pueblo confluyen las mujeres desde varios días antes a colaborar en la elaboración de alimentos y bebidas tradicionales según sea la ocasión. Cada *compostura* (pedida de novia), boda, quince años, misa, día de algún santo o fiesta del pueblo, hay un intercambio muy rico de saberes y experiencias que confluyen en las cocinas de las familias que celebran.

Cada mujer que participa apoya con una cantidad considerable de leña seca (una carga por lo general) que se utilizará en el quehacer colectivo del preparado de los alimentos para el festejo. La leña en si misma se convierte en una especie de pase de entrada a la cocina; sólo en caso de no contar con leña para aportar en el festejo, las mujeres se suman directamente en algo más que puedan apoyar. Pero siempre es fundamental el aporte del combustible.

A una boda, por ejemplo, pueden confluir entre 40 y 50 mujeres (dependiendo del tamaño de la familia y los invitados) a apoyar con la dura labor de preparar los alimentos. Resulta toda una experiencia observar grupos de 5 o 6 mujeres por cada fogón de tres piedras donde se está preparando atole en ollas de 50 litros. Estas experiencias resultan muy apreciadas entre las mujeres no sólo por lo que representa el festejo en sí, sino porque les permiten convivencia amplia e intercambio de información.

El pan que se consume en Xalpatláhuac se prepara en hornos de tabique rojo que funcionan con leña. Dependiendo el tamaño del horno y la cantidad a preparar, es la cantidad de leña que se introduce. Existen muchas panaderías caseras pero el mercado está dominado principalmente por tres familias.

Así mismo en Xalpatláhuac aún se realizan distintos tipos de rituales como la petición de lluvias, donde la leña domina los altares que se levantan en la punta de distintos cerros seleccionados para este cometido. Similar patrón se sigue con la celebración del día de muertos, llamada aquí *todosantos*, como una contracción de Todos los Santos, donde se utiliza leña para encender fogatas y acompañar a los difuntos en el panteón. El ocote es el árbol ceremonial más utilizado y se comercializa entre los 20 y 30 pesos algunas cuantas varitas de no más de 10 cm de largo.

5.8. Árbol de problemas de la comunidad de Xalpatláhuac.

El diagnóstico participativo levantado en Xalpatláhuac y realizado con personas de la comunidad, arrojó la distribución de problemas sentidos por la población y su jerarquización. Hay que señalar que esta técnica se realizó en los meses n durante la intervención comunitaria. Las personas que participaron en la elaboración del árbol son personas activas dentro de la resolución de situaciones de conflicto al interior de la comunidad o en la búsqueda del desarrollo de su pueblo, así que fueron agrupadas en un GAP (Grupo Activo de Personas). El esquema del árbol quedó de la siguiente manera:

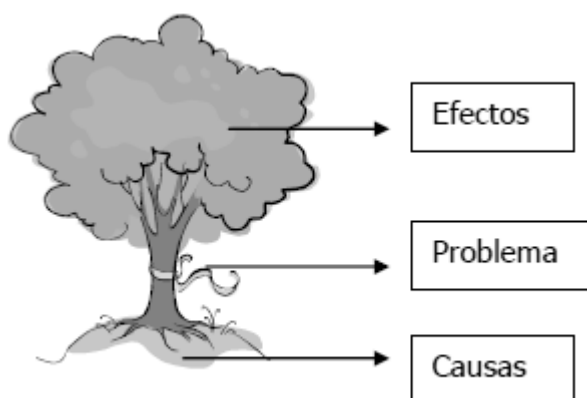


Figura 14. Esquema general de un árbol de problemas. Fuente: Diagnóstico participativo. Xalpatláhuac, Guerrero. Noviembre de 2009.

PROBLEMA	CAUSA	EFECTO
Escases de agua	Situación geográfica del pueblo. Deficiente administración pública para invertir en obras hidráulicas.	Pérdida de cosechas Aumento en el precio del líquido. Enfermedades Migración a comunidades con mejor acceso al líquido.
Exceso de basura	Acelerado consumismo.	Enfermedades. Contaminación del suelo y de la comunidad en general.
Falta de reglamentación de los servicios públicos	Mala administración política. Deficiente organización comunitaria.	Deficiente servicio de salud. Altas tarifas eléctricas. Mal manejo de desechos y permanencia del fecalismo al aire libre.
Infraestructura educativa deficiente	Falta de inversión gubernamental.	Mala calidad educativa. Falta de oportunidades para acceder a mejores empleos. Migración.
Extinción del bosque	Uso indiscriminado de los recursos forestales. Pobreza y marginación social.	Aumento del costo de la leña. Aumento del tiempo de recolección a distancias cada vez más lejanas. Conflictos constantes entre familias y comunidades por el recurso. Poco acceso a los recursos forestales.

Cuadro 17. Esquema general de un árbol de problemas. Fuente: Diagnóstico participativo. Xalpatláhuac, Guerrero. Noviembre de 2009.

Las líneas de acción planteadas una vez identificado el árbol de problemas y complementado con el diagnóstico social fueron diversas y amplias. Una de ellas fue el desarrollo del proyecto Xalpaneca.

5.9. Línea de acción: *Proyecto Xalpaneca*

Los resultados obtenidos durante la intervención contribuyen a entender la complejidad de los aspectos relacionados con la utilización de la leña y la difusión de estufas. Por lo que aquí se expone en relación a Xalpatláhuac, no es trivial que en general en el medio rural se pueda concretar la adopción y el uso sostenido de la tecnología. Esta tiene que estar adaptada a las condiciones del usuario para que no sólo pueda utilizarla apropiadamente, sino que la adopte. Los diseños deben ser flexibles, acordes a las necesidades concretas de los usuarios y proclives a sufrir adaptaciones.

La estufa Xalpaneca es una propuesta de tecnología apropiada resultado de combinar un dispositivo altamente eficiente, como lo es la estufa Patsari, con otros dispositivos ampliamente difundidos en la comunidad. Al conjuntar todos los beneficios asociados la primera (ahorro de combustible, versatilidad, chimenea de escape.), con dispositivos tradicionalmente usados, como el fogón tipo U, integrando la información aportada por las usuarias y técnicos comunitarios, se logró que la adopción fuera más rápida y se usara de forma sostenida.

La estufa Xalpaneca en sí misma no es un nuevo tipo de estufa, sino una conjunción entre conocimientos técnicos (habilidades) tradicionales de este pueblo de la Montaña, tecnología eficiente y tradicional, y formas de utilización de energía procedente de la biomasa. Estos aspectos no tienen que ser necesariamente antagónicos y este estudio pretende demostrarlo.

Se concluye que en términos de diseño, la estufa Patsari aporta grandes beneficios (ya documentados) a las usuarias de la leña. Sin embargo, los aspectos mal evaluados y las modificaciones observadas tanto a este dispositivo como a la Patsari Jimbani, siguen un patrón más o menos constante asociado a las formas de utilización del combustible:

Aspecto mal evaluado	Causa	Efecto
<p>Entrada de la leña pequeña. La gran mayoría de las usuarias afirmó que no podía introducir leños grandes.</p> <p>Mujeres que no tenían estufa eficiente manifestaron que no les era atractivo adquirirla porque estaban seguras de que no podrían cocinar bien debido a que percibían que no podrían introducir leños suficientes.</p>	<p>Entrada de leña pequeña por diseño de fabricante.</p> <p>La mayor parte de la leña en estas comunidades se compra y se utiliza como es adquirida y las usuarias no cuentan con ayuda para cortar los leños o reducirlos. Por otro lado, el porcentaje de personas que recolectan leña (varas) es muy poco significativo.</p>	<p>Ampliaron la entrada, sin embargo, en el caso de las que la hicieron demasiado grande o agregaron una entrada más, se modificó esencialmente el comportamiento de la estufa: regreso del humo por la(s) entrada(s), debilitamiento de la estructura en su parte frontal.</p> <p>En el caso de la <i>Patsari Jimbani</i>, cuando quisieron modificar la entrada de la leña, destruyeron totalmente el frente de la estufa.</p>
<p>Cámara de combustión pequeña. La mayor parte de las usuarias le atribuyen que no pueden esparcir libremente la leña lo que provoca que no se caliente bien el comal y que se ahogue fácilmente el fuego.</p>	<p>Cámara pequeña por diseño. Su geometría permite tener dentro una cantidad menor de aire frío. Entre la <i>Patsari</i> y la <i>Patsari Jimbani</i> hay una diferencia técnica en la cámara de combustión. La segunda distribuye de forma más homogénea la temperatura en el comal.</p> <p>Los instaladores no proporcionaron la información adecuada respecto al mantenimiento.</p>	<p>La gran mayoría de estufas <i>Patsari</i> y <i>Patsari Jimbani</i> fueron alteradas de acuerdo a su geometría interior original.</p> <p>Sólo se usa la estufa para preparar las tortillas. Con el fogón a un lado se preparan los demás alimentos del día y la nixtamalización.</p>
<p>Materiales. La estufa Patsari es muy bien recibida debido a que los componentes que la integran (barro y arena), se encuentran fácilmente en la comunidad y en la región, sin embargo, a la Patsari Jimbani se le asoció dificultades para conseguir los tabiques, así como dificultades técnicas para poderse construir debido a conocimientos mínimos sobre cómo pegar tabiques, su principal componente.</p>	<p>Por diseño, la <i>Patsari</i> utiliza barro y arena para su edificación. En el caso de la <i>Patsari Jimbani</i> requiere de ladrillos.</p> <p>Quien envía dinero de los Estados Unidos determina, en gran medida, en qué se usa. De primera intención, pocos están dispuestos a invertir en materiales para su estufa eficiente.</p>	<p>Pudieron reparar fácilmente la <i>Patsari</i> cuando se deterioró físicamente.</p> <p>Tuvieron que recurrir a una persona externa para reparar su estufa <i>Patsari Jimbani</i>, acarreando costos; en algunos casos no fue reparada hasta su deterioro total.</p>
<p>No pudieron volver a construirla cuando lo necesitaron. Como ya se explicó, el cambio de lugar de las cocinas o de los dispositivos</p>	<p>Mala capacitación y alta dependencia del personal externo de agencias o programas de gobierno.</p> <p>El programa de difusión no</p>	<p>Incomodidad al tener que quedarse en un sitio forzosamente pues las estufas les resultan útiles..</p> <p>Las estufas desaparecieron cuando se reubicó la cocina.</p>

<p>al interior de ellas, es una práctica común en los pueblos de la Montaña.</p>	<p>contempló los constantes movimientos de las cocinas por necesidades de expansión de la casa.</p>	
<p>Este problema se manifestó también en caso de destrucción accidental.</p>		
<p>Molde costoso y difícil de encontrar. La mayoría de las entrevistadas afirmaron que no podrían repetir la estufa debido a que en la zona no abundan los moldes y no hay nadie en la comunidad que los tenga o fabrique.</p>	<p>Programas de difusión con operadores externos. No se fomentó la apropiación tecnológica Por diseño la estufa los necesita para cuidar la geometría interior.</p>	<p>Se le asoció dificultad de construcción. No se pudieron diseminar las estufas una vez que los operadores se retiraron de la comunidad provocando un efecto de barrera tecnológica, pese a que hubo personas que después quisieron acceder a ellas.</p>
<p>Comales de metal. Muchas personas le asocian cambios en el sabor de la tortilla si se prepara en estos.</p>	<p>Se entregan con la estufa. Para efectos de transferencia de calor, utilizar un comal de metal en lugar de uno de barro es mucho mejor.</p>	<p>El comal de metal fue desechado.</p>
<p>Problemas con las hornillas secundarias y los ductos interiores. En muchos hogares se dio a conocer que los comales secundarios no se calentaban y que el aire no circulaba hacia la chimenea de escape.</p>	<p>Ante la falta de capacitación para el uso de la estufa y su mantenimiento, la cámara de combustión se saturó de ceniza y carbón remanente.</p>	<p>Comales de las hornillas secundarias retirados. Contaminación de la cocina por gases de la combustión.</p>
<p>Costo elevado. Muchas usuarias revelaron que para poder acceder a la estufa aportaron cantidades de entre \$700.00 y \$1,200.00 pesos.</p>	<p>Cada programa de difusión ha fijado sus costos de acceso a la tecnología en la Montaña de acuerdo a diferentes patrones y forma de gestión y obtención de recursos. Los programas gubernamentales se prestan a la corrupción de las personas que los dirigen, condicionando estos frecuentemente el acceso a los mismos, aunque sean gratuitos de origen.</p>	<p>No se diseminan las estufas. Hay una percepción de que son caras. Como sólo pueden acceder a ellas un sector o grupo social, el que puede pagarlo, existe un fenómeno de marginación y segregación tecnológica.</p>

Cuadro 18. Aspectos mal evaluados de las estufas ahorradoras de leña, causas y efectos.

Es posible observar que en la tabla anterior hay cuestiones directamente relacionadas con errores cometidos por los programas de difusión (capacitación adecuada, dependencia de insumos), otras consideradas como parte del diseño del fabricante, y otras relacionadas con la manera en cómo se utiliza la leña en esta región.

5.9.1. Diseño

Se estudió la forma en cómo poder incluir las inquietudes de las usuarias y combinar estas con la tecnología pre existente en Xalpatláhuac. Considerando aspectos básicos como la facilidad de construcción y elementos técnicos muy importantes, la propuesta de diseño fue la siguiente:

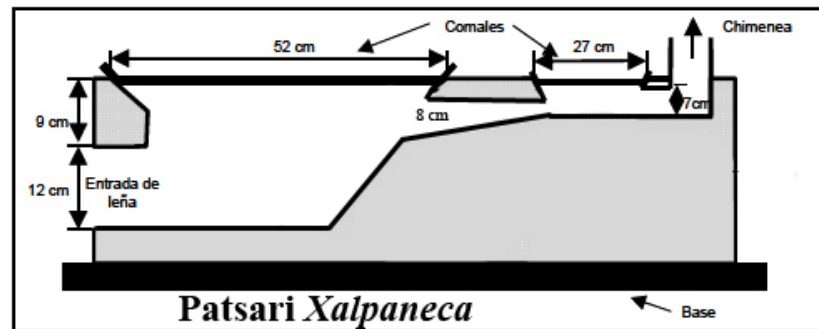


Figura 15. Diseño interior de la estufa Xalpaneca.

Ampliación de la entrada de la leña. Se hizo de forma rectangular ajustándose a los tamaños comerciales de ladrillo (24x12x6). De esta forma la entrada de la leña es más resistente, lo que es sumamente importante sobre todo cuando sobre la cámara de combustión se le colocan ollas pesadas. Se requieren sólo dos ladrillos para construir la entrada de la leña.

Cámara de combustión. Se amplió la cámara de combustión simulando lo que ocurre en el fogón de barro tipo U tradicional, ampliamente difundido en la comunidad. De esta forma se permite la entrada de aire frío suficiente para lograr la combustión de los leños acostumbrados a usar. Además una cámara amplia permitió que la estufa sea más versátil, debido a que así es posible utilizarla para otras tareas además de la elaboración de tortillas, como la nixtamalización y la cocción de alimentos como frijoles, pozole, calabazas. Sólo se retira el comal y se coloca un triángulo de acero en interior de la cámara y así aprovechar el carbón remanente. Esto no se podía lograr con el diseño original de la cámara de combustión. Aquí el problema del centro de la cámara de combustión no es tan importante debido a que los leños tradicionales son largos y gruesos

Sistema de ductos. Para mejorar la salida de los gases de la combustión cuando se satura la cámara principal, se modificaron los 4 ductos de la estufa original por toberas. Estas contribuyen en aumentar la transferencia de calor convectivo, pues se reduce el área de la sección transversal del

ducto en el sentido del flujo, aumentando así la velocidad de salida de los gases que se encuentran transitando. Esta consideración permitió eliminar el baffle del diseño original, y que los gases provenientes de la cámara principal, golpearan perfectamente bien la base de los comales secundarios, calentándolos. Los ductos que conectan la cámara principal con las hornillas secundarias, tienen una inclinación menor a los 25° respecto a la horizontal para facilitar la migración de los gases. En el caso de los que conectan las hornillas secundarias con la chimenea de salida, tienen una inclinación igual a 0°. El sistema no presenta complicaciones respecto al efecto *tiro de chimenea*, permitiendo evacuar más del 95% de los gases de la combustión.

Comal de barro. El comal de metal se ha difundido, entre otras muchas cosas, para mejorar la transferencia de calor hacia los alimentos, sin embargo, debido a las tradiciones culturales de estos pueblos, en su gran mayoría, son desechados. Por lo anterior, la modificación incluye utilizar los comales del hogar. Además, en esta región, se utiliza el comal mediano (52 cm de diámetro) que concuerda a la perfección con el diseño original y con las modificaciones propuestas, lo que significa que no es un gasto adicional. En la prueba piloto a la usuaria de la estufa eficiente se le entregaron comales de metal para la cámara principal y las hornillas secundarias y los desechó en menos de 12 días; primero intercaló el uso con los comales de barro y después los desechó totalmente.

Moldes de la cámara de combustión y hornillas. La estufa tiene aspectos técnicos muy importantes que deben ser cuidados (Straffon, 2009), por ello la fabricación de los dos diseños de estufa Patsari documentados en este trabajo, incluye moldes para este cometido.; usarlos facilita la construcción y la difusión masiva de las estufas. La utilización de técnicas más artesanales para recrear la tecnología eficiente, podría provocar que la construcción se prolongue más del tiempo que las personas están dispuestas a aportar, generando así que la idea de una estufa eficiente no sea tan atractiva. Sin embargo, el problema es que los moldes de las estufas Patsari son pesados, costosos y difíciles de conseguir en esta región, por lo que para esta propuesta se sustituyeron por utensilios comunes de cualquier hogar de la Montaña.

Para moldear la cámara de combustión se utilizó un cazo (tina también) del número dos. Coincidentemente, este tiene la medida de 53 cm de diámetro en su base mayor si se observa como un cono invertido, y 25 cm de altura. Para moldear las hornillas secundarias se utilizaron cubetas de plástico de 12 litros (26 cm de base), aseguradas con un peso significativo dentro para que la mezcla no las levantara. Para el sistema de ductos, se utilizaron vasos de plástico de 6cm de base ma-

yor, 4cm de base menor y 12 cm de largo (vaso mediano) y se rellenó con papel comprimido para asegurar que el peso de la mezcla que se depositaría sobre ellos no los deformara. Cabe resaltar que para asegurar la creación del cuello de la tobera, con el papel se hizo un *menisco* lo suficientemente grande para que cuando se desmoldara se obtuviera la figura deseada y se garantizara la succión adecuada.

Chacuaco. Se desechó pues no encontramos utilidad alguna. El sostén de la tubería de aluminio, incluso de láminas más pesadas como las metálicas, lo aporta perfectamente bien el cuerpo de la estufa. Así mismo, al ser modelado el sistema de chimenea con la misma tubería de aluminio, garantizó que no hubiera fugas de humo.

Moldes contenedores. Se utilizaron dos tablas de 1.10 m x 0.30 m y dos de 0.80 m x 0.30 m. Estas tablas están muy difundidas entre la comunidad debido a que abundan las construcciones en el pueblo. Es la que comúnmente se utiliza para apuntalar los colados de lozas.

Chimenea. Se continuó usando la chimenea de aluminio que en esta región se adquiere por tramos de 1m. Para las personas que no podían adquirir la chimenea, se optó por láminas metálicas enrolladas y bien selladas para generar el efecto tiro de chimenea con muy buenos resultados.

Materiales y método de construcción. Los materiales y sus proporciones, así como el método de para construir la estufa eficiente, siguieron el mismo patrón establecido por GIRA A. C. para la Patsari de barro y arena.

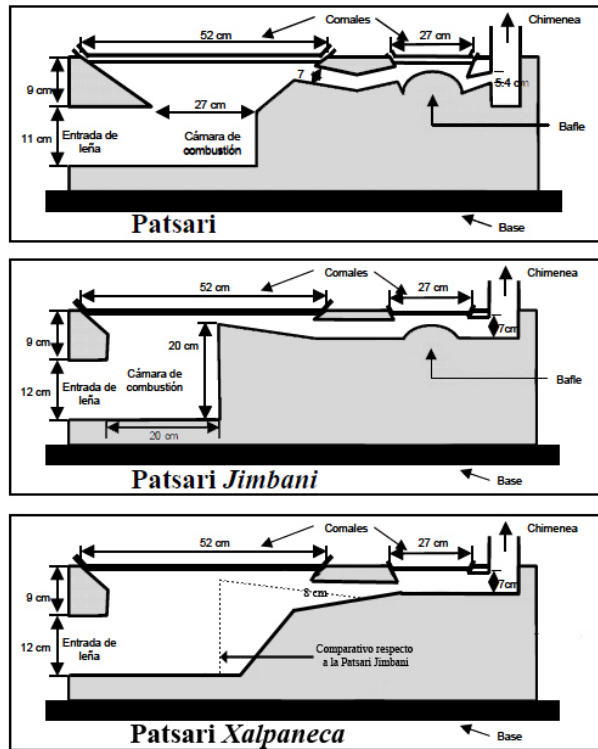


Figura 16. Comparativo de la estufa Xalpaneca frente a la Patsari y Patsari Jimbani.

5.10. Resultados de la prueba piloto.

El prototipo de estufa eficiente que hemos denominado Xalpaneca se elaboró a petición y decisión de la usuaria, una vez que decidió cambiar de sitio su cocina y destruir su fogón de tres piedras.

Para corroborar algunas tendencias sobre utilización de las estufas en la región, intencionalmente se le entregaron comales de metal y se construyó el prototipo con el diseño original de entrada de leña (dimensiones y estructura) propuesto por GIRA A. C. para la estufa Patsari (teja de barro con forma de media luna y un claro de 226 cm²).

La estufa Xalpaneca fue usada todos los días por necesidad de la propia usuaria. Por tanto la operación en campo de esta propuesta se monitoreó diariamente durante el mes de enero de 2010.

La usuaria fue capacitada junto con su familia en la construcción de la estufa, participando integralmente en su elaboración. Así mismo, siguiendo lo planteado por los manuales de GIRA A. C. se les capacitó en el mantenimiento del dispositivo. Una vez construida la estufa procedió el tiempo de espera de secado y se capacitó en el encendido de la misma. Posteriormente no se intervino para nada dejando actuar libremente a la usuaria y su familia, con la intención de observar con mayor detalle el comportamiento respecto al dispositivo.

Al finalizar el mes de enero de 2010 se le entrevistó y se recopiló la información sobre la utilización de la estufa eficiente.



Figura 17. Habacú Pardo Ruiz con su estufa Xalpaneca. Enero de 2010.

5.10.1. Respecto a la usuaria.

Habacú Pardo Ruiz, mujer nahua de 45 años, es originaria de la comunidad de Xalpatláhuac. Tiene 5 hijos (4 mujeres, 1 hombre). Su esposo se encuentra en los Estados Unidos. Vive en el barrio de Iksotitlaj.

Es la responsable de las labores de la casa y del campo. Su principal actividad económica es la elaboración de pan que ofrece en las comunidades vecinas. Su nivel de ingresos mensuales es de aproximadamente \$1,500.00 y está beneficiada con el programa del gobierno federal *Oportunidades* por tener a dos menores de edad estudiando. Para los tiempos en que se realizó la prueba piloto, el marido llevaba muchos meses sin conseguir empleo en la ciudad de Nueva York y, por tanto, sin enviar dinero.

De la leña que utiliza, un 32% proviene de recolección y el resto de compra. Cuando recolecta hasta dos burros de leña, le toma junto con sus hijas hasta 6 horas. Dentro de las principales actividades donde utiliza la leña destaca la elaboración de tortillas para el desayuno, comida y cena; la nixtamalización y la preparación de los alimentos del día. El horno donde prepara el pan es de ladrillo rojo y utiliza leña.

Para la cocción de los alimentos cuenta con fogón de tres piedras y estufa de gas LP. Esta última la usa poco por el elevado costo del combustible.

5.10.2 Utilización de la estufa

Lo que le gusta de la estufa (mayor a menor importancia). Que ahorra leña, que no se quemara los brazos, que saca el humo de la cocina; que es segura para ella, la familia y el lugar donde está colocada; que no se le calienta el abdomen, que puede preparar varias cosas a la vez, que es bonita y que no se le rompen o los comales.

Lo que no le gusta (de mayor a menor importancia). Entrada de leña pequeña, que no le cabe la leña que acostumbra a utilizar y que no le gusta usar los comales de metal.

Modificaciones hechas a la estufa. Amplió un poco más la entrada de la leña, reparó cuarteaduras de la estufa en su parte frontal y quitó el comal de metal.

Al preguntarle sobre si estaba contenta o no por la estufa eficiente, manifestó estar muy contenta y que la volvería a construir si se le presentara la oportunidad sólo que con la entrada de leña más grande y que no invertiría en un comal de metal. Esta usuaria, con la capacitación y la experiencia de operación de la estufa, colaboró en la construcción de otra estufa en la casa de su hermano menor por fuera del programa desarrollado.

El costo total de la estufa prototipo corrió a cargo de quien suscribe esta tesis y fue de \$312.00 incluyendo los 3 comales de metal, los componentes de mayor precio. A la usuaria se le presentó el desglose de gastos y consideró que es un precio accesible considerando los beneficios asociados. Insistió en que se debería de entregar sin comales de metal porque representa dinero desperdiciado.

La usuaria manifestó que en un mes podía observar el nivel de ahorro de leña puesto que su almacén no se vaciaba todavía. Así mismo dijo que percibía que ahorraba más de la mitad de la

leña en comparación a cuando no tenía la estufa eficiente. Esta información se corroboró anotando el patrón de consumo diario de leña desde que comenzó a usar la estufa eficiente y hasta que finalizó la prueba piloto. A la usuaria sólo se le pidió que se usará leña de las mismas características (tipo de árbol, dimensiones, peso) durante el mes que duró la prueba piloto. Se registró que el ahorro representaba el 60% respecto a su patrón de consumo sin estufa eficiente.

5.10.3. Adopción

Durante el mes de trabajo, la estufa permaneció en muy buenas condiciones y sujeta constantemente a mantenimiento por la usuaria y las familias, incluso cuando no debían hacerlo. Este patrón cambió con el paso del tiempo, reduciendo la frecuencia de mantenimiento a dos veces por mes.

Para el desgaste y desmoronamiento del material producto del uso frecuente, se recurrió a recubrir la estufa con ceniza mezclada con nejayote, el agua remanente de la nixtamalización con alto contenido en cal. Así se logró una capa consistente que se endurece una vez aplicada y que ayuda a conservar la estufa en buenas condiciones.

5.11. Formación del programa de difusión

Xalpatláhuac expone cierto grado de polarización social que queda al descubierto al analizar tres indicadores fundamentales: producción y autoconsumo de maíz, ingreso familiar y propiedades; sí hay diferencias sociales respecto a la accesibilidad a fuentes y dispositivos energéticos. Sin embargo, la leña es usada por todos los grupos sociales existentes en la comunidad, por lo cual es posible acercar esta tecnología como apropiada porque no coadyuva a la polarización social de los grupos existentes. Empero, la utilización de paneles solares para la producción de electricidad o la construcción de biodigestores, sí acrecentaría la brecha entre los muy pobres y los de mayores recursos, pues son estos últimos los que podrían pagar un sistema adecuado para la generación de electricidad con energía solar, o son los que tienen muchas cabezas de ganado dentro de la comunidad. Esto debería ser sumamente importante para el análisis de la difusión de tecnologías apropiadas.

Por lo anterior, resultó factible la construcción del programa de difusión, y como primer paso se presentaron los resultados de la investigación al Grupo de Personas Activas que participaron en la elaboración del diagnóstico participativo. A través de una exposición simple se expuso la idea y sus

particularidades en sintonía con las inquietudes por ellos planteadas respecto a la tecnología para el ahorro de leña y la necesidad de preservar el poco bosque que aún queda.

Se expusieron los beneficios asociados a la utilización de estufas eficientes: salud, economía familiar y medio ambiente, y se programó una presentación con el pueblo en general, tanto del programa como del modelo piloto, para la primera semana de febrero de 2010. Esta se realizó el domingo 7 de febrero de 2010 en la escuela secundaria indígena “Emiliano Zapata”, de la comunidad de Xalpatláhuac. A menos de 15 metro se encuentra la casa de la señora Habacú Pardo Ruiz.

El GAP asumió el compromiso con quien suscribe esta tesis de desarrollar el programa de difusión de las estufas tomando en cuenta lo siguiente:

1. Los materiales que utiliza la estufa son 100% de fácil acceso para todas las personas de esta comunidad. Cada individuo que desee acceder a la estufa debe aportar mínimamente medio bulto de cemento y recolectar su material de acuerdo a las cantidades a utilizar (GIRA A. C.)
2. Se les capacitó cuidadosamente para que pudieran proporcionar apoyo y asesoría en la construcción y mantenimiento de las estufas eficientes.
3. Se fomentaría la solidaridad y el trabajo en equipo para la construcción de estos dispositivos, buscando en todo momento que las herramientas a desarrollar coadyuven en el fortalecimiento de la organización comunitaria.
4. Las estufas se construirían utilizando el sistema *brazo vuelta*: todos aquellos que confluían a apoyar en la construcción de una estufa eficiente crearan un lazo social inquebrantable, por lo que el beneficiado debe corresponder de igual forma con ellos.
5. Se identificaría cada estufa con un número y se asignaría una ficha técnica en propiedad de las beneficiarias. Esta ficha recopila datos personales (nombre, barrio donde habita, edad), fecha en que fue construida la estufa y un espacio en blanco para ser llenado durante las jornadas de seguimiento (monitoreo), para que se plasmen las impresiones sobre el dispositivo: la frecuencia de uso, el estado y el mantenimiento, así como otras observaciones importantes respecto al uso del dispositivo.

A la reunión de presentación del programa y del modelo prototipo, concurrió un sector importante de la población, principalmente las mujeres. La gran mayoría de los hombres que asistieron formaban parte del GAP. Ellas fueron, desde el inicio, las más interesadas.



Figura 18. Presentación de la estufa eficiente. Xalpatláhuac, Guerrero. Febrero de 2010.

Se estableció una calendarización de las primeras estufas e inició la construcción, agregando los últimos detalles observados durante la prueba piloto y correspondiente a la entrada de la leña y los comales. En esta primer etapa de construcción en Xalpatláhuac fue de gran ayuda voluntarios del servicio social *La UNAM por la alfabetización en tu comunidad*.

El acompañamiento se realizó los primeros días de funcionamiento de cada nuevo dispositivo de la mano de un miembro del GAP y de quien suscribe esta tesis. Posteriormente se realizó el monitoreo de forma espontánea, no programada con la usuaria, para poder observar el comportamiento real con el dispositivo termodinámico.

Miembros del GAP y voluntarios del servicio social de la UNAM colaboraron en establecer grupos piloto en las comunidades de Zacatipa, Tlacotla y Zoyatlán, durante la primer jornada de construcción. La función de estos grupos piloto fue observar el comportamiento de las usuarias y sus dispositivos con un acompañamiento mínimo, básicamente reducido a pruebas de monitoreo cada seis meses.

5.11.1. Monitoreo y seguimiento.

Consistió en varias jornadas y se extendió desde las primeras estufas construidas en febrero de 2010 hasta el 1 de febrero de 2013, recopilando información de 115 usuarias de las 122 registradas en el programa. La intención fue evaluar también el ciclo de vida del dispositivo y, sobre todo, el uso sostenido del mismo ya que se consideró imposible aproximarse a estimaciones reales de uso sostenido evaluando su comportamiento sólo durante algunos meses.

En el monitoreo se consideraron importantes varias etapas: la de encendido y familiarización con el dispositivo la primera semana, la primera jornada de mantenimiento pasados 15 días de haberse encendido por primera vez y el periodo de observación cada dos meses. Esto como conclusión de lo observado en la prueba piloto.

Así mismo durante el paso de los años se establecieron jornadas de construcción donde participaron miembros del GAP, jóvenes y estudiantes de distintas universidades públicas agrupados en la Brigada Multidisciplinaria de Apoyo a las Comunidades de México, así como otras personas que ya contaban con el dispositivo.

Se procuró que en cada jornada de construcción de estufas, una persona que ya contaba con el dispositivo, compartiera su experiencia con las potenciales usuarias y les compartiera, en su lengua materna, los beneficios que le asocia al uso del dispositivo.

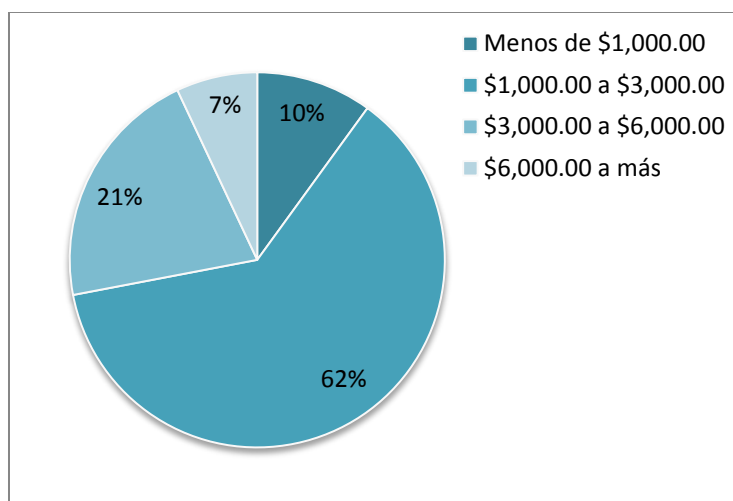
Es importante señalar que durante los monitoreos y la última estancia larga, se encontraron muchísimos dispositivos del modelo Xalpaneca fuera de los registros del programa, elaborados por personas que acudieron a las charlas o por las mismas mujeres que ya contaban con una estufa eficiente y que decidieron apoyar a algún miembro de la familia. Estos están fuera de nuestros resultados.

Se recopiló información de usuarias de la estufa eficiente Xalpaneca correspondiente a los periodos de construcción de Febrero-Mayo de 2010; Julio y diciembre de 2010; junio-julio y diciembre de 2011; junio-julio de 2012; enero de 2013.

5.11.2. De las usuarias

El 56% de las usuarias de la estufa eficiente están solas y totalmente al frente de la casa y de las tareas del campo. Sólo el 16% se distribuye estas tareas con el marido. El 21% se dedica sólo al hogar.

En el caso de los ingresos de las usuarias, la distribución queda de la siguiente forma:



Cuadro 19. Distribución del ingreso entre las usuarias.

5.11.3. Del tiempo que construyó y adoptó la estufa

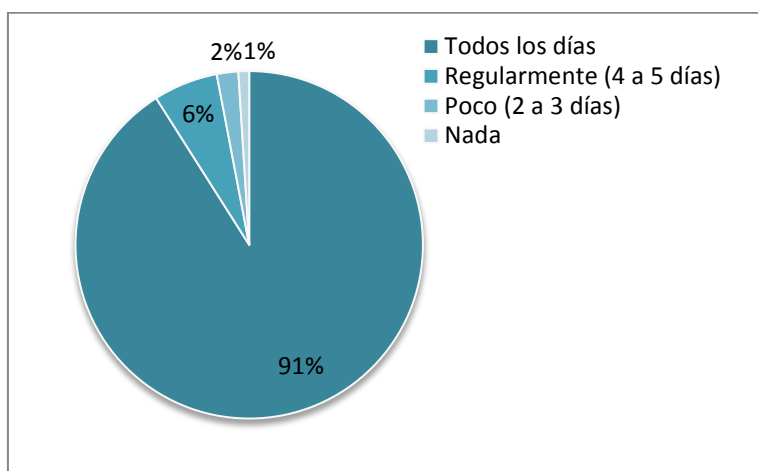
El 95% de las mujeres que cuentan con estufa eficiente modelo Xalpaneca la construyeron en la cocina frente al 5% que lo hicieron en un espacio abierto, estas últimas se encontraron en malas condiciones, desgastadas por las inclemencias del medio, pero en uso frecuente.

Las usuarias aceptaron construir la estufa porque les dijeron que ahorrarían leña (75%), también porque estaba fácil de hacer y barata (51%), porque les dijeron que mejoraría su salud y la de su familia (49%). El 23% de usuarias dijo que aceptó construirlas porque les preocupa la deforestación y el poco acceso al bosque.

El 92% de mujeres con estufas eficientes manifestaron que fue decisión de ellas construir la estufa, frente a un 8% que lo decidió junto con su marido. El 100% de usuarias de la estufa eficiente participó en el proceso de construcción.

5.11.4. De la adopción a la apropiación de la estufa

El 91% de las usuarias de la estufa la utiliza todos los días (7 días de la semana), mientras que un 6% la usa regularmente (4 a 5 días). Así mismo sólo un 2% la usa poco (2 a tres días) y un 1% no la usa para nada. Aunado a esto, el 77% de las usuarias tiene en buenas condiciones su estufa eficiente, el 16% en condiciones regulares (deterioro superficial y acumulación de ceniza y carbón remanente), el 6% en malas condiciones (modificaciones que alteran su comportamiento) y el 1% no la usa.



Cuadro 20. Utilización de la estufa eficiente modelo Xalpaneca.

El 63% afirmó tener aún el fogón de tres piedras o *tenamasteme*. De estas el 73% afirmó que ya no lo usa tanto, principalmente para poner las grandes ollas de pozole o de atole; mientras que el 15% afirmó que lo usa para labores que podría hacer también en la estufa eficiente, como calentar agua. El 89% de las usuarias afirmaron usar muy esporádicamente la estufa de gas LP debido a los altos costos del combustible. Un 6% dijo que frecuentemente combina el uso de la estufa de gas con la estufa eficiente siempre y cuando tenga dinero para comprar el gas.

De las que aún cuentan con el fogón de tres piedras se identificó que un porcentaje considerable son usuarias de estufa eficiente un año o menos (19%).

Las usuarias de la estufa eficiente respondieron que la utilizan para hacer las tortillas (100%), preparar el nixtamal (72%) calentar agua (65%), cocer frijoles (62%) y preparar guisados (61%). Distinguen entre los tipos de comida que deben preparar utilizando uno u otro dispositivo, de acuerdo al consumo de combustible (67%) y el sazón que quieran imprimirle a los alimentos (25%).

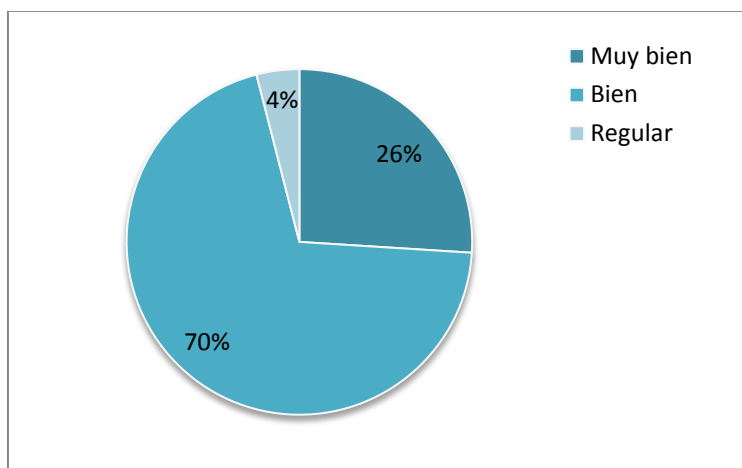
Lo que más les gusta de su estufa eficiente es que ahorra leña (83%), que saca el humo de la cocina (63%), que no se queman los brazos (60%); que es segura para ella, la familia y el lugar donde está colocada (41%), que puede preparar varias cosas a la vez (23%), que no se le rompen los comales (15%) y que es bonita (8%).

Lo que no les gusta de su estufa eficiente modelo Xalpaneca es que tiene la entrada de leña pequeña (32%), también que al principio se les dificultaba darle mantenimiento (21%), mientras que el 79% dijo que no había nada que no le gustara de su estufa eficiente.

Respecto a las modificaciones hechas a la estufa, el 19% contestó que ampliaron la entrada de la leña quitándole los ladrillos rojos, el 8% redujo la distancia de la base de la estufa al comal, dentro de la cámara de combustión; el 45% tapó una de las hornillas secundarias porque no le encontraron ningún uso o se les dificultaba operarla; el 10% la destruyó pero la volvió a construir en otro sitio. El 19% cambió uno de los comales secundarios de metal por ollas de barro fijas, que llenaban de agua constantemente para así calentarla.

Con relación a si cambiaría algo respecto al modelo original si pudiera construirla de nuevo, el 42% afirmó que quitaría una de las hornillas secundarias, el 12% que la haría más chica, el 17% que ampliaría la entrada de la leña y un 5% afirmó que la haría con mejores materiales. Un 24% afirmó que la haría tal cual se hizo la primera vez.

El 70% de las usuarias se sienten bien con su estufa eficiente y el 26% dijo sentirse muy bien. Un 4% manifestó sentirse regular. De este último grupo el 95% son usuarias de menos de seis meses.



Cuadro 21. Nivel de satisfacción de la usuaria.

5.11.5. De la apropiación al esparcimiento de la estufa

El 72% afirmó haber reparado la estufa alguna ocasión. De estos, el 89% son usuarias de más de un año hasta tres años. La principal reparación consistió en cuarteaduras (65%), entrada de la leña (21%). El 74% afirmó darle mantenimiento a la estufa 2 veces por mes (41% usuarias de más de dos años y 35% usuarias de más de tres años), frente a un 11% que lo hace una vez al mes (100% usuarias de más de 2 años) y un 10% que lo hace cada vez que se acuerda. El 5% no le ha dado ningún tipo de mantenimiento. De este último el 100% son usuarias de menos de 6 meses de uso.

En el 100% el mantenimiento sigue siendo aplicar una pasta de ceniza y nejayote que endurece una vez colocada, tanto a la cámara de combustión interna como a los ductos que comunican con las hornillas, las mismas hornillas y la superficie total de la estufa.

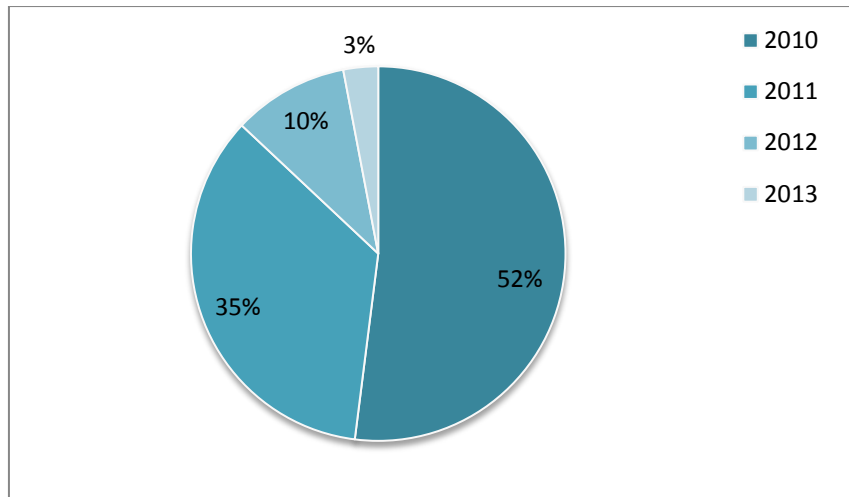
En el caso de volver a tener que construir la estufa, el 81% de las usuarias dijo sentirse muy seguras de poder volver a hacerlo y que no necesitarían de ayuda para lograrlo (25% usuarias de menos de seis meses, 35% usuarias de más de un año y 40% usuarias de más de dos años), mientras que un 12% dijo sentirse seguras y que tal vez necesitarían ayuda. Un 5% dijo sentirse poco seguras y que definitivamente necesitarían de ayuda. Un 2% dijo que no podrían volverlas a construir. El 100% de este último dato corresponde a usuarias de más de 3 años.

Sin embargo el 100% sabe a quién recurrir en caso de necesitar ayuda. El 47% dijo que a los jóvenes de la UNAM, el 39% a algún miembro del GAP (principalmente Delfino Ortega y Carmen Pinzón), y el 14% respondió que con un vecino que tenga una estufa eficiente.

El 57% contestó que le ha ayudado físicamente a alguien más a construir una estufa eficiente modelo Xalpaneca, mientras que un 83% contestó que le ha explicado a alguien cómo se construye una estufa eficiente como la que tiene en casa.

El 81% de las mujeres con estufa eficiente la tiene en buenas condiciones, el 12% en condiciones regulares y el 7% modificaron algún aspecto que altera el funcionamiento de la estufa.

Del 81% que la tiene en buenas condiciones, el 52% corresponde al periodo de construcción de 2010, el 35% al de 2011, 10% al de 2012 y sólo 3% al que va de 2013.



Cuadro 22. Estufas en buenas condiciones respecto al año de construcción.

De 2010 a la fecha sólo se han perdido 7 estufas de en Xalpatláhuac. Tres usuarias dijeron que la destruyeron porque cambiaron de lugar la cocina, una porque se metían animales a la estufa, una porque no le gustó que sus vecinos o familia tuvieran la misma estufa que ella; otra más porque regresó el marido de Estados Unidos y a él no le gustó, y finalmente, otra más porque le compraron una estufa de gas debido a que por cuestiones de salud le prohibieron seguir cocinando con leña.

De todas las anteriores, cinco corresponden al primer periodo de construcción de 2010 y las últimas dos al de verano del 2011. Las primeras 4 volvieron a construir un fogón tipo U al que le adicionaron un comal secundario y una chimenea para sacar los gases de la combustión.

Habacú Pardo Ruiz destruyó el prototipo original de estufa Xalpaneca en marzo de 2013 después de operar con él durante más de tres años. El motivo fue la necesidad de ampliar la casa dado que nuevamente su marido ha estado enviando dinero desde los Estados Unidos. Una de sus hijas más jóvenes construyó un fogón tipo U con un tubo de chimenea para que escapen los gases de la combustión. Afirmaron que no pueden volver a construir en estos momentos una nueva estufa porque ahora su marido debe decidir, desde Nueva York, en qué lugar estará ubicada la nueva cocina.

5.11.6. Resultados de los grupos piloto en otras comunidades

El 92% de los usuarias son mujeres que están solas frente a la tareas del hogar y del campo. El 100% de los ingresos económicos de los grupos piloto es de menos de \$1,000.00 mensuales (muy pobres). El 100% se dedica a la elaboración de sombrero de palma como actividad económica complementaria y poseen una fuerte dependencia a los programas gubernamentales, principalmente de *Oportunidades*.

Los grupos piloto se establecieron en Tlacotla a 5 km noreste de Xalpatláhuac, Zoyatlán a 7 km al noroeste y Zacatipa a 4 km al este, en la primavera de 2010. Por otro lado, en verano de 2012 se inició el programa en Tototepec, a 4.5 km al sur de Xalpatláhuac, pero este no se considera parte de este apartado de la investigación.

Respecto al uso de la estufa, gustos y modificaciones, estos grupos siguieron comportamiento similar al mostrado en Xalpatláhuac, con la salvedad que el 100% reportó utilizarla 7 días de la semana. A pesar de contar con el fogón tradicional sustituyeron de manera importante el uso del mismo, reemplazándolo en un 73% de las actividades.

El uso del fogón en estos grupos piloto sigue siendo principalmente para calentar agua y calefaccionar la casa en las temporadas de mayor descenso de la temperatura.

En estas comunidades se programó el monitoreo como lo hacen los programas gubernamentales en esta zona (cada seis meses, algunos lo llegan a hacer por lapsos más largos). En el caso de Tlacotla, se reportó que la estufa llegó a su fin en mayo de 2012 debido a que ampliaron la cocina y cambió de sitio el espacio destinado para la producción. Manifestó que tuvo dificultades para volver a hacer la estufa porque había pasado demasiado tiempo desde que la construyó (febrero de 2010); sin embargo, la nueva estufa que construyó le adicionó un comal secundario y una chimenea de salida de los gases de la combustión y afirmó que eso es lo más importante (además del ahorro) que deben incluir las estufas hoy día.

En Zoyatlán, de las estufas construidas 3 siguen de pie y en condiciones regulares; las otras dos estufas fueron destruidas por necesidades de ampliación de la cocina (1) y por la caída de un árbol (1). Se informó que al momento de ser derribadas, las condiciones de estas eran similares a las que aún siguen en pie. Las usuarias manifestaron que a pesar de sentirse capacitadas para poder construirla nuevamente, no tienen el suficiente dinero para poder costear el medio bulto de cemento,

por lo que fueron cuidadosas en el mantenimiento de la estufa. Otra más manifestó que tuvo problemas técnicos con la saturación de la cámara de combustión y la constante obstrucción de los ductos de salida. Esta usuaria utiliza mucha leña verde que genera una cantidad considerable de carbón remanente.

En el caso de Zacatipa, una de las usuarias cambió su estufa por *Patsari Jimbani* cuando se la ofrecieron como parte del programa *Piso Firme*, en septiembre de 2012. La otra, la usuaria en colaboración con el marido, cambiaron los materiales envolventes de la estufa por ladrillo rojo, de forma similar a como observaron se construye la *Patsari Jimbani*, sólo que con el interior de una Xalpaneca.

La usuaria con *Patsari Jimbani* afirmó que haber usado la Xalpaneca la había capacitado muy bien para poder usar la de ladrillo, pues comprendió que debía usar varitas para encenderla. Manifestó que no le gustaba las dimensiones de la cámara de combustión de su nueva estufa porque sólo podía usarla para las tortillas. También desechó los comales de metal, reemplazándolos por los de barro y el 100% cambió uno de los comales por una olla de barro fija para calentar agua.

Los tres grupos se quejaron de los lapsos de monitoreo. Afirmaron que el acompañamiento debe ser menos espaciado, principalmente los primeros meses, pues afirmaron que es en esa etapa donde surgen muchas dudas y no hay quién se las pueda resolver de manera efectiva. Aunque por otro lado, afirmaron que en caso de tener dudas y necesitar ayuda, saben que en Xalpatláhuac constantemente están los de la UNAM para asesorarlos.

Al preguntarles si volverían a construir una estufa Xalpaneca, el 100% de las usuarias de los grupos piloto dijo que definitivamente lo harían, incluida la usuaria que migró a la *Patsari Jimbani*; además, se manifestaron muy contentas por su estufa eficiente y solicitaron más presencia de instituciones gubernamentales y educativas para colaborar con proyectos para combatir la pobreza.

5.11.7. Respecto a las estufas proporcionadas por la CDI en Xalpatláhuac

En septiembre de 2009 habían 20 usuarias de estufa *Patsari* en Xalpatláhuac, al finalizar la presente investigación se les buscó nuevamente para conocer sus opiniones sobre el manejo de su dispositivo. La gran mayoría lo desechó entre los meses de abril a junio de 2010. Los principales motivos reportados fue que los comales no calentaban bien, que se había desmoronado, que se

ahogaba el fuego al interior de la cámara, que se regresaba el humo por la entrada de la leña y porque no podían hacer otra cosa en la estufa más que las tortillas.

Se les preguntó sobre si alguien encargado del programa había hecho visitas de monitoreo. Todas afirmaron que no. Este grupo de mujeres se encuentra al 100% en un nivel de ingresos de entre \$1,000.00 a \$3,000.00.

Se les preguntó si volverían a adquirir una estufa eficiente en casa y el 86% dijo que no argumentando que no funcionan; el 8% afirmó que sí pero que no quiere volver a pagar por ella y sólo el 6% dijo que sí y que le agradaría una estufa Xalpaneca porque sí funcionan.

Capítulo 6

Discusión

A continuación se discutirán los resultados de la investigación sobre cómo una estufa eficiente denominada Xalpaneca logró el uso sostenido como una tecnología apropiada en Xalpatláhuac, Montaña de Guerrero.

Al iniciar este trabajo se plantearon una serie de preguntas de investigación acerca de distintos factores relacionados con el uso de la leña en la comunidad de Xalpatláhuac, las tecnologías diseminadas para la cocción de los alimentos y los factores relacionados con la mejor adopción de una estufa eficiente de leña, así como los actores involucrados en los programas de difusión. En este capítulo se discuten los resultados a partir de las preguntas de investigación para plantear las posibles conclusiones de la investigación.

¿Cuál es el patrón social de uso energético y qué papel posee la leña como combustible en esta comunidad?

Hay un desacoplamiento energético en el pueblo pues mientras más de la mitad de las necesidades energéticas son calor y trabajo a menos de 100°C, más del 90% de las fuentes energéticas provienen de procesos de combustión (principalmente madera) a temperaturas medias y altas. Este desacoplamiento en la calidad energética de fuentes y necesidades, muestra que hay un potencial de mejoramiento en la eficiencia de utilización de recursos, de adaptación de Tecnologías Apropriadas (TA) en la comunidad y, por tanto, del desarrollo de nuevas investigaciones científicas en este terreno.

En términos de fuentes energéticas, leña es la más importante (82.5% del uso final). Otras fuentes de energía utilizadas son las gasolinas (9.6%), la energía animal y humana (2.6% y 2.5% respectivamente), la electricidad (2%) y el gas LP (0.8%). En promedio, el uso per cápita de energía es cercano a los 400W equivalentes, un valor semejante al de la mayoría de los pueblos.

Dentro del sector doméstico existe un porcentaje considerable que combina la utilización del gas con la leña para las tareas diarias. Las tareas de cocinado de alimentos constituyen el mayor

uso final de la leña. Los resultados muestran que la mayor parte de la población utilizan únicamente leña diariamente para elaborar los alimentos y combinan las fuentes de energía cuando deben elaborar alimentos rápidamente, por alguna emergencia o imprevisto. La elaboración de tortillas es el uso final de energía aislado más importante representando el 56%. Un porcentaje significativo lo tiene calentar agua para el aseo personal diario.

¿Qué factores sociales, culturales, económicos y ambientales están involucrados en la toma de decisiones de los usuarios al elegir una tecnología para cocción de alimentos en esta región?

La investigación arroja que en la comunidad de Xalpatláhuac hay un fuerte arraigo tradicional al uso de la leña en la preparación de los alimentos, la convivencia social, los festejos y celebraciones religiosas. Pese a que en los últimos años el acceso al recurso ha disminuido, el costo de la carga de leña ha aumentado y hay introducción de estufas de gas LP y parrillas eléctricas financiadas con el dinero de las remesas, no es perceptible cambios en este comportamiento, lo que imprime una importancia especial con perspectivas de modificarse de muy largo plazo, o bien, nulas debido al fuerte arraigo de usos y costumbres de la población pese a su acelerada urbanización. En esta comunidad de casi 100% de habitantes nahuas, el uso de la leña está muy extendido y es de acceso a todos los grupos sociales dentro de la comunidad.

La principal motivación para construir la estufa eficiente de leña modelo Xalpaneca es económica. El 75% de las usuarias aceptó que al enterarse de que podían ahorrar leña y, por tanto, dinero, decidieron adoptarla. Del total de familias entrevistadas, sólo el 23% combina la utilización de la leña con el gas LP, sin embargo, la prioridad en el uso del combustible lo tiene la leña debido al elevado y cambiante costo del gas.

Sin embargo, el nivel socioeconómico juega un papel importante ya que los más pobres entre los pobres no han adquirido esta tecnología. Sólo un 10% de la población total con estufa eficiente modelo Xalpaneca pertenece al grupo con ingresos inferiores a los \$1,000.00 mensuales. Si bien en Xalpatláhuac predominan las familias con ingresos de entre \$1,000.00 y \$3,000.00 pesos mensuales, la población más pobre y vulnerable no se ha beneficiado con esta tecnología. Por tanto, el nivel socioeconómico es una barrera importante.

Por otro lado, entre las usuarias con distinto nivel socioeconómico, todas han tenido la misma posibilidad de usar bien el dispositivo; por tanto, esta diferencia socioeconómica sólo aplica en la adquisición de la tecnología, no en su uso.

A continuación, otro factor importante que influye en la decisión sobre qué tecnología emplear, es su costo. A diferencia de los programas de estufas eficientes, los costos fueron asumidos por los usuarios toda vez que la tecnología es económica y sustentable puesto que los materiales con los que se construye están disponibles en la comunidad. El 51% de las usuarias calificó a este como el factor más importante después del ahorro de leña. A esto está asociada la facilidad con la que se construye el dispositivo, lo que ha permitido que se disemine rápidamente fuera del programa de estufas.

Al inicio de la investigación, las usuarias calificaban como un obstáculo para la reproducción y diseminación de la tecnología, los moldes que emplean para su fabricación en los programas de estufas eficientes, sobre todo cuando tenían que cambiar el sitio de la cocina. Ahora las usuarias asumen la tarea de realizar una estufa de leña como sencilla, cómoda y simple, que pueden desarrollar ellas mismas. A lo largo de los años de investigación varias fueron las estufas que se construyeron por fuera del programa y muchas de las usuarias construyeron nuevamente su dispositivo. En algunos casos, cuando por el paso de los años, se olvidó el proceso de construcción, las usuarias no olvidaron incorporar a sus nuevos dispositivos los accesorios que consideraban indispensables en sus fogones: comales secundarios y un tubo para evacuar los gases producto de la combustión.

Un 49% de la población con estufa eficiente determinó que la decisión de construir su dispositivo se debió a que expulsa el humo de la cocina, por tanto mejora su salud. Así mismo no se queman los brazos y es segura para ellas, la familia y el lugar donde está colocada.

Un 23% dijo que aceptó construir la estufa porque les preocupa la deforestación el poco acceso al bosque que hay en la actualidad. El tiempo de recolección ha aumentado casi a tres o cuatro veces respecto a lo que las familias recuerdan les costaba conseguir la misma cantidad de recurso. El nivel de acceso al bosque en comunidades como Xalpatláhuac es más complicado también por el régimen de propiedad de la tierra (100% privada) en comparación con otras poblaciones aledañas como Tototepec o Zoyatlán, donde aún hay tierras comunales

¿Corresponden los actuales diseños de estufas eficientes diseminados en esta región una tecnología apropiada para esta comunidad perteneciente a la Montaña Alta de Guerrero?

En el estricto definición de que una tecnología es apropiada cuando es simple, se apega a las necesidades básicas de los usuarios, respeta las culturas locales, emplea en la medida de lo posible

materiales y mano de obra locales, usa los recursos de forma racional y renovable y reconoce la tradición tecnológica de los habitantes rurales (Aguilar, 1990), no todos los diseños diseminados, tanto por instituciones gubernamentales como no gubernamentales, lo son.

Los principales programas de estufas eficientes en la región difunden modelos Patsari Jimbani, cuyo principal componente es el ladrillo rojo. Este tipo de material no se consigue en la comunidad; incluso las casas de materiales para la construcción de la zona distribuyen mayoritariamente el llamado *tabicón* para las construcciones de casas habitación. El ladrillo rojo se consigue fácilmente en la ciudad más próxima Tlapa de Comonfort. Así mismo, los programas de difusión han priorizado, incluso, la adquisición de la arena, cemento y demás insumos, de las grandes ciudades, con lo cual han encarecido el costo de la tecnología y de operación de los proyectos. En el caso de Xalpatláhuac, donde hay abundantes depósitos de arena, esta se ha importado desde otras localidades.

La construcción de las estufas se realiza por personal especializado proporcionado por las instituciones y que en su gran mayoría no son habitantes de la comunidad. Aunado a lo anterior, la metodología de construcción requiere la utilización de moldes costosos y técnicas que requieren un nivel específico de conocimientos técnicos. Por tanto no es sencillo.

Al remplazar fogones de tres piedras por estufas prefabricadas, no se cumple con el respeto a la tradición cultural ni con el reconocimiento de la tradición tecnológica de la comunidad y mucho menos con la sustentabilidad. En el caso de las estufas Patsari, las mejor evaluadas en este sentido por sus propias usuarias, son las de lodo y arena.

En el caso de la Estufa Eficiente Xalpaneca, se trató de cumplir esta condición lo más apegado a la definición. Incluso los materiales más industrializados como la tubería de aluminio puede ser remplazada por lámina metálica. Si bien no es posible remplazar todo el material industrial, este puede conseguirse fácilmente dentro de la comunidad, como el cemento.

Por tanto la Estufa Eficiente modelo Xalpaneca y la Patsari de lodo y arena sí son tecnologías apropiadas.

¿Cómo es el proceso de generación, difusión y adopción de las estufas eficientes en esta región de la Montaña de Guerrero por parte de instituciones gubernamentales y no gubernamentales?

La generación de la idea de Estufas Eficientes en los programas de difusión gubernamentales y no gubernamentales, en esta región de la Montaña, no partió desde la comunidad, sino que fue una idea proyectada desde afuera. Incluso el desarrollo de la Estufa Xalpaneca es una idea que si bien reflejó las inquietudes manifestadas por un sector de la población (los Grupos Activos de Personas), no es precisamente una idea auténticamente generada desde adentro de la comunidad. Como reflexión, después de conocer la experiencia del fogón ahorrador tipo U, a quien suscribe esta tesis le queda la duda si esta idea podría haberse alcanzado con el paso del tiempo dentro de esta comunidad.

La difusión de estufas eficientes, es por tanto de vital importancia ya que no sólo está a cargo de informar a la población rural para qué sirve y cómo funciona la nueva tecnología, sino que requiere convencer a los usuarios de leña de por qué es necesario adoptar esta tecnología.

El modelo de EE que se implementó a través de los programas gubernamentales, es una estufa Patsari que surgió como resultado de una mejora sustancial a la estufa Lorena y constó de tres modelos sucesivos. La estufa más diseminada en la actualidad es la Patsari de ladrillo cuya introducción se hace a través de la SEDESOL y agencias de desarrollo rural como RDS en el PESA-GSH.

El modelo implementado a través del programa Xalpaneca, es esencialmente una Patsari de Lodo y Arena que surge de modificar aspectos mal evaluados en las estufas difundidas en los programas levantados en la zona. Actualmente ese programa está a cargo de la Brigada Multidisciplinaria de Apoyo a las Comunidades de México.

Con base a la teoría de adopción de innovaciones de Rogers (2003), la constante introducción de EE en la comunidad, por periodos, podría explicar el alto nivel de adopción de la Estufa Xalpaneca, donde constantemente se retroalimentan sus beneficios entre las propias usuarias de la tecnología al interior de la comunidad.

La formación del programa de difusión de las instituciones gubernamentales y agencias de desarrollo rural, en la mayor parte de los casos, consiste en promover la formación de técnicos comunitarios en las comunidades de intervención, desarrollar la capacitación de los mismos y a su

vez desarrollar la difusión de las tecnologías a través de ellos. En el caso de las estufas eficientes, los trabajos están encaminados directamente a las mujeres de la comunidad. Este modelo de intervención requiere la participación de un prestador de servicios profesionales (PSP), por lo general externo a la comunidad, que supervisa el desarrollo de los proyectos de implementación tecnológica. Los TC y PSP reciben una remuneración económica por parte del organismo promotor.

En Xalpatláhuac para desarrollar la experiencia del proyecto Xalpaneca como primer paso se presentaron los resultados de la investigación al Grupo de Personas Activas, que participaron en la elaboración del diagnóstico participativo, hombres y mujeres. El GAP asumió el compromiso con quien suscribe esta tesis de desarrollar el programa de difusión de las estufas tomando en cuenta lo siguiente:

Los materiales que utiliza la estufa son 100% de fácil acceso para todas las personas de esta comunidad. Cada individuo que desee acceder a la estufa debe aportar mínimamente medio bulto de cemento y recolectar su material de acuerdo a las cantidades a utilizar.

Se les capacitó cuidadosamente para que pudieran proporcionar apoyo y asesoría en la construcción y mantenimiento de las estufas eficientes.

Se fomentaría la solidaridad y el trabajo en equipo para la construcción de estos dispositivos, buscando en todo momento que las herramientas a desarrollar coadyuven en el fortalecimiento de la organización comunitaria.

Las estufas se construirían utilizando el sistema *brazo vuelta*: todos aquellos que confluyan a apoyar en la construcción de una estufa eficiente crearán un lazo social inquebrantable, por lo que el beneficiado debe corresponder de igual forma con ellos, sean hombres o mujeres.

Se identificaría cada estufa con un número y se asignaría una ficha técnica en propiedad de las beneficiarias. Esta ficha recopila datos personales (nombre, barrio donde habita), fecha en que fue construida la estufa y un espacio en blanco para ser llenado durante las jornadas de seguimiento (monitoreo), para que se plasmen las impresiones sobre el dispositivo: la frecuencia de uso, el estado y el mantenimiento.

A la reunión de presentación del programa y del modelo prototipo, concurrió un sector importante de la población, principalmente las mujeres. La gran mayoría de los hombres que asistieron formaban parte del GAP. Ellas fueron, desde el inicio, las más interesadas.

Una debilidad que se encontró en los programas de difusión gubernamentales, fue la falta de información por parte de las usuarias de leña, acerca de quién llevó a cabo el programa de difusión y a quién podrían contactar en caso de querer una EE. Mientras que en el caso del proyecto Xalpaneca el 100% sabe a dónde acudir en caso de necesitar apoyo, asesoría o una nueva estufa eficiente. El 47% sabe que puede recurrir a la BMACM, el organismo promotor y el 39% a algún miembro del GAP. La BMACM al tener otros proyectos funcionando en la región, le permite ser identificada por los pobladores de estas comunidades, aunque esto también imposibilita la formación de grupos autónomos de constructores.

En la toma de decisión del posible usuario de la tecnología se reconocen cinco etapas (Muth y Hendee 1980): 1) Toma de conciencia del problema, 2) Desarrollo de interés, 3) Evaluación, 4) Aceptación, 5) Adopción y uso sostenido, o abandono de la nueva tecnología.

Una vez construida la EE, el uso que se le dio a la misma estuvo relacionado con la facilidad de manejo de cada tecnología, y la capacidad de adaptación de la usuaria, destacándose la EE Patsari de ladrillo en términos estéticos y durabilidad, mientras que en la Xalpaneca el desgaste de sus componentes, por la constante utilización, le proporciona una apariencia poco atractiva y la necesidad de un mantenimiento constante.

En el transcurso de este estudio, surgió el impacto de la tecnología, como un indicador que permitió medir, no sólo cómo había sido el proceso de adopción de la tecnología, sino también cuáles fueron los cambios que esta tecnología trajo para cada usuaria de EE. Este indicador nos permitió diferenciar a las usuarias que adoptaron bien la EE pero casi no la usan, de las usuarias que la usan con frecuencia y que prácticamente ya no usan el fogón. Dado que para disminuir los efectos nocivos a la salud de los usuarios de leña para cocinar así como disminuir el consumo de leña es necesario que los usuarios de EE la usen mucho, es este indicador de impacto el que mejor representa los resultados de un programa de implementación.

Aquí destacamos que en el caso de la Xalpaneca el 91% de las usuarias la utilizan todos los días principalmente para labores que requieren una alta concentración de calor y temperaturas altas como la nixtamalización y la elaboración de tortillas. El 63% afirmó contar aún con el fogón de tres piedras pero el 73% no lo ocupa tanto. El 70% de las usuarias dijo sentirse bien con su estufa mientras que el 26% dijo sentirse muy bien. Esto no pudo medirse en los programas gubernamentales por la extinción de dichos dispositivos en periodos no mayores a los 6 meses.

Considerando los distintos hallazgos de esta investigación, una propuesta metodológica para un programa de difusión de estufas que quiera recuperar esta experiencia sería la siguiente:

Estudio previo de la comunidad. Haciendo énfasis en los distintos índices poblacionales, en el patrón social de uso energético y las características particulares de cocinado y acceso al recurso.

Presentación ante la comunidad y los distintos actores sociales que la protagonizan. Para que la presencia, sobre todo si es prolongada, sea aceptada, es importante confluir en los espacios públicos y procurar una presentación adecuada del proyecto de trabajo ante autoridades políticas, morales y tradicionales, haciendo énfasis en la definición de plazos de estancia y los objetivos del proyecto. A partir de esto será posible involucrar a otros actores e instituciones que operan en la zona más o menos de forma coordinada.

Identificar las características y requerimientos de cocinado locales y asegurarse de que la tecnología que se quiere difundir es compatible con estas necesidades. Esto es un estudio de mucha retroalimentación y observación que permite conocer las características del cocinado de acuerdo a la región y la forma en cómo utilizan los combustibles. Contribuye para la selección de modelos apropiados de estufas eficientes o la adaptación de los mismos.

Encontrar la tecnología apropiada para la cocción de los alimentos. En la actualidad hay muchas propuestas de tecnologías para la cocción de alimentos, sin embargo hay que tener especial cuidado en que las mismas respondan a los requerimientos de cocinados locales, al patrón social de uso energético y a las características culturales y geográficas de la población que se va a intervenir. Tomando interés especial en el sector que la utilizará y la manera en cómo se relaciona con el combustible.

Estudiar los roles por género en el suministro de leña. Este tema está planteado en los recientes trabajos de investigación sobre estufas (Troncoso, 2011) juega un papel importante pues el rol que juega el combustible tanto para hombres como para mujeres, es distinto y tiene consecuencias en un espacio social determinado.

Identificar a las personas activas y formar uno o varios Grupos de Personas Activas. La implementación de un programa de difusión de estufas no puede dejar de contemplar a los *trabajadores de la* comunidad para garantizar el éxito. Idealmente, debería ser el Estado el principal interesado en promover la implementación, sin embargo sus funciones las ha trasladado en muchos

aspectos a particulares y organizaciones. En el caso de las ONG's honestas y comprometidas, encontrar a los GAP es una tarea relativamente simple porque muchas veces se muestran solos durante el desarrollo del trabajo de base.

Realizar una prueba piloto del dispositivo a difundir. Es importante que antes de difundir una estufa eficiente, se pruebe primero en la casa de algún miembro del GAP y controlar su operación durante un tiempo significativo para analizar el comportamiento del usuario y el dispositivo. Que sea un miembro del GAP contribuye en que estos, por lo general, son referencia en su barrio o en la comunidad, y ello garantiza interacción constante con otras personas que pueden potencialmente adquirir el dispositivo.

Convocar una reunión informativa. Esta debe ser en la casa donde se encuentre funcionando la primera estufa eficiente. Se debe invitar a las personas convocadas a sensibilizarse sobre los problemas asociados al uso del fogón tradicional que las estufas contribuyen a disminuir.

De esta reunión se espera obtener una lista de personas interesadas en construir una estufa eficiente, empezando por el resto de miembros del GAP y acordar públicamente una fecha de construcción, misma que deberá ser confirmada unos días antes para prevenir cualquier posible eventualidad.

Construir las estufas eficientes acordadas. Tanto es importante que se evite construir una estufa eficiente a una persona que no está completamente convencida de querer una, como construir una estufa fuera de lo acordado violentando el orden que públicamente se adoptó. Si lo que se busca es que premie la confianza y la fraternidad, el respeto a lo colectivamente establecido es absolutamente importante.

Construir e interactuar. Es importante crear un espacio de confianza con quienes están colaborando en la construcción de la estufa. Frecuentemente hay personas que se integran a la construcción y que no estuvieron en las pláticas. Con ellos se puede reiniciar las labores de sensibilización apoyándose con quienes ya estuvieron en las reuniones demostrativas e invitarlos a que participen de la construcción. Es un buen momento para reforzar lo aprendido.

Acompañar al usuario durante los primeros días de uso. Esta experiencia considera que es clave para asegurarse de que la usuaria comprende perfectamente todos los aspectos de su funcionamiento y que cuente con asesoría en caso de encontrar algún obstáculo. Los momentos críticos

se han encontrado en el encendido de la estufa por primera vez, el primer mantenimiento y los primeros dos meses de operación.

Hay que poner especial énfasis en el tamaño y la cantidad de leña que requiere la nueva estufa así como en el tiempo que tarda en calentar el comal y la forma de encenderla. Pero si la tecnología es apropiada, entonces el usuario encontrará el camino en la interacción constante y sus dudas se pueden disipar en el acompañamiento.

Monitoreo. Es recomendable después de la etapa de acompañamiento inicial, repetirlo con una frecuencia no mayor a 6 meses. Durante estos monitoreos es importante que la usuaria sienta la confianza de externas sus dudas, inquietudes y la forma real en cómo ha operado el dispositivo.

No difundir dos modelos distintos de estufa eficiente. En principio porque es dudoso que dos modelos distintos satisfagan las necesidades de las usuarias de una misma comunidad, más si estos fueron diseñados en regiones con características distintas.

Capítulo 7

Conclusiones

En México existe mucha contribución al diseño de tecnologías apropiadas para el medio rural. En el caso de las estufas eficientes, hay ejemplares esfuerzos como los desarrollados por GIRA A. C. Empero todavía no se ha logrado entender cabalmente cuáles son los factores que contribuyen a la mejor adopción de una estufa eficiente y si los diseños actuales constituyen apropiadamente las tecnologías que deben de ser diseminadas a lo largo y ancho del territorio nacional, como actualmente se lleva a cabo a través de los programas gubernamentales, en función de su propia sustentabilidad; así mismo, hay muy pocos trabajos enfocados de manera particular en el estudio de los impactos derivados del uso sostenido de estas estufas.

Uno de los principales problemas es que la innovación tecnológica en el medio rural en México está centrada mayoritariamente en patrones de acumulación de capital, lo que vulnera sus efectos potencialmente progresivos. Innovar significa incrementar la fuerza social del trabajo, en condiciones impuestas por las relaciones de producción dominantes. Bajo el capitalismo las normas que definen cómo, cuándo, y para qué se innova son las leyes de acumulación.

A partir de eso, la compleja relación social existente entre la tecnología, los usuarios finales y el medio se diluye, puesto que imperan las funciones de producción que determinan qué tecnología, cómo y en dónde se implementa. El cambio tecnológico es un fenómeno social, porque está enteramente determinado por las características de sistema capitalista.

Muchos programas de estufas eficientes desarrollados por los distintos gobiernos y por una variedad muy amplia de ONG's están más orientados a encarecer el acceso a la tecnología rural tanto para los usuarios finales como para las entidades financiadoras, por la utilidad que les genera, modificando los materiales que la componen, proponiendo modelos que difícilmente serán aceptados por las comunidades, y justificando los cambios a través de variables no tan significativas para la población rural, que en verdad orientando sus esfuerzos a combatir los efectos negativos asociados al uso irracional de los recursos renovables, los problemas de salud por el uso del fogón abierto y los efectos que esto tiene en la economía de las personas del medio rural.

Esto se suma a que las funciones de producción determinan las deficiencias de un correcto programa de seguimiento y monitoreo, dejando a los usuarios de la tecnología a su suerte. Está completamente demostrado, tanto por la experiencia como por la investigación documental, que un usuario que desecha una innovación tecnológica no convencional, como las estufas eficientes, difícilmente volverá a tratar de adoptarla. Por lo que se considera a estas como tecnologías con un alto porcentaje de fracaso en tanto malos programas de operación y difusión y por los mismos objetivos de las entidades que deciden llevarlos a la práctica. Así, diariamente se *vacuna* a una gran cantidad de pobladores rurales contra las estufas eficientes, en particular.

En 1987 la comisión Brundtland de la ONU sustentó las tesis de que se puede alcanzar el bienestar social de los humanos en el planeta si: a) éste se administra democráticamente; b) la riqueza se distribuye equitativamente y, c) se crece económicamente explotando todavía más los ecosistemas sin afectar su sostenibilidad. Una condición necesaria, pero no suficiente, para alcanzar la sostenibilidad, es la utilización de tecnologías apropiadas.

Como en el caso del concepto de sostenibilidad, la noción de TA es en realidad una instrumento de trabajo: se parte de las características definitorias anteriores y se las aplica a situaciones concretas; en seguida se evalúa su cumplimiento y se redefine el concepto en, en virtud de las discrepancias entre teoría y realidad. De este modo puede resultar que tecnologías originalmente propuestas ni fueran apropiadas ni compatibles con un desarrollo sostenible.

En el caso de las estufas eficientes, consecuentemente no han sido diseñadas para responder a necesidades sentidas por la gente y responden más bien a las visiones de los diseñadores e implementadores, preocupados por los problemas ambientales y la salud de la población rural dentro del marco del desarrollo sostenible. Las tecnologías apropiadas apoyan un desarrollo sostenible en la medida en que tomen en cuenta los aspectos económicos, ecológicos y sociales a largo plazo, y traten de representar una mejora sustancial en la vida de los individuos, procurando estar en armonía con los aspectos culturales y ambientales que los rodean (Díaz-Jiménez, 2002; Chambers, 1993; Aguilar, 1990).

La estufa eficiente modelo Xalpaneca demostró ser una tecnología apropiada para Xalpatláhuac, Guerrero, misma que puede ser aplicada una gran variedad de comunidades de la zona y la región con similares características, como lo demuestran los resultados obtenidos en las comunidades

piloto, donde también se implementó el programa de difusión de este modelo de estufa eficiente, y coadyuvando así al desarrollo sostenible de dichas comunidades.

La importancia de que sea apropiada, radica en que es simple, se apega a las necesidades básicas de los usuarios, respeta las culturas locales, emplea en la medida de lo posible materiales y mano de obra locales, usa los recursos de forma racional y renovable y reconoce la tradición tecnológica de los habitantes rurales (Aguilar, 1990). El resultado es una estufa eficiente que recoge las necesidades de los usuarios y que se construye al 100% con materiales que existen en la comunidad. Se trata de una tecnología que puede ser construida utilizando tradiciones del trabajo colectivo arraigadas en la población por varios siglos, como el *brazo vuelta*. Que puede ser manejada por las mujeres del pueblo desde la construcción del dispositivo, y que combina los conocimientos arraigados en las cocinas de los pueblos para el quehacer diario y el mantenimiento del mismo, como el uso del nejayote con ceniza.

Al día de hoy, las principales inquietudes de las usuarias respecto a esta estufa eficiente, están recargadas en los aspectos estéticos y de operación, producto del diseño interior de su cocina, y no por un mal funcionamiento de su dispositivo, llegando a la conclusión de sentirse bien con su dispositivo (70%) y utilizarla para las principales tareas de cocinado (nixtamalización, hacer tortillas, calentar agua). En el caso de tener que volver a construirlas, el 100% dijo sabe quién recurrir en caso de tener que volver a hacer su dispositivo. Mientras que el 81% dijo sentirse muy seguras de poder volver a construirla. Sin embargo, la presencia de base que desarrolla el organismo promotor, la BMACM, ha generado una alta dependencia de la población para poder construir nuevamente sus estufas, imposibilitando la existencia de organismos autónomos de construcción de estufas eficientes, pese a que dentro de los Grupo Activos de Personas se tienen los conocimientos para este desarrollo.

Fue posible observar que con el paso del tiempo el proceso de construcción se olvida. Es necesario hacer mayor hincapié en el mismo y en las técnicas de capacitación, así como en la proliferación de manuales gráficos o videográficos para garantizar que una usuaria de más de tres años de utilización de estufa eficiente pueda volver a edificarla.

Es importante resaltar que una vez que la tecnología se ha adoptado y se usa de forma sostenida, el mantenimiento y las condiciones del dispositivo son más frecuentes y mejores (el 52% del total de estufas en buenas condiciones, corresponde al periodo de construcción de 2010). El moti-

vo por el que se perdieron algunas estufas a lo largo de los años, no fue debido a su funcionamiento, sino a otros factores ligados al desarrollo de las relaciones sociales de la comunidad o a necesidades de ampliación de espacios.

La eficiencia energética del dispositivo es algo que constantemente estuvo en duda, debido a que se ha considerado como una aproximación a la estufa Patsari y en función de ello se han tomado como base sus estudios técnicos. Las usuarias de la estufa Xalpaneca disiparon estas dudas cuando se les preguntó cuánto percibían de ahorro de combustible. La cifra osciló entre un 60% y 65% para las usuarias de más de 2 años y entre 50% y 60% para las usuarias de 1 a 2 años. Para las usuarias de menos de un año, la respuesta constantemente es “antes usaba 10 leños, ahora uso 5 o 6”.

En definitiva, este proceso de adopción, asimilación y uso sostenido de la tecnología, también va incrementando las habilidades en el manejo del combustible y de la tecnología conforme pasa el tiempo, lo que permite a las usuarias incorporar nuevas utilidades a su dispositivo y aprovechar al máximo los combustibles. Como nota importante, se evitó la mayoría de ocasiones, informar a la usuaria del porcentaje de leña que se estimaba podría ahorrar, por lo que las cifras expuestas por ellas son una manifestación auténtica de un proceso de comprensión y del impacto que el dispositivo ha tenido en su vida diaria y que además perciben. Es esta característica la principal motivación de las usuarias de esta comunidad de la Montaña Alta de Guerrero para adquirir el dispositivo y preservarlo, es decir, una motivación económica.

Si bien Xalpatláhuac es un municipio evaluado con altos niveles de marginación y pobreza, los más pobres entre los pobres no han accedido totalmente a esta tecnología, por lo cual se concluye que el nivel socioeconómico es una barrera importante. Debido a que los pobres se encuentran en la urgencia por conseguir satisfactores básicos para sobrevivir, el valor relativo del consumo presente respecto al consumo futuro es muy grande. Los pobres están dispuestos a enfrentar altos riesgos ambientales, (como quedarse sin bosques), por resolver sus necesidades día a día. (Guevara, 2003). Entonces los más pobres son los más necesitados porque no tienen otras opciones y a la vez los que más se beneficiarían del ahorro de combustible por su falta de acceso a la tierra. Es necesario por tanto, crear estrategias que faciliten la adquisición de esta tecnología para evitar que la pobreza continúe siendo una barrera a la adopción. Hay que tomar en cuenta que las circunstancias individuales definen no sólo la capacidad de una persona de adquirir un bien, sino su capacidad de asumir el riesgo de probar algo nuevo. Este riesgo se puede medir en términos eco-

nómicos, en el caso de aquellas usuarias que tuvieron que pagar por sus EE, pero también en términos del tiempo que debe emplear para aprender a usar la nueva tecnología. Como se dijo anteriormente, esta barrera es únicamente en la toma de decisión inicial de la usuaria porque una vez que esta acepta instalar una EE, la pobreza deja de ser un factor que dificulta la adopción.

La pobreza es una barrera económica ligada directamente a la capacidad de una persona de adquirir un bien, y pobreza también es una barrera cultural que determina la manera en que esta persona percibe un cambio en su vida, y la capacidad que tiene de asumir el riesgo de probar algo nuevo. En general, la comunidad de Xalpatláhuac, que pertenece a los 10 municipios más pobres del país, refuerza esta idea. Por lo que hay que desarrollar estrategias que incluyan a las mujeres más pobres y aprovechar los recursos que se puedan gestionar de entidades financiadoras para cubrir estos objetivos.

Por lo que los resultados arrojan, se concluye que de haber contado este programa con financiamiento directo de parte de alguna entidad gubernamental u organismo enfocado a estas tareas, las metas alcanzadas en términos de una masas crítica de usuarios de la estufa eficiente podría representar entre 5 o 6 veces las cifras actuales, con un uso sostenido.

Con la experiencia realizada se reafirma que el cambio tecnológico, en principio, debe ser un proceso de mucha interacción y retroalimentación entre los usuarios finales, quien desarrolla la tecnología y el medio que los rodea. El conocimiento del medio resultó fundamental. Durante la intervención se desarrollaron una gama muy amplia de actividades que permitieron profundizar la información de lugar, de sus actores y la relación que estos tienen entre sí; adentrarse a la realidad de las tradiciones y costumbres asociadas a la riqueza cultural de este pueblo y a la manera en cómo han logrado sobrevivir con el paso de los años fue fundamental. Demostrándose que la gran variedad de tradiciones, tiene una componente directa en la utilización de los combustibles leñosos no solamente ligados al rito o celebración en sí, sino a la convivencia, el esparcimiento y el intercambio entre las personas que las llevan a cabo.

En el proceso de diseño y adopción de tecnología, se concluye también que es fundamental conocer a los potenciales usuarios para poder identificar si sus necesidades y posibilidades están siendo tomadas en cuenta. Para aprender de los posibles usuarios así como para entender la manera en la que toman sus decisiones, es necesario estudiar cómo es que cada uno de los actores

involucrados en el proceso lo conciben, y cómo es que esta concepción influye en la manera en que se da el proceso desde la formulación de una idea hasta su adopción (Troncoso, 2006).

Es importante estos factores en comunidades como Xalpatláhuac, porque como se documenta a lo largo de este trabajo, el cambio de la ubicación de la cocina es común, y una vez que el dispositivo sea derribado debe ser posible volver a construirlo en cualquier otro sitio sin que esto represente un costo elevado ni difíciles procesos de construcción. A lo largo de la investigación se demostró que fue posible.

De esta forma, es posible aprender del cúmulo de experiencias que poseen los usuarios finales en el manejo de su propia tecnología, en el reconocimiento de su tradición tecnológica, y en función de ello innovar. Los efectos de estos procesos de aprendizaje han dado como resultado la progresiva disminución de los costos de producción y del precio de los productos, contrapuesto a lo que se esperaría únicamente considerando las funciones de producción.

Gracias a esto se pudo establecer una tecnología económica y de fácil acceso por todos los pobladores de una comunidad sin acrecentar la brecha entre los muy pobres y los que tienen un poco más e incorporando elementos de alto impacto y beneficio para las personas que la utilizan, como la chimenea para la salida de los gases producto de la combustión o los comales secundarios que le otorga mayor versatilidad al dispositivo. La estufa Xalpaneca es altamente económica, puesto que su manufactura, una vez considerados los elementos que serán rechazados, asciende a los \$175.00, tomando en cuenta que los principales costos están asociados al cemento y la tubería para expulsión del humo fuera de la cocina. En algunas experiencias, esta tubería pudo ser reemplazada por láminas de metal sin repercutir en el efecto *tiro de chimenea*, lo que redujo el costo de la estufa a \$50.00.

Pero la anterior pasa necesariamente por reconocer en el campesino, en el indígena, no a objetos de asistencia social, sino a sujetos con tradiciones y conocimientos que los colocan como actores fundamentales de su propio proceso de transformación. Pues el desarrollo comunitario no puede venir ni de arriba ni de abajo, sino del seno de la propia comunidad organizada y consciente que identifica sus problemáticas y trabaja colectivamente para resolverlas. Es el problema de la construcción del sujeto.

Las innovaciones tecnológicas deben permitir organizar de forma democrática e incluyente a los usuarios de la tecnología, a los habitantes de la comunidad, no para modernizarlos o adaptarlos

según las necesidades del modelo capitalista, sino para contraponerlos a partir de la crítica y la acción solidaria en la perspectiva de un cambio social radical.

La idea de implementar las estufas eficientes de leña en la comunidad de Xalpatláhuac no es legítima de estos pobladores ni de ninguna otra comunidad de la región, sino que surge de distintas iniciativas de gobiernos, instituciones y organismos preocupados por el problema de la oferta, la demanda y el acceso al bosque, por los problemas de salud asociados al uso de los combustibles leñosos, por el cambio climático y sus repercusiones en el planeta. Sin embargo, el reconocimiento de la tradición tecnológica de la comunidad, marca claramente que tampoco estaban alejados de estas preocupaciones.

La tecnología surgió como el factor mediador entre los seres humanos y su relación con el mundo exterior, material. Pero al actuar sobre ese mundo material, la humanidad no sólo lo transforma para sus propios fines útiles, sino que también realiza, inevitablemente, un acto de autotransformación y autorrealización. Esta autotransformación hoy es perceptible en Xalpatláhuac donde la comunidad está más interesada en reconstruir su tejido social y colaborar colectivamente en la resolución de los problemas que les afectan.

Debemos dejar de lado de forma definitiva que la tecnología es sólo un instrumento, procedimiento, método o idea que nos permite resolver un problema, sin vincular los métodos ni los problemas, ni a la tecnología misma, en un cúmulo de relaciones sociales constantemente interactuando.

Se concluye también que en la conformación de los programas de difusión, el establecimiento Grupos de Personas Activas es crucial pues estos *trabajadores de la comunidad* son el punto de conexión entre la comunidad y quienes están interviniendo en ella, y rápidamente, por su dinámica propia, son quienes asumirán las labores que asimilen como más adecuadas y productivas para el desarrollo de su comunidad. En estos grupos descansan las posibilidades de éxito de muchas propuestas de intervención porque son quienes las llevarán a cabo de manera sostenida, a lo largo del tiempo.

En el éxito de los GAP los miembros de la comunidad llegan constantemente a conocer la innovación y percibirla como algo útil en la medida en que su nivel de utilidad está en función de un problema que detectan y comprenden. Gracias a esto el proceso de difusión se volvió autosuficiente alcanzando una masa crítica de usuarios. En este contexto, el proceso social se vuelve tanto

o más importante que la tecnología en si misma, ya que de este depende en última instancia, el éxito o el fracaso de un programa de difusión en sintonía con lo planteado por Rogers (2003).

Constantemente se comparó con las usuarias algunos argumentos elaborados por otros programas de estufas para justificar la migración de tecnologías o las modificaciones de materiales. Al inicio de los trabajos con su estufa eficiente, se les preguntó sobre si es un problema que tuvieran que esperar a que su dispositivo secase debido a que se hace una mezcla de lodo, arena y cemento que seca de entre 2 a 3 días. En su gran mayoría aportaban una respuesta similar: “si hemos trabajado con los fogones durante tantos años, que no podamos seguir usándolos unos días más mientras termina de secar nuestra estufa sería ridículo”.

La interacción continua permitió distinguir y concluir que en esta comunidad no hay un aprecio tan grande a la cocina como, según otros programas de estufas, existe en otras regiones del país, puesto que aquí las personas no le otorgan el carácter de espacio de convivencia familiar, sino de producción, y también que lo que menos le interesa a una usuaria es que la tecnología sea bonita o no, sino que ayude a enfrentar de forma efectiva sus problemas de ahorro de leña.

Una vez implementada la tecnología, desarrolladas las etapas de construcción y monitoreo, es importante ver que el tipo de modificaciones hechas a la estufa es constante respecto a la entrada de leña, pero no así en el resto del dispositivo. Se puede afirmar que la estufa satisface en gran medida las necesidades de las usuarias y se han adaptado a ella.

Es importante observar que aún existen los fogones o *tenamasteme*, pero que va disminuyendo su frecuencia de uso para las tareas de cocinado en el hogar conforme pasa el tiempo, y la estufa eficiente va desarrollando cada vez más actividades que las usuarias realizaban en los fogones. Sin embargo, se puede anticipar que el uso de los fogones no va a desaparecer, porque no sólo la estufa no logra satisfacer algunas otras necesidades, como la calefacción en las temporadas frías, sino que ninguna estufa eficiente podrá reemplazar la importancia de la convivencia y la interacción entre las mujeres de la comunidad y la familia asociadas a la riqueza cultural de estos pueblos y a las faenas colectivas.

Para el caso de las estufas que ya han sido destruidas y que no se pudieron volver a concretar nuevas estufas por parte de las usuarias debido a lo ya expuesto en la investigación, es importante hacer notar que existe un proceso de adopción de innovaciones y apropiación de la tecnología, pues las que volvieron a construir su fogón en Xalpatláhuac, hicieron uno cerrado, tipo U, y le adi-

cionaron la chimenea y en algunos casos el comal secundario. Estas herramientas ya están consideradas como parte de su vida cotidiana y como elementos que no pueden faltar en las estufas de sus casas. Esto concuerda con lo planteado por Chambers (1993) en el sentido de que se van incorporando aquellos elementos de la innovación que les interesan.

En la experiencia con los grupos pilotos de Zacatipa, queda de manifiesto que la utilización de la estufa Xalpaneca puede contribuir a un periodo de transición hacia una tecnología más eficiente en términos energéticos, y que esto debería ser aprovechado por los diseñadores de tecnología. Sin embargo, también, como ocurre en Xalpatláhuac, la usuaria podría seguir utilizando su misma estufa eficiente Xalpaneca a lo largo del tiempo sin necesidad de migrar a otro dispositivo.

El proceso de adopción de una tecnología no termina cuando el usuario acepta adoptarla. Es necesario dar seguimiento a la innovación para verificar que los aspectos para los que fue diseñada sigan funcionando de manera óptima. Sólo cuando el usuario se vuelve independiente en el manejo y mantenimiento de una nueva tecnología se puede decir que ésta ya fue adoptada.

Por otro lado, no se puede escapar documentar que los resultados son también un esfuerzo de la entidad promotora de la tecnología. El éxito que ha tenido el programa de implementación de estufas eficientes se debe también al enfoque multidisciplinario de penetración que contribuye en poner a disposición estrategias de todo tipo para trabajar en distintos sectores de la población, sensibilizar, recuperar información y confluir todos los esfuerzos en uno solo: la participación y la organización comunitaria.

Después de este proceso de intervención, ni la comunidad, ni la entidad que intervino volvieron a ser los mismos. Hay un proceso profundo de aprendizaje que está en retroalimentación constante. Para la entidad que venimos interviniendo, el trabajo de base en una comunidad es un capital social de la organización que permite acceder más fácilmente a la estructura organizativa de la comunidad. Así mismo, el trabajo previo, permite sentar las bases de confianza para anidar cualquier tipo de proyecto.

Lo que aquí se expuso fue el resultado de un proceso de implementación de una innovación tecnológica que partió del conocimiento de las relaciones sociales al interior de una comunidad; de aprender para poder desarrollar un modelo de estufa eficiente acorde a las necesidades de los usuarios. El resultado fue una estufa eficiente ampliamente difundida en la comunidad, con amplios beneficios asociados, que reconoce la tradición tecnológica y cultural del pueblo, que es al-

tamente económica y que arrojó una compleja maquinaria de organización que definirá un rol muy importante para el futuro de este pueblo.

En función de esto, es que se puede concluir que la estufa eficiente modelo Xalpaneca es una tecnología apropiada para la Xalpatláhuac y para la Montaña de Guerrero pues ha cumplido con ser simple, fabricarse con materiales y mano de obra locales, reconocer la tradición tecnológica y cultural de estos pueblos y ser altamente económica, además que ha probado su adopción y uso sostenido.

En el caso de la tecnología implementada, esta puede ser vista como una herramienta de transición si es que se quiere avanzar, en un tiempo futuro, hacia una tecnología más eficiente en términos energéticos. Pero también podría seguir como su estufa eficiente definitiva sin necesidad de migrar a otro dispositivo.

En el caso del proceso social, una vez comprendida la interacción entre los usuarios, las personas activas, el medio y los promotores de la tecnología para llevar a cabo la compleja tarea de la implementación tecnológica, se concluye que esta, la innovación tecnológica, queda de lado porque el proceso mismo se vuelve más importante, pues en él descansan las fuerzas que pueden transformar el futuro de la comunidad.

Referencias

- Acosta**, F. 1993. Mujeres jefes de hogar y bienestar familiar en México. International Center for Research on Women y The Population Council, Mimeo, México.
- Aguilar**, M. 1990. Tecnologías Apropriadas ¿Para qué? ¿Para quién? Grupo de Estudios Ambientales. México, D.F.
- Ahmed**, K. Awe, Y. Barnes, D.F. Cropper, M.L. Kojima, M. 2005. Environmental Health and Traditional Fuel Use in Guatemala. Energy Sector Management Assistance Program. World Bank.
- Ahuja**, D. 1990. Research Needs for Improving Biofuel Burning Cookstove Technologies. Foro de Recursos Naturales (Mayo) pp. 125-134.
- Anderson**, D., Fishwick, R., 1984. Fuelwood consumption and deforestation in African countries. Staff Working Paper 704. World Bank, Washington DC.
- Ander-Egg**, E. 1984. Investigación y Diagnóstico de Trabajo Social. Editorial Hvmantitas Argentina.
- Ander-Egg**, E. 1990. Repensando la investigación-acción participativa. Comentarios, críticas y sugerencias, Dirección de Bienestar Social, Gobierno Vasco, Vitoria-Gasteiz.
- Annecke**, W.J. 2003. One man one megawatt, one woman one candle: Women, gender and energy in South Africa, with a focus on research, tesis de doctorado, Universidad de Natal, Sudáfrica.
- Arméndariz**, C., P. Serrano, O. Masera. 2008. Indoor air pollution in rural Mexico. A case study. Por publicarse.
- Arnold**, M., G. Köhlin, R. Persson y G. Shepherd, 2003. —Fuelwood Revisited: What Has Changed in the Last Decade? Occasional Paper No. 39. Bogor Barat, Indonesia: Center for International Forestry Research (CIFOR).
- Barnes**, D., Openshaw K., Smith K.R., y Van der Plas R. 1994. What Makes People Cook With Improved Biomass Stoves? A Comparative International Review of Stove Programs. World Bank technical paper, no. 242. Energy series. Washington: World Bank.

- Bates, L., N. Bruce, D. Theuri, H. Owalla, P. Amatya, M.B. Malla y A. Hood.** 2005. What should we be doing about kitchen smoke? En: Energy for Sustainable Development, Marzo 2005 IEI, India.
- Becker, C. y E. Ostrom.** 1995. Ecología humana y sustentabilidad en los recursos. La importancia de la diversidad institucional Revisión Anual de Sistemas Ecológicos 26: 113-33.
- Beltrán, M.** 2000. Perspectivas sociales y conocimiento. Anthropos Editorial. Barcelona. 190 pp.
- Berrueta, V.,** 2007. Evaluación energética del desempeño de dispositivos para la cocción con leña. PhD Thesis. UNAM, México DF.
- Blauert, J. y S. Zadek.** 1999. Mediación para la sustentabilidad. México: Plaza y Valdés.
- Boserup, E.** 1981. Population and Technology, Oxford: Basil Blackwell.
- Boserup, E.** 1989. Population, the Status of Women, and Rural Development. Population and Development Review. P 45-60.
- Buck, A.J., van Rijn I., Röling N.G. y Wossink, G.A.** 2001. Farmers' reasons for changing or not changing to more sustainable practices: an exploratory study of arable farming in the Netherlands. The Journal of Agricultural Education and Extension. Vol 7, No. 3.
- Castillo, A.** 1999. La educación ambiental y las instituciones de investigación ecológica: hacia una ciencia con responsabilidad social. Tópicos en Educación Ambiental 1(1): 35-46.
- CDI,** 2009. Informe anual de actividades. México.
- CDI,** 2011. Índices de marginación y rezago social. México.
- CEC,** 1985. Dossier: La Crise du Bois de Feu. Le Courier 95. Commission of European Communities, Brussels.
- Chambers, R.** 1984. Short cut methods in social information gathering for rural development projects. En M. M. Cornea, ed., putting people first 1991. Sociological variables in development projects. Oxford University Press, New York. 515-537 pp.
- Chambers, R., A. Pacey, y L.A. Thrupp.** 1993. Farmer First. Farmer innovation and agricultural research. London: Intermediate Technology Publications.

- Clarke, R.** 1985. Wood-Stove Dissemination. Proceedings of Conference held at Wolfheze, The Netherlands.
- De Montalambert, M., Clement, J.,** 1983. Fuelwood Supplies in the Developing Countries. Forestry Paper 42. Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations (UN), Rome.
- Dehouve, D.** 1975. El tequio de los santos y la competencia entre los mercaderes. Instituto Nacional Indigenista, Secretaría de Educación Pública. México.
- Delgado, J. M. y Gutiérrez.** 1999. Métodos y técnicas cualitativas de investigación en ciencias sociales. Ed. Síntesis. España. 53-68 pp.
- Deweese, P.,** 1989. The Woodfuel Crisis Reconsidered: Observations on the Dynamics of Abundance and Scarcity. *World Development* 17(8), 1159-1172.
- Díaz-Jiménez, R.** 2000. Consumo de leña en el sector residencial de México. Evolución histórica y emisiones de CO₂. Tesis de Maestría en Ingeniería. UNAM. México, D.F.
- Díaz-Jiménez, R.** 2002. —Difusión de tecnología apropiada en el México rural, el caso de la estufa lorena en: *Revista Solar* núm. 45, abril. México.
- Díaz-Jiménez, R. y O. Masera.** 2000. Estufas eficientes de leña. Metodología para planear programas de difusión y monitoreo. Pátzcuaro, Mich.: GIRA-ORCA.
- Doorman F., F. Miranda; C. de Nie; J. Ooijens; L.Ovares; C. Ramírez; C. Sáenz y E. Sancho.** 1991. La metodología del diagnóstico en el enfoque "Investigación adaptativa" Costa Rica. 306 PP.
- Dutt, G., J Navia, y C. Sheinbaum.** 1989. "Cheranátzicurin: tecnología apropiada para cocinar con leña". *Ciencias*, No. 15, pp. 43-47.
- Eckholm, E., Foley, G., Barnard, G., Timberlake, L.,** 1984. Fuelwood: the energy crisis that won't go away. International Institute for Environment and Development, London and Washington DC.
- Eckholm, E.,** 1975. The Other Energy Crisis: Firewood. Worldwatch Paper 1. Worldwatch Institute, Washington DC.

- EIX**, 2009. Encuesta inicial, Xalpatláhuac, Guerrero. Brigada de Alfabetización 2009-2010. México.
- Escalada Mercedes**, Silvia Fernández Soto, María Pilar Fuentes, otros. 2011. El diagnóstico Social. Proceso de conocimiento e Intervención profesional. Editorial Espacio Buenos Aires.
- Ezzati M**, Saleh H, Kammen D.M. (2000) The contributions of emissions and spatial microenvironments to exposure to indoor air pollution from biomass combustion in Kenya. *Environmental Health Perspectives*, 108, 833-839.
- Fals**, O. 1964. Desarrollo y perspectivas de la sociología rural en Colombia y América latina. Iqueima. Bogotá, Colombia. pp. 153-172.
- FAO**, 1978. Forestry for local community development. Forestry Paper 7. Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations (UN), Rome.
- FAO**. 1981. Map of the fuelwood situation in the developing countries. Unasylva Supplement. Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations (UN), Rome.
- FAO**. 2002. Wood energy. Unasylva 211, Vol. 53, 60pp. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).
- Feenstra**, M. 2002. Towards a gender-aware energy policy; a case study from South Africa and Uganda, Tesis de Maestría, Facultad de Administracion Pública, Universidad de Twente, Enschede, Holanda.
- Fernández**, B. 1990. Pobreza femenina: una violencia desde la división sexual del trabajo. En Violencia y sociedad patriarcal. Virginia Maquieira y Cristina Sánchez (comps.) Editorial Fabio Iglesias. Madrid.
- Foley**, G., 1987. Exaggerating the Sahelian woodfuel problem? *AMBIO* 16(6), 367-371.
- Follari**, Roberto, Hernández, Jeannette, Sánchez, Peralta, F. 1984. Trabajo en comunidad. Análisis y perspectivas. Editorial Hvmánitas, buenos Aires. p 112
- Freire**, P. 1973. ¿Extensión o comunicación. México: Siglo Veintiuno.
- GIRA-CIECO**. 2004. La Estufa Patsari: Manual de construcción.

- Goldemberg, J.** 2000. Rural Energy in Developing Countries en World Energy Assessment, Chapter 10, p380, (Brasil), publicado por UNDP. UNDESA,WEC.
- Gomezjara, F.** 1996. Técnicas de desarrollo comunitario. Ed. Fontamara. México.
- Gómez de León, J. y Parker, S.** 1999. Bienestar y jefatura femenina en los hogares mexicanos. Ed. Mimeo, progres, México.
- Guevara, A.** 2003. Pobreza y Medio Ambiente en México. SEMARNAT, INE, Universidad Iberoamericana.
- Guzmán, G., A. Alonso, Y. Pouliquen y E. Sevilla.** 1994. Las metodologías participativas de investigación: el aporte al desarrollo local endógeno, Instituto de Sociología y Estudios Campesinos, ETSIAM, Córdoba.
- Hardin, G.** 1968. The Tragedy of the Commons. Science, vol.162.
- Heltberg, R.** 2004. Fuel switching: evidence from eight developing countries. Energy Economics 26. 869-887 pp.
- Hernández R. S., C. Fernández y P. Bautista.** 2006. Metodología de la Investigación. México. 850 pp.
- IEA,** 2006. Energy for cooking in developing countries, in: OECD/IEA (Ed.), World Energy Outlook 2006. International Energy Agency (IEA), Paris, pp. 419-445.
- INEGI.** 2000. XII Censo General de Población y Vivienda, 2000. Datos Tabulados Básicos e Integración Territorial por localidad (Iter). México D.F.: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI).
- INEGI.** 2005. Censo de población y vivienda. Xalpatláhuac Guerrero. México. Consultado el 19 de septiembre de 2009.
- INEGI.** 2005. Cuéntame. Guerrero - Flora y fauna. México.
- INEGI.** 2005. Guerrero. Mapa de Elevaciones Principales. Consultado el 21 de agosto de 2009.
- INEGI.** 2005. Aspectos geográficos de Guerrero. Temperatura Media Anual (Grados Centígrados). Consultado el 21 de noviembre de 2009.

- Johnson, M.;** R. Edwards, C. Alatorre y O. Masera. 2008. In-field greenhouse gas emissions from cookstoves in rural Mexican households. En: *Atmospheric Environment* 42 (6), 1206-1222.
- Johnson, M.,** R. Edwards, A.Ghilardi, V. Berrueta, D. Gillen, C. Alatorre y O. Masera. 2009. Quantification of Carbon Savings from Improved Biomass Cookstove Projects. En: *Environmental Science & Technology* 43 (7), 2456–2462. <http://tinyurl.com/qcsibcp>.
- Johnson, T.,** C. Alatorre, Z. Romo y F. Liu. 2009. Low-Carbon Development for Mexico. Banco Mundial. <http://tiny.cc/lcdm>. Versión en español en: <http://tiny.cc/medec>.
- Kamweti, D.M.,** 1984. Fuelwood in Eastern Africa: Present Situation and Prospects. FAO, Rome.
- Khamati-Njenga, B. y J. Clancy.** 2005. —Concepts and issues in gender and energy, en: *Energia*
- Khosla, A.** 1985. A delivery system for appropriate technologies. En *Wood-Stove Dissemination*. Robin Clarke (ed.). Intermediate Technology Publications. Londres.
- Klooster, D. y O. Masera.** 2000. Community forest management in Mexico: carbon mitigation and biodiversity conservation through rural development. *Global Environmental Change* 10 (2000) 60-272.
- Lammerik, M. P.** 1998. "Community managed rural water supply: experiences from participatory action research en Kenya, Cameroon, Nepal, Pakistan, Guatemala and Colombia", en *Community Development Journal*, vol. 33, nº 4, pp. 342-352.
- Lazos, E. y L. Paré.** 2000. Miradas indígenas sobre una naturaleza entristecida. Percepciones del deterioro ambiental entre nahuas del sur de Veracruz. Plaza y Valdés e Instituto de Investigaciones Sociales. México.
- Leach, G.** 1992. The energy transition. *Energy Policy* 20 (2), 116-123 pp.
- Leach, G.,** Mearns, R., 1988. *Beyond the Woodfuel Crisis: People, Land and Trees in Africa*. Earthscan Publications Limited, London.
- Lillo Herranz, Nieves / Roselló Nadal, Elena.** 2001. Manual para el trabajo social comunitario Editorial Narcea Ediciones. Madrid.

- López, J.A.** y Sánchez, J.M. 2001. Ciencia, Tecnología, Sociedad y Cultura en el cambio de siglo. Biblioteca Nueva, Madrid.
- Mandel, Ernest.** 1978. El capitalismo tardío, ERA, México.
- Martínez, M. A.,** Ciencia y tecnología para una comunidad rural. Revista mexicana de Física, UNAM. México
- Marx, Carlos.** 1982. Progreso técnico y desarrollo capitalista. Manuscritos 1861-1868, Cuadernos de Pasado y Presente, n 93, México.
- Marx, Carlos.** 1984. Cuaderno tecnológico-histórico, UAP, Puebla.
- Marx, Carlos.** 1973. El Capital, *tomo 1*, sección 4ta, Fondo de Cultura Económica, México.
- Masera, O.** 1990. Sustainable Energy Scenarios for Rural Mexico: An Integrated Evaluation Framework for Cooking Stoves. M. Sc. Thesis, Energy & Resources Group, U.C. Berkeley.
- Masera, O.** 1993. Sustainable Fuelwood Use in Rural Mexico, Volume I: Current Patterns of Resource Use. Report #LBL-34634, Energy and Environment Division, Lawrence Berkeley Laboratory, Universidad de California, Berkeley, California.
- Masera, O.** 1994. Socioeconomic and environmental implications of fuelwood use dynamics and fuel switching in rural México. Tesis de doctorado. University of California, Berkeley, USA.
- Masera, O.** 1996. Deforestación y degradación forestal en México. Documentos de trabajo N°19, Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiaada (GIRA A.C.), Pátzcuaro, México.
- Masera, O.** y J. Navia. 1997. Fuel Switching or multiple cooking fuels? Understanding inter-fuel substitution Patterns in rural Mexican Households. En: Biomass and Bioenergy Vol. 12 No. 5 pp. 347-361 Inglaterra.
- Masera, O.R., M. Astier,** y S. López-Ridaura, 1999. Sustentabilidad y manejo de recursos naturales. El marco de evaluación MESMIS. Instituto de Ecología, GIRA A.C., México.
- Masera, O., B. Saatkamp** y D. Kammen. 2000. —From Linear Fuel Switching to Multiple Cooking Strategies: a Critique and Alternative to the Energy Ladder Model . En: World development, v. 28. Londres.

- Masera, O., R. Díaz-Jiménez, y V. Berrueta,.** 2005. From Cookstoves to cooking systems: the integrated program on sustainable household energy use in Mexico. *Energy for Sustainable Development*. Volume IX, No. 1.
- Masera, O., R. Edwards, C. Armendáriz, V. Berrueta, M. Johnson, L. Rojas, H. Riojas-Rodríguez y K. R. Smith.** 2007. Impact of Patsari improved stoves on indoor air quality in Michoacán, México.
- Merino, L. (coord.).** 1997. El manejo forestal comunitario en México y sus perspectivas de sustentabilidad. UNAM, SEMARNAP, CMSS, WRI. México.
- Muth, R. y John C. Hendee.** 1980. Technology Transfer and Human Behavior. *Journal of Forestry*, LXXVIII No 3, 141-44.
- Nieto, M.** 1999. Las Modalidades del aprendizaje tecnológico en las empresas. *Revista Madrid*. España Núm 4:3.
- Openshaw, K.,** 1980. Woodfuels: A Time for Reassessment, in: Smil, V., Knowland, E. (Eds.), *Energy in the Developing World*. Oxford University Press, Oxford, UK, pp. 72-86.
- Ostrom, E.** 1990. *Governing the Commons. The Evolution of Institutions for Collective Action*. Cambridge University Press.
- Ostrom, E.** 1999. Self-governance and forest resources. Center for International Forestry Research. Bogor, Indonesia.
- Overdijk, M. y W. van Digglen.** Technology Appropriation in Face-to-Face Collaborative Learning. En Tomadaki, E y P. Scott (Eds.) 2006: *Innovative Approaches for Learning and Knowledge Sharing*, EC-TEL 2006 Workshops Proceedings, ISSN 1613-0073. 89-96 pp.
- PESA-GSH.** 2009. Informe final de la evaluación externa del impacto de los componentes: capacitación y asistencia técnica. México.
- Provencio, E. y J. Carabias.** 1992. El enfoque del desarrollo sustentable. Una nota introductoria en *Problemas del desarrollo* Vol. XXIII No. 91. México.

- Redman**, Ch., Grove, J.M., y Kuby L. 2004. Integrating Social Science into the Long-Term Ecological Research (LTER) Network: Social Dimensions of Ecological Change and Ecological Dimensions of Social Change. En *Ecosystems* #7 EUA.
- Rivoredo**, G.,C., Di Silvestre, N. De Zepeda y T. Monardes. 2005. Evaluación ex-ante de tecnologías con base a criterios de adopción potencial e impacto microregional. RIMISP. Santiago de Chile.
- Rogers**, E.M. 2003. *Diffusion of innovations*. New York: Free Press.
- Rogers, E.M. y D.L. Kincaid. 1981. *Communication Networks: A New Paradigm for Research*. New York: Free Press.
- Roling**, N. 1988. *Extension Science*. Cambridge, UK: Cambridge University
- Saatkamp**, B., O. Maser y D. Kammen. 2000. Energy and health transitions in development: fuel use, stove technology, and morbidity in Jarácuaro, México. En: *Energy for Sustainable Development* Vol. IV No. 2 USA.
- Salado**, J. 2002. Aprendizaje tecnológico en la cultura empresarial. *Cultura, Estadística y Geografía*, INEGI, México, Num 17 pp 73-78.
- Salles**, V. y R. Tuirán. 2000. La pobreza y su feminización: rutas para su comprensión. En: *Investigación Social Rural. Buscando huellas en la arena*. Quintana D.R. y Paré L. (coords.). Plaza y Valdés. México.
- Sánchez Vidal**, y Musitu Alpio, Ochoa Gonzalo. 1996. *Intervención comunitaria: aspectos científicos, técnicos y valorativos*. Editorial EUB. Barcelona.
- Saxe**. J. 1975. Etiología de la patología revolucionaria y profilaxis contrarrevolucionaria. *Rev. Mex. De Ciencias Políticas y Sociales*, UNAM. No. 81. pp 99-130.
- Schenk-Sandbergen**, L. 1991. Women and cooking technology: the vicissitudes of improved stove projects in rural Gujarat. En *Managing Rural Development*. Streefkerk H. y Moulik T.K. (eds.). *Indo-Dutch Studies on Development Alternatives* 7. Sage Publications. London.
- Schumacher**, E.F. 1973. *Lo pequeño es hermoso*. Hermann Blume, Madrid.

- SEDESOL**, 2011. Los 125 municipios de la estrategia 100 x 100. Secretaría de Desarrollo Social, México DF.
- SENER**, 2001. Balance Nacional de Energía 2000. Secretaría de Energía, México DF.
- SEP**, 2012. Censo de población. Educación Inicial. Xalpatláhuac 2012. México
- Shaik**, Anwar. 1991. Valor, acumulación y crisis. Tercer Mundo Editores, Bogotá.
- Shell**, 1980. Energy in Developing Countries. Shell, London.
- Schenk-Sandbergen**, L. 1991. Women and cooking technology: the vicissitudes of improved stove projects in rural Gujarat. En Managing Rural Development. Streefkerk H. y Moulik T.K. (eds.). Indo-Dutch Studies on Development Alternatives 7. Sage Publications. London.
- Shih**, C. y Venkatesh A. 2004. Beyond Adoption: Development and application of use-diffusion model. Journal of marketing. 68, 59-72 pp.
- Skutsch**, M. 2005. Gender Analysis for energy projects and programmes. TSDUT, Holanda.
- Skutsch**, M. y J. Clancy. 2004. Unravelling relationships in the energy-poverty-gender nexus. TSDUT, Holanda
- Skutsch**, M. y J. van Rijn. 2002. Biomass: the Fuel of the Future. Artículo presentado en la IX Conferencia Internacional sobre Biomasa, Amsterdam, Junio 2000
- Smith**, K.R., 1993. "Fuel Combustion, Air Pollution Exposure, and Health: The Situation in Developing Countries", Annual Review Energy Environmental, 18:529-566.
- Smith**, K.R., J.M. Fomet, I. Romieu y N. Bruce. 2000. Indoor Air Pollution in Developing Countries and Acute Lower Respiratory Infections in Children. Thorax S.S. (6): 518-32.
- Still D**, N MacCarty, D Ogle, T Bond and M Bryden. 2007. Comparing Cool Stoves. Aprovecho Reserarch Center, Shell Foundation, United States Environmental Protection Agency and Partnership for Clean Indoor Air
- Straffon**, A. E., 2009. Estudio comparativo de eficiencia energética para estufas mejoradas de leña y sus implicaciones ambientales. Tesis de Licenciatura. UNAM.

- Strauss, A.**, 1995. Qualitative analysis of social scientist. Cambridge University Press. U. S. A. 319 pp.
- Tlachinollan**, 2007. Agenda estatal para el desarrollo y autonomía de los pueblos indígenas de Guerrero. México.
- Tlaxotlas**. 2010. Periódico comunitario. Xalpatláhuac, Guerrero.
- Troncoso, K.**, Castillo, A., Masera, O. y Merino, L. 2007. Social perceptions about a technological innovation for fuelwood cooking: Case study in rural Mexico. Energy Policy 35.
- Troncoso, K.**, 2010. Manejo de recursos forestales en la región Purhépecha: diseño, difusión y adopción de tecnología para cocción con leña. PhD Thesis. UNAM, Morelia Mich.
- Trossero, M.Á.**, 2002. Wood energy: the way ahead. Unasyva 53(211), 3-12.
- TWB**, 1985. The Fuelwood Crisis in Tropical West Africa. The World Bank, Washington DC.
- Van den Ban** y Hawkins, 1996. Agricultural Extension. Australia: Blackwell Science.
- Villavicencio, D.**, 2006. "Trabajo, aprendizaje tecnológico e innovación". En: Teorías Sociales y Estudios del Trabajo: Nuevos enfoques. ANTHROPOS, UAM-I.
- Wilson, M** y J. M. Green. 2000. The Feasibility of Introducing Solar Ovens to Rural Women in Maphephethe, Tydskrif vir Gesinsekologie en Verbruikerswetenskappe, Vol 28, 54-61. ISSN 0378-5254
- World Bank**. 1987. Agricultural Mechanization, Issues and Options. Policy Study. The World Bank, Washington, D.C.

ANEXO 1

Encuesta Inicial

Brigada de alfabetización Xalpatláhuac, Guerrero.

Septiembre de 2009



Nombre _____ Edad _____ Sexo M F Barrio _____

1. Pertenece algún grupo de origen a) Náhuatl b) Tlapaneco c) Mixteco d) Otro _____
2. Leguas que domina a) Español b) Náhuatl c) Tlapaneco d) Mixteco e) Otro _____
3. Número de habitantes _____ Edades _____
4. ¿Cuántos de los habitantes mayores de 15 años no saben leer y escribir? _____
5. En caso de enfermedad ¿con quién acude? a) Curandero b) Centro de salud
c) Automedicamento d) No acude
6. En caso de acudir al centro de salud ¿cómo le parece el servicio?
a) Bueno b) Malo c) Regular
7. ¿Pertenece a alguna organización que trabaje para el desarrollo de la comunidad?
a) Si b) No ¿A qué se dedica? _____
8. ¿A cuánto asciende mensualmente su ingreso? _____
9. Tipo de empleo: (Puede poner más de una opción, si es agricultor y/o ganadero, pase a las preguntas ●●●●●●) a) Artesano b) Agricultor c) Comerciante d) Empleado e) Ganadería
10. Especifique tipo de animales de ganadería y cantidad con la que cuenta
a) Ovino ___ b) Caprino ___ c) Porcino ___ d) Equidos ___ e) Bovinos ___ f) Aves ___
11. ¿Dónde obtiene sus animales? a) En la comunidad b) Compra en otra comunidad
c) En otro Estado d) Autoabastece
12. ¿Dónde los alberga? a) Interior de la casa b) Corral fuera de la casa c) Terreno propio en otra parte d) Terreno comunal o ejidal en otra parte
13. ¿Para qué es la producción de animales? (Si es venta especifique) a) Venta Comunidad Fuera de la comunidad b) Autoconsumo c) Ahorro familiar d) Traspatio
14. ¿Vende animales o productos? _____
15. De los productos obtenidos del campo, son regularmente para
a) Venta b) Autoconsumo c) Mixto
16. Enfermedades comunes _____
17. Principales causas de muerte _____
18. ¿Recibe atención veterinaria y/o asesoría técnica y de quién? _____

19. ¿Qué material predomina en la construcción de su vivienda? Piso a) Tierra b) Cemento c) Loseta d) Madera Pared e) Madera f) Adobe g) Concreto h) Ladrillo Techo i) Concreto j) Teja k) Lámina de asbesto l) Lámina de Cartón
20. ¿Con qué servicios cuenta en su vivienda? a) Luz b) Agua c) Drenaje
21. ¿Cuáles de los siguientes combustibles utiliza en su casa? a) Gas LP b) Leña
c) Otros _____
22. ¿Qué tanto utiliza dichos combustibles?
Combustible Mucho Regular Poco
25. ¿Para qué utiliza dichos combustibles?
a) Calentar agua para los alimentos b) Calentar agua para bañarse c) Lavar trastes, ropa, hacer aseo u otros artículos d) Otros usos finales

26. ¿De qué tamaño es su tanque de gas y cada cuánto tiempo lo renueva? (Si es estacionario indique la cantidad de la que compra). a) 10 (chico)___ b) 20 (mediano)___ c) 30 (grande)___ d) No se e) Estacionario _____
27. Si utiliza leña indique de donde se provee a) Compra b) Tala en terreno propio c) Tala en terreno comunal o ejidal d) Otros__
28. ¿Utiliza parrillas y/o resistencias eléctricas para alguna de las labores antes enlistadas? _____
29. En casa cuenta con a) Tinaco b) Pila de agua c) Espacios amplios libres de sombra

Encuesta de monitoreo/Uso sostenido

Esta encuesta fue realizada por Walter Julián Ángel Jiménez con ayuda de Evelia Zeferino Pinzón, habitante de la comunidad de Xalpatláhuac y hablante de Náhuatl como primera lengua.

Las personas entrevistadas respondieron las preguntas que se les plantearon a manera de charla y las respuestas fueron codificadas de acuerdo a la forma de expresión local.

HABLEMOS...

Del tiempo en que construyó y adoptó la estufa...

1. Desde cuándo tiene su estufa ahorradora de leña

Enero-abril de 2010 Junio-Julio de 2010 Diciembre-Enero 2011

Junio-Julio de 2011 Diciembre-Enero de 2012 Junio-Julio de 2012

2. ¿Por qué aceptó construir una estufa ahorradora de leña? (Puede marcar más de una pero debe preguntar cuál es la prioritaria)

Porque estaba fácil de hacer y barata Porque me habían hablado bien de esas estufas
 Porque fui a la plática y me convencí Porque me preocupa la deforestación Porque me dijeron que mi cocina estaría bonita Porque iba a ahorrar leña Porque me dijeron que mejoraría mi salud y de mi familia

3. ¿Quién decidió que se iba a construir la estufa ahorradora de leña?

Marido Mujer de la casa Ambos Hijo(a) Alguna otra persona o familiar _____

De la adopción a la apropiación de la estufa...

4. ¿Qué le gusta de su estufa ahorradora de leña?

Ahorra leña Saca el humo Es bonita No me quemó Ayuda a cuidar el bosque

5. ¿Qué no le gusta de su estufa ahorradora de leña?

Entrada pequeña No Sirve/Calienta No la puedo limpiar No puedo hacer _____

6. ¿Le hizo algún cambio a su estufa ahorradora de leña?

Más grande la entrada Quité el tubo Tapé las hornillas Quité los comalitos Acerqué la leña al comal La destruí La repellé/revoqué

¿Por qué hizo los cambios?

7. ¿Si usted pudiera cambiar algo al construir las estufas, que cambiaría?

La haría más chica La haría más grande Pondría más comales Quitaría comales Usaría mejores materiales Pondría la entrada más amplia Así está bien Otro

8. ¿Qué tanto usa su estufa de ahorradora de leña?

Todos los días Regular Poco No la uso

9. ¿Para qué la usa?

Moler (hacer tortillas) Nixtamal Calentar/hacer la comida Otro _____

10. ¿Cómo se siente con su estufa ahorradora de leña? (Puedes preguntar 'Qué tan contenta está con la estufa', y asignar las respuestas: Muy contenta, Contenta, Regular, Yo creo que no, Nada Contenta/No me gusta)

Muy bien Bien Más o menos Pues ahí está Mal

De la apropiación al esparcimiento de la estufa ahorradora de leña

11. ¿Ha reparado su estufa ahorradora de leña? ¿En qué y para qué?

Si No

La repellé/revoqué Le eché Nejayote Compuse la entrada Sellé los comales

12. ¿Qué tan seguro se siente de poder construir nuevamente la estufa ahorradora de leña?

Muy seguro, no necesito ayuda Seguro, tal vez solicitaría ayuda

Poco seguro, necesito ayuda de alguien más Nada seguro

13. ¿A quién recurriría en caso de ayuda con su estufa ahorradora de leña?

Comité constructor del pueblo Alguien más que tiene estufa Persona que vio el proceso de construcción Con los de la UNAM

14. ¿Le ha ayudado a alguien a construir (físicamente) una estufa ahorradora de leña?

Sí No ¿A quién, por qué? _____

15. ¿Le ha explicado a alguien cómo se construye la estufa ahorradora de leña?

Sí No ¿A quién, por qué? _____

De sus datos personales

Su nombre es _____

Su edad _____

Su pueblo se llama _____

Su Barrio/Colonia es _____

Estudió hasta _____

También trabaja en _____

Usted habla _____

Cuánta gente vive en su misma casa _____

A qué se dedica:

Campo Trabaja Ganadero Negocio Propio Recibe dinero de Estados Unidos

Otro _____

Entrevista para las personas que cuentan con estufa ahorradora de leña

¿Cómo sabe qué comida va a cocinar con fogón, con la estufa de leña o con la de gas?

¿Qué opina de cocinar con gas?

¿Cómo obtiene la leña para cocinar?

En caso de que la junte ¿cuánto tiempo le toma leñar?

¿Identifica alguna diferencia en la facilidad o dificultad de coleccionar leña ahora con respecto a cuando era niña(o)?

¿Qué tan fácil es obtener la leña en estos tiempos?

¿Por qué aceptó la estufa ahorradora de leña?

En casa, con la familia, ¿quién decide si hay cambios en la cocina y qué cosas se van a cocinar con la estufa de gas, de leña o con el fogón?

¿Qué opina de su estufa ahorradora de leña?

¿Nota algún cambio a partir de que empezó a cocinar con su estufa ahorradora de leña?

¿Ha tenido que modificar su estufa?

¿Qué cosas le modificaría a su estufa eficiente?

¿Ha recomendado las estufas ahorradoras? ¿Por qué?

¿Quién construyó su estufa ahorradora de leña?

¿Cómo fue el proceso de construcción?

En caso de que tuviera que la oportunidad, ¿volvería a hacer su estufa ahorradora?

Entrevista para las personas que cambiaron su estufa Xalpaneca por Patsari Jimbani

¿Desde cuándo cambió su estufa ahorradora de leña?

¿Por qué cambio su estufa ahorradora?

¿Quién se la cambió?

¿Pagó por su nueva estufa? ¿Cuánto?

En comparación con su anterior estufa ¿es más barata o más cara la nueva estufa?

Respecto a la leña ¿cómo siente el ahorro con la nueva estufa?

¿Aprendió o le enseñaron a construir su nueva estufa?

¿Cómo se siente con su nueva estufa en comparación con la anterior estufa?

¿Le ha hecho algún cambio o modificación a su nueva estufa?

Si quisiera hacer nuevamente su estufa ¿a quién recurriría?

Indicadores CDI. Montaña de Guerrero

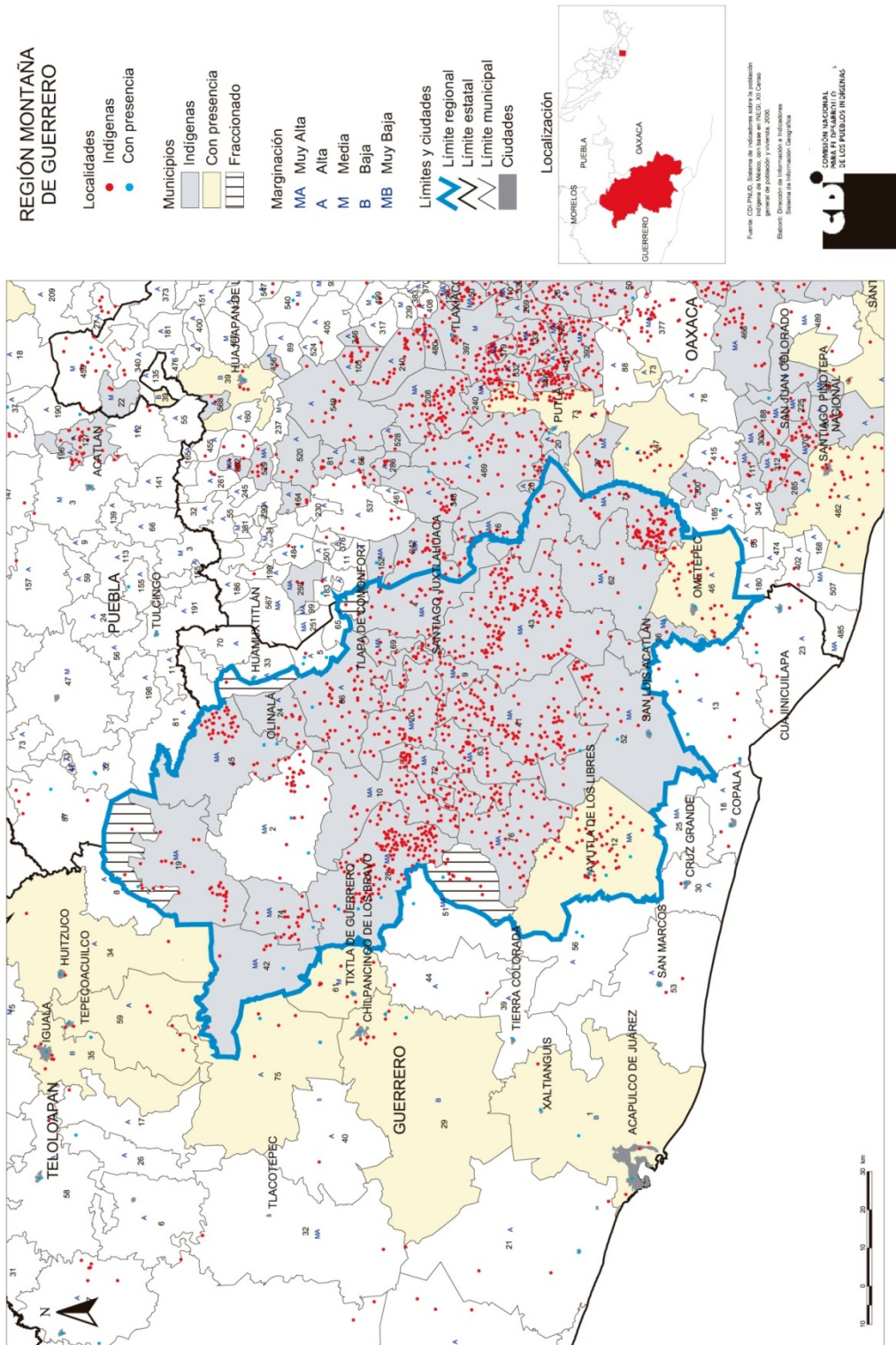


Figura 19. CDI. Indicadores de concentración de marginación. 2009.

Localización de Xalpatláhuac

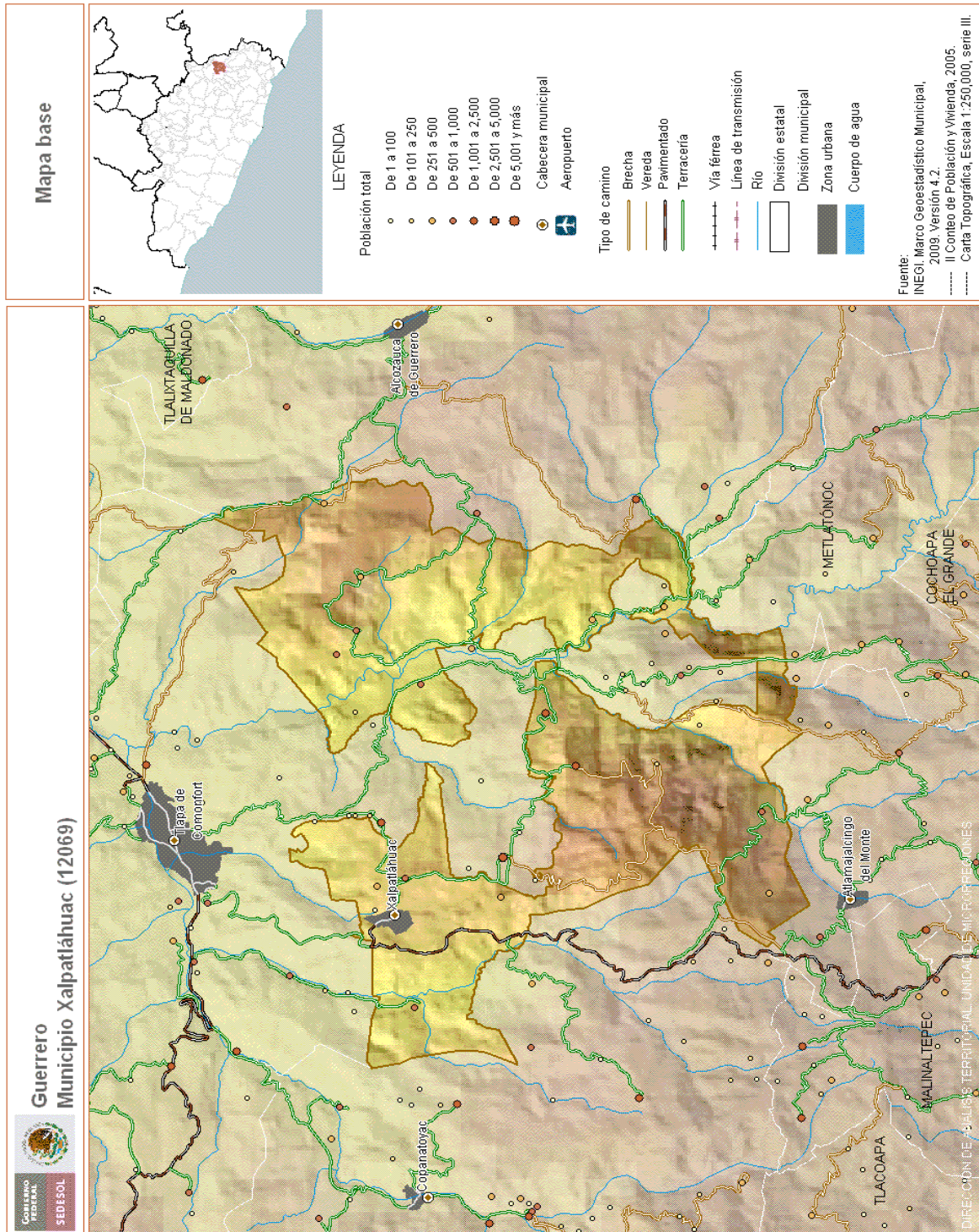


Figura 20. Localización de Xalpatláhuac. Sedesol 2009.

Localización de Xalpatláhuac

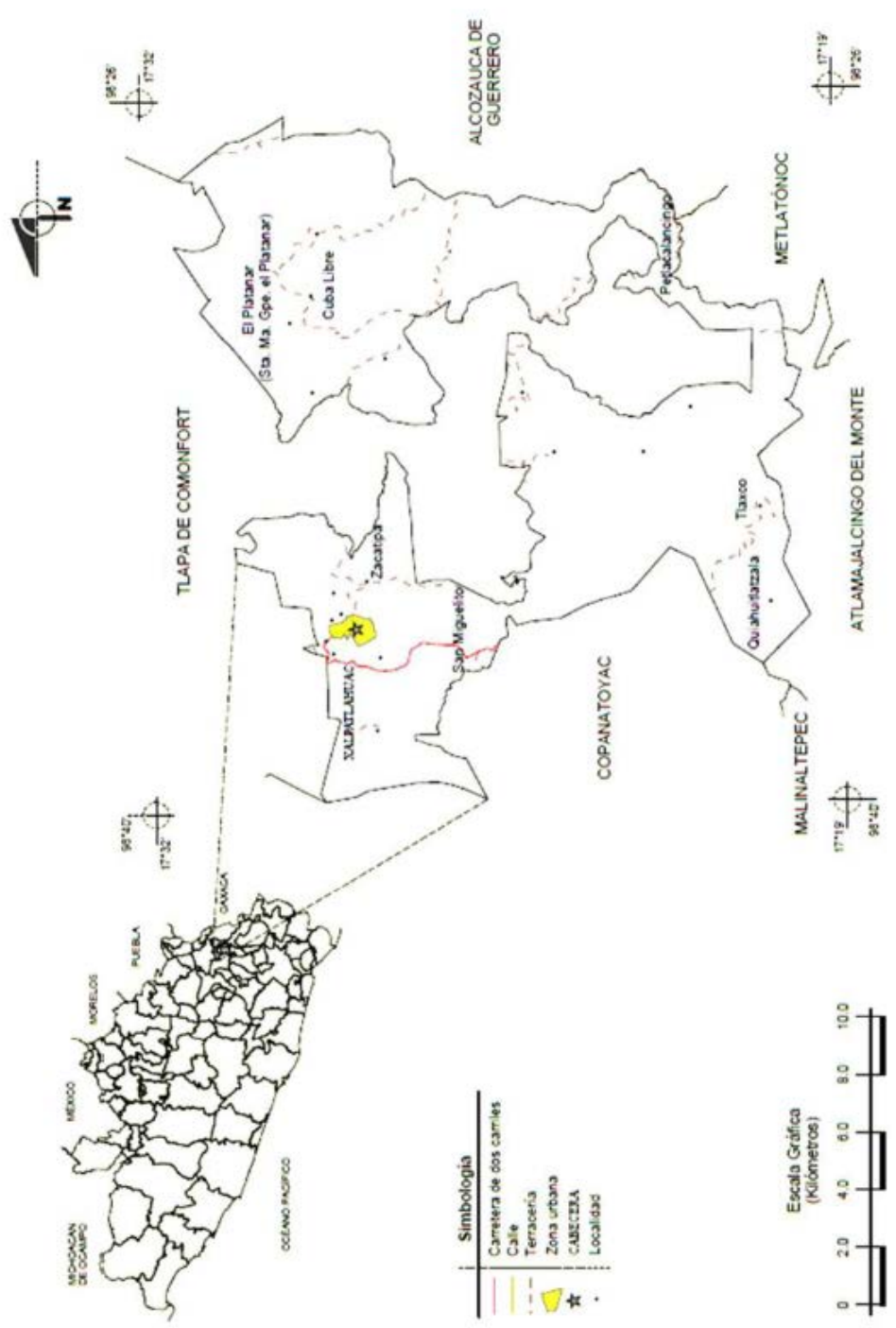


Figura 21. Localización de Xalpatláhuac. Marco Geoestadístico Municipal. INEGI 2005.

Croquis de Xalpatláhuac

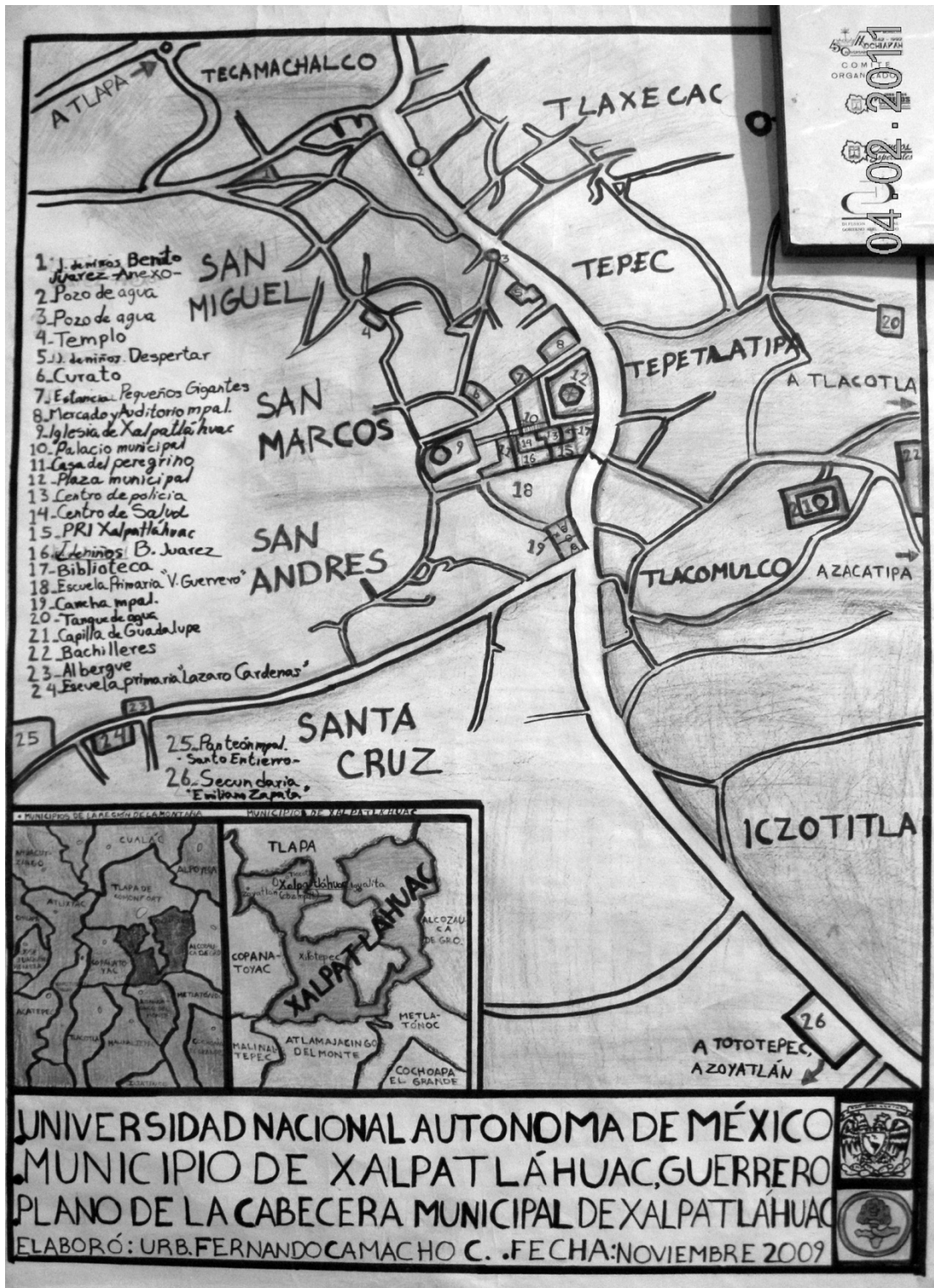


Figura 22. Croquis de Xalpatláhuac. Elaboró Fernando Camacho. 2010

Manual para construir una estufa Patsari

LA ESTUFA PATSARI

*Una alternativa para conservar los bosques
y disminuir las enfermedades respiratorias*

Manual del Constructor



Septiembre, 2003

Rodrigo Díaz, Rubén Gabriel, Odilia Molina, Santiago Marcos
Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropriada, A. C. (GIRA)

Omar Masera
Centro de Investigación en Ecosistemas
Universidad Nacional Autónoma de México



CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	1
INTRODUCCIÓN	3
VENTAJAS Y BENEFICIOS DE LA ESTUFA PATSARI	5
LA ESTUFA PATSARI, DIAGRAMA GENERAL	6
MOLDE DE LA ESTUFA PATSARI	7
MATERIALES Y HERRAMIENTAS PARA CONSTRUIR UNA ESTUFA PATSARI	9
PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE LA ESTUFA	11
RECOMENDACIONES PRÁCTICAS Y MANTENIMIENTO	18
CONCLUSIONES	21

AGRADECIMIENTOS

El presente documento es resultado de un esfuerzo colectivo y sintetiza la experiencia acumulada a lo largo de más de 15 años de trabajo realizado por GIRA en el tema de las tecnologías apropiadas para la cocción con leña. Durante este tiempo numerosas usuarias, organizaciones, técnicos, campesinos, promotores e investigadores han contribuido de manera preponderante al desarrollo de mejores diseños de la estufa hasta llegar a lo que ahora conocemos como *Estufa Patsari*. Este proceso de mejoramiento y apropiación de la tecnología, que todavía continúa, ha permitido adecuar la estufa de manera más efectiva a las condiciones del México rural, reduciendo el costo y tiempo de construcción, al mismo tiempo que aumenta el grado de aceptación de las familias.

Agradecemos a todas las personas que durante todos estos años nos han abierto las puertas de sus casas, siempre dispuestas a probar cosas nuevas. A quienes nos han hecho comentarios y recomendaciones para mejorar la tecnología y el proceso de diseminación. Todo este apoyo ha sido muy valioso para lograr esta nueva estufa. Nuestro especial reconocimiento a Javier Aguilón y María Teresa Pacheco del Instituto de Ingeniería de la UNAM por todo el apoyo técnico proporcionado para la generación de la *Estufa Patsari*. Asimismo, nuestra gratitud a las señoras y familias de la Región Purhépecha, especialmente a las Sras. Margarita Morales y Paulina Capilla, por su apoyo en la fase de adaptación de la estufa a las condiciones de uso.

La *Estufa Patsari* va acompañada de un molde para facilitar su construcción, el cual fue diseñado y elaborado en colaboración con el Sr. José Cortés.

PRESENTACIÓN

Este manual es un material de apoyo y consulta para el constructor de estufas eficientes de leña. Presenta en forma simplificada e ilustrativa el procedimiento para la construcción de la *Estufa Patsari*. El documento forma parte de la serie: *"Uso sustentable de la leña"*, la cual tiene como uno de sus objetivos elaborar y divulgar materiales para la difusión de tecnologías que se adapten a diferentes condiciones y estilos de vida en el área rural y suburbana de México.

La experiencia en diferentes lugares del país y del mundo indica que las estufas eficientes de leña son una buena alternativa para mejorar las condiciones de vida de las familias y conservar los bosques.

La construcción adecuada de las estufas eficientes de leña es una condición indispensable para ayudar a la conservación de nuestros bosques y nuestra salud. Sin embargo, para que las estufas eficientes de leña sean realmente adoptadas y difundidas por los usuarios es necesario considerar otros temas. En particular, es necesario primero, efectuar actividades de sensibilización y capacitación en la comunidad o región. También se requiere que tanto el constructor como el usuario estén convencidos de los beneficios que ofrecen las estufas eficientes de leña, tanto a su salud como a los bosques. Estos aspectos se tratan con más detalle en el documento *"Programa para la difusión de estufas eficientes de leña"* de esta misma serie.

Actualmente esta estufa se construye usando un molde metálico, el cual garantiza que las medidas interiores de la estufa sean correctas, y de esta manera se asegura que la estufa funcione correctamente. Para mayor detalle sobre el molde, ver el documento: *"Manual para la elaboración de moldes metálicos Patsari"*.

Es importante señalar que la estufa Patsari debe adaptarse a las condiciones para que cubra completamente las necesidades de las usuarias, y con esto se aseguran altos niveles de adopción.

2

INTRODUCCIÓN

La leña es el principal combustible usado para cocinar en las poblaciones rurales de México. Cuando la leña se utiliza en forma adecuada, es un recurso renovable que aporta grandes beneficios al ambiente y a la población.



Sin embargo, su uso irracional trae como consecuencia la degradación y disminución del bosque. Esto ha ocasionado, en muchos lugares del país, un rápido aumento en el tiempo dedicado a la recolección de leña y de igual forma su precio se ha elevado. Por otra parte, el deterioro de los bosques propicia la erosión del suelo, la escasez de lluvias y otros problemas ambientales.



En los hogares rurales y suburbanos, la actividad que demanda la mayor cantidad de leña es el cocinado de los alimentos. Esta tarea se realiza principalmente en los llamados "fogones tradicionales". En estos fogones no se aprovecha totalmente el calor producido por la leña, y el humo se dispersa por toda la cocina. El humo ocasiona irritación en los ojos y con el paso del tiempo causa enfermedades crónicas en las vías respiratorias.

Es necesario por lo tanto, conocer con mayor detalle las formas de uso de la leña, las prácticas de cocinado y los tipos de fogones más usados, pero sobre todo se debe promover el uso de alternativas que ayuden a usar adecuadamente los recursos naturales y a mejorar la calidad de vida de la población rural. Estas alternativas deben estar al alcance de todas las familias y ofrecer beneficios en el corto plazo.

3

Una tecnología que ayuda a conservar los bosques y mejorar la salud de las familias es la *Estufa Patsari*. Para el primer caso, reduce el consumo actual de leña hasta la mitad y si se complementa con otras acciones como la reforestación ayuda a disminuir los problemas provocados por el uso irracional de la leña.



En el estado de Michoacán, específicamente en la Región del Lago de Pátzcuaro, GIRA ha trabajado desde hace más de 15 años en la difusión de estufas eficientes de leña¹, mismas que han sido mejoradas y adaptadas a las condiciones y necesidades de la población local.

A lo largo del presente año, GIRA en colaboración con el Centro de Investigaciones en Ecosistemas (CIECO) y el Instituto de Ingeniería (II) de la UNAM, han trabajado en el diseño de un nuevo modelo de estufa. Este proceso de mejoramiento se inició con mediciones para determinar el perfil de temperatura de las estufas (realizándose pruebas en el Laboratorio y en campo). Dichas mediciones facilitaron la generación de este nuevo modelo de estufa.

A pesar de que la *Estufa Patsari* utiliza el mismo principio de construcción que la *lonera* se decidió cambiarle el nombre porque se realizaron cambios muy importantes en las medidas críticas interiores de la estufa. Estos cambios fueron propuestos por el Instituto de Ingeniería de la UNAM, probados en el Laboratorio y finalmente validados por usuarias de las comunidades de Jarduaro, Nocupzepe y Urandén de Morelos. Es así como nace lo que ahora conocemos como *ESTUFA PATSARI* que en la lengua local (Purhépecha) significa: "la que guarda", haciendo referencia a que guarda el calor, así como a la que conserva la salud.

¹ En varias ocasiones GIRA ha trabajado en colaboración con otras organizaciones como la ORCA y el CESE.

4

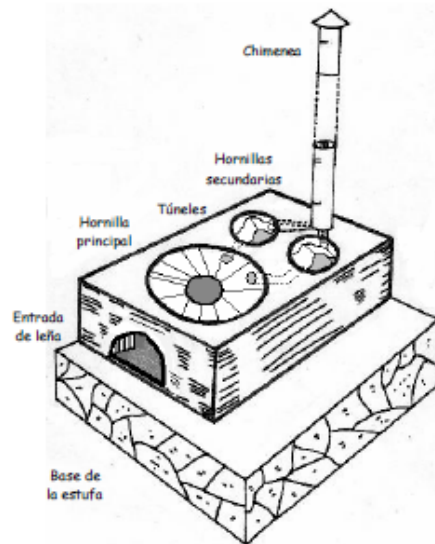
VENTAJAS Y BENEFICIOS DE LA ESTUFA PATSARI

La *Estufa Patsari* ofrece múltiples beneficios y ventajas, los principales son:

- **Disminuye hasta la mitad el consumo de leña**, ayudando así a la conservación de los bosques.
- **Ahorra tiempo y dinero**, como se reduce el consumo de leña se destina menos tiempo a la recolección o dinero para comprarla.
- **Reduce la irritación de los ojos y las enfermedades respiratorias**, porque elimina el humo de la cocina.
- **Se construye con materiales locales**, tierra y arena.
- **El costo de la estufa es bajo**, ya que la mayoría de los materiales se encuentran en la comunidad sin ningún costo.
- **Construcción sencilla y rápida**, teniendo reunidos y harneados los materiales, una hora y media es suficiente.
- **Gran duración**, dándole un buen uso y mantenimiento puede durar hasta 10 años.
- **La estufa es fácil de usar**. Una vez que prende, un leño es suficiente para que funcione bien.

5

**LA ESTUFA PATSARI
(DIAGRAMA GENERAL)**



6

MOLDE PARA CONSTRUIR LA ESTUFA PATSARI

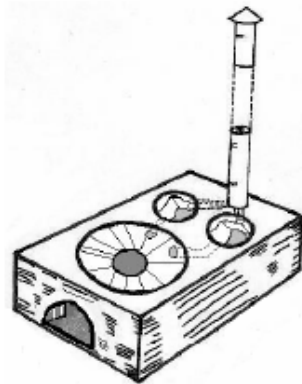


7

LA ESTUFA PATSARI

Actualmente se difunde la *Estufa Patsari* de una entrada de leña. Esta estufa cubre las demandas de las usuarias de la región.

Este modelo permite cocinar varios alimentos al mismo tiempo (hacer tortillas, guisar, calentar agua, etc.). Como ya mencionamos, se ha comprobado que ahorra hasta la mitad de leña.



Estufa Patsari de una entrada de leña

8

**MATERIALES Y HERRAMIENTAS PARA CONSTRUIR
UNA ESTUFA PATSARI**

MATERIALES LOCALES

1. 6 botes de 20 litros de tierra harneada, de preferencia "barrosa"; de la que haya en la comunidad.
2. 9 botes de 20 litros de arena harneada.
3. Un bote de grava y un poco de ceniza.

MATERIALES COMERCIALES

1. Medio bulto de cemento.
2. 3 ó 4 tubos galvanizados para chacusco o chimenea.
3. Un gorrito metálico.
4. Una teja para la entrada de leña.
5. Una base metálica para poner el chacusco.

NOTA: La tierra y la arena deben harnearse lo más fino posible, y no deben contener materia orgánica.

Molde

1. Cajón: cuatro láminas metálicas con cuatro varillas para ajustarlo y dos varillas más para nivelar piezas.
2. Entrada de leña: un molde metálico.
3. Cámara de combustión: dos moldes metálicos para los comales.
4. Hornillas secundarias: dos moldes metálicos.
5. Túneles: cuatro tubos de metal.

Herramientas Auxiliares

1. Una o dos palas.
2. Una cuchara de albañil.
3. Una cuchara sopera.

9

BASE DE LA ESTUFA

Antes de construir la Estufa Patsari es necesario tener la base, mesa o banco. La base de la estufa además de proporcionar mayor comodidad a la usuaria, evita el contacto de los alimentos con algunos animales domésticos.

En general la base es de 1.20 m de ancho por 1.20 m de largo y 60 cm. de altura; estas medidas garantizan que se tenga espacio suficiente para colocar por ejemplo, el metate, el canasto de las tortillas u otros utensilios de cocina.

BASE DE CONCRETO CON ESPACIO PARA EL METATE



BASE DE MADERA



MATERIALES PARA CONSTRUIR LA BASE

10

La base puede construirse con los materiales disponibles en la casa o los que estén al alcance de la economía familiar, algunos de los materiales que pueden usarse son:

- adobe,
- pedra,
- tabique,
- tabicón,
- madera, o
- herrería (toda de herrería o herrería con madera)

Estas bases pueden construirse completamente rellenas o huecas. La base hueca tiene mayores ventajas, ya que puede usarse para guardar y secar la leña, o guardar trastes.

Cada usuaria debe elegir el tipo de base que más le conviene de acuerdo a sus necesidades y posibilidades económicas.

PROCESO DE CONSTRUCCIÓN

El procedimiento para hacer una Estufa Patsari es sencilla. Para facilitar su construcción y asegurar su funcionamiento se ha dividido el proceso en siete pasos, los cuales se explican a continuación en forma detallada. También se incluyen consejos prácticos para lograr un mejor funcionamiento de la estufa y para mayor comodidad de la usuaria.

Se recomienda construir la estufa en un lugar que permita realizar los quehaceres sin problemas. También es necesario que exista una buena ventilación para facilitar la combustión de la leña.

11

PASO 1 ARMAR EL CAJON

Sobre la base se arma el cajón con las cuatro piezas metálicas, ensablándolas en el orden de numeración (del 1 al 4). Debe asegurarse que las varillas embonen bien en los orificios para que el cajón no se desarme.

Asegurarse que la pieza número uno quede del lado donde se va a poner la entrada de leña. También debe tener cuidado de que el molde esté a escuadra.



Si la estufa se va a construir en una esquina de la casa o junto a una pared, se debe dejar espacio (unos cinco centímetros) para poder sacar las piezas del cajón.

PASO 2 HACER LA MEZCLA

Juntar la arena y tierra (finamente harneados) con el cemento y revolverlos perfectamente hasta lograr un color uniforme. Posteriormente agregar el agua, rociándola sobre los materiales poco a poco. Se recomienda revolver (cambiándola de lugar) la mezcla, para que se humedezca uniformemente hasta lograr una consistencia pegajosa. Para saber si la mezcla tiene la humedad adecuada tome un puño con la mano apriete y si no se desmorona, quiere decir que ya está lista para usarse.



12

NOTA: cuando los materiales se harnean lo más fino posible, la estufa queda mas maciza (no se desmorona) y dura más tiempo.

PASO 3 RELLENAR LA ESTUFA

A continuación se detallan los pasos para el llenado de la estufa:

- Poner una capa aislante sobre la base. Si la base de la estufa es de concreto o metal, se aconseja colocar una capa de ceniza para evitar que la base se caliente.
- Agregar grava para ayudar a conservar el calor en la estufa, dos palas llenas. No debe ponerse piedra de río para evitar que se revienten al calentarse. Al extender este material, cuide que quede despegado unos cinco centímetros del cajón.
- PRIMERA CAPA DE MEZCLA: Poner tres bates o 12 paladas. Posteriormente pisonear (apisonar) bien.
- Colocar el molde de la entrada de leña, ajustando bien los tornillos y encima ponerle la teja.
- Poner el molde de la cámara de combustión y del comal (usando la pieza que corresponda al tamaño del comal), ajustándolo (girándolo



levemente) hasta que la varilla pase por cada orificio de las piezas hasta atravesar el cajón.

- f) **SEGUNDA CAPA DE MEZCLA:** Poner cuatro botes o 16 paladas y apisonar hasta que quede compacto.
- g) **TERCERA CAPA DE MEZCLA:** Volver a poner más mezcla hasta el nivel de los agujeros donde se colocarán los túneles (aproximadamente 3 botes doce paladas) y apisonar. **NOTA:** esta capa debe rebasar el nivel de los túneles aunque al colocar los moldes tenga que rebajar o sacar un poco de material.
- h) Agregar un bote más de mezcla en el lugar donde van a ir las hornillas secundarias. **NOTA:** esta mezcla debe estar más húmeda para garantizar la forma de los topes. Girar un poco los moldes y presionarlos hacia abajo para asegurar la forma del tope. Colocar la otra varilla pasándola por los agujeros de las hornillas hasta atravesar el cajón.
- i) Colocar los moldes de los túneles con cuidado, perforando o rellenando dependiendo de la necesidad. Asegurándose que ensamblen bien.
- j) Colocar la **BASE DEL CHACUACO** (el tubo que tiene los túneles integrados), sacando un poco de mezcla hasta que las varillas topen con el piso. Teniendo cuidado de que los túneles de metal peguen a las hornillas secundarias.
- k) **ÚLTIMA CAPA DE MEZCLA:** Poner más mezcla y apisonar hasta nivelar la estufa con la parte superior del cajón.
- l) Poner un poco de agua y alisar la superficie de la estufa con la cuchara o con la mano.



14

extravíos.

- C. Cuando termine de construir, al final del día, debe limpiar o lavar el molde y todas las piezas para evitar que se oxiden.

PASO 5 COLOCAR LOS COMALES

Amoldar el comal y los trastos o cómales que se van a utilizar cotidianamente y sellarlos perfectamente para evitar fugas de calor o humo.

NOTAS:

- A. La distancia entre la base de la cámara de combustión y el comal debe ser de 20 cm.
- B. Si se usa comal de metal, debe enterrarlo unos dos centímetros para evitar que con el calor se levante.
- C. Se recomienda el uso de un comal metálico en la hornilla principal, ya que se le pueden poner trastos encima sin que se rompa.

16

PASO 4 QUITAR EL MOLDE

- a) Primero se deben sacar las dos varillas que están encima de las hornillas.
- b) Después quitar los túneles girándolos para desengancharlos y facilitar la salida.
- c) Girar muy poquito los moldes de las hornillas secundarias y jalar hacia arriba para sacarlos.
- d) Con una cuchara sopera sacar la mezcla que queda entre la hornilla secundaria y el túnel del chacuaco.
- e) Quitar la paloma de la hornilla principal y girar ligeramente el molde jalando hacia arriba hasta sacarlo.
- f) Sacar la cámara de combustión girándola y jalándola hacia arriba con cuidado.
- g) Sacar las varillas del cajón y quitar las láminas cuidadosamente.
- h) Sacar el molde de la entrada de leña.



NOTAS:

- A. Con un poco de cemento, tierra, ceniza y agua, haga una mezcla y enjarre por dentro la cámara de combustión, esto evitará que la estufa se desmorone por dentro.
- B. Al terminar de construir la estufa se debe tener cuidado de recoger todas las piezas del molde para evitar



PASO 6 COLOCAR LOS TUBOS DEL CHACUACO

Colocar los tubos del chacuaco o chimenea, sobre la base para el chacuaco, después sujete o pegue el chacuaco al techo o a la pared para evitar que se mueva. Asegúrese de no dejar huecos en el techo alrededor del tubo, para evitar que entre agua cuando llueva.



Se recomienda que el chacuaco quede al menos 35 cm, por arriba del techo de la casa para evitar que el humo se regrese.

PASO 7 PRENDER LA ESTUFA

Antes de prender la estufa se debe dejar que seque perfectamente de forma natural (3 días aproximadamente). Al prenderla por primera vez se recomienda usar leña delgada y seca para que la estufa prenda más rápido.

NOTAS:

- A. El tiempo de secado dependerá en gran parte de la humedad de la mezcla y del clima del lugar donde se construya, en algunos lugares la estufa puede tardar hasta cinco días en secarse.
- B. Es importante señalar que la estufa alcanza su eficiencia máxima después de dos o tres quemas, pero cuando no se ha dejado que la estufa seque bien, este proceso puede tardar un poco más.

La Estufa Patsari usa poca leña, con dos o tres leños cortos y delgados es suficiente.



**RECOMENDACIONES PRÁCTICAS PARA EL MEJOR
FUNCIONAMIENTO DE LA ESTUFA PATSARI**

MANEJO DE LA LEÑA

El funcionamiento de la estufa depende en gran medida de la leña y su manejo, las siguientes recomendaciones le ayudarán a obtener los máximos beneficios de su *Estufa Patsari*.

- a) Cuando prenda la estufa, use leña delgada y corta, una vez que la lumbre prenda bien, puede meter leños gruesos.
- b) Cuando meta leños gruesos tenga cuidado de no tapar la entrada porque se ahoga.
- c) Use de preferencia leña seca.
- d) Cuando use leña húmeda, la estufa tardará más tiempo en calentar y posiblemente regrese un poco de humo al principio.

TRASTOS

- a) De preferencia mantenga tapados sus trastos cuando cocina para que el alimento se cueza más rápido.
- b) Sus cómales o trastos deben estar bien sellados, para evitar fugas de calor y humo.

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA ESTUFA

Si la estufa Patsari no funciona bien, es posible que se deba a las siguientes causas.

PROBLEMA	CAUSA	SOLUCIÓN
La leña (seca) no prende	Es probable que la estufa aún esté húmeda	Déjela secar bien.
Se regresa el humo por la entrada de leña	Puede ser que esté tapado algún túnel de la estufa o la chimenea (chacuaco) El chacuaco está muy cerca del techo. Acumulación de hollín sobre el tope de las hornillas secundarias y en los túneles.	Revise y limpie los túneles y la chimenea. Verifique que el chacuaco esté al menos 35 cm. por encima del techo. Quite los trastes o camales y limpie las hornillas secundarias. Con una cuchara sopera saque el hollín de los túneles. Verifique que entre el traste y el tope haya 3 cm. de distancia.
La estufa no prende o se ahoga	Hay mucha ceniza en la cámara de combustión.	Saque la ceniza de su estufa. De preferencia hágalo diario.
No calienta ó tarda mucho en calentar las ollas o cómales.	Es posible que el tope esté muy abajo	Suba el tope a 3cm entre el borde de este y la parte de abajo del comal o las ollas.

RECOMENDACIONES PARA EL MANTENIMIENTO

Para que la *Estufa Patsari* funcione adecuadamente y dure mucho tiempo, es necesario cuidarla y darle mantenimiento periódicamente.

- a) Saque la ceniza todos los días antes de prender su estufa.
- b) Limpie las hornillas, los túneles y el tubo del chacuaco cada tercer día.
- c) Para limpiar las hornillas quite los trastes y con una escobita o cepillo raspe los costados y el tope, saque la ceniza y hollín. También debe limpiar o lavar los camales o trastes para quitar el hollín.
- d) Para limpiar los túneles meta una cuchara y saque el hollín.
- e) Para limpiar el chacuaco puede golpearlo despacio con un pedazo de madera y saque el hollín de la base con una cuchara.
- f) Cada mes quite los tubos y límpielos con una escoba o un pedazo de costal de plástico.
- g) Enjárnela por lo menos una vez al mes para que le dure más tiempo, y se vea bonita y presentable.

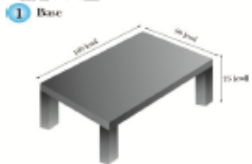
CONCLUSIONES

Por su versatilidad la *Estufa Patsari*, es una tecnología apropiada (fácil y rápida de construir, barata y fácil de usar) que puede difundirse ampliamente en beneficio de las familias rurales y suburbanas. Está probado que esta estufa cumple con los requisitos de aceptación y funcionamiento que las usuarias demandan.

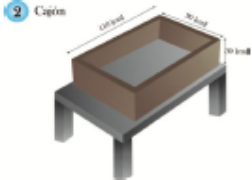
Por ejemplo, en la Región Purhépecha se ha logrado que más de mil familias disfruten de los beneficios que ofrecen las estufas eficientes de leña.

Manual de construcción de la estufa Xalpaneca

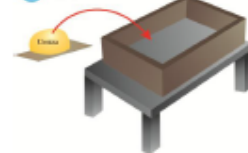
Paso 1. Construir la base de la estufa.
160 cm x 90 cm



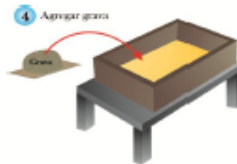
Paso 2. Construir un cajón de madera de 110 cm de largo, 90 cm de ancho y 30 cm de altura.



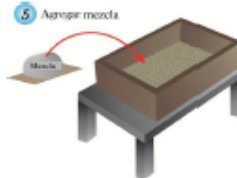
Paso 3. Agregar ceniza como aislante.



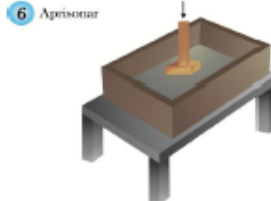
Paso 4. Agregar grava como aislante.



Paso 5. Cubrir con la mezcla la grava y la ceniza.



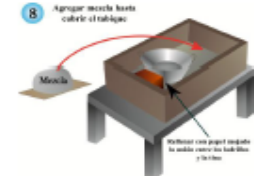
Paso 6. Aprisionar con un trozo de madera.



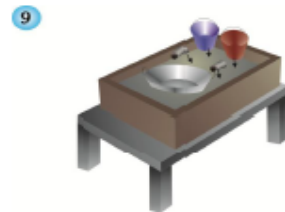
Paso 7. Colocar los ladrillos en un extremo de la caja para que funcionen como la entrada de leña. La tina se coloca junto a los ladrillo, está funcionara como la cámara de combustión.



Paso 8. Rellenar con papel mojado las uniones entre los ladrillos y la tina para evitar que la "mezcla" se meta en las uniones. Agregar mezcla para cubrir los ladrillos.



Paso 9. Colocar las cubetas y los vasos. Los vasos deben estar rellenos de papel.



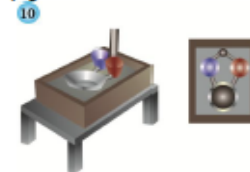
**PROYECTO ECOTÉCNIAS
COMISIÓN DE ESTUFAS
AHORRADORAS DE LEÑA**

*Viviendo para luchar, luchando para
organizar, organizado para vencer...*

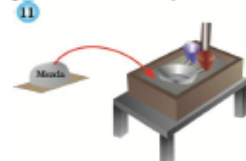


La estufa ahorradora de leña tiene como objetivos reducir el consumo de leña, disminuir las enfermedades respiratorias debidas al humo y promover la organización de la comunidad.

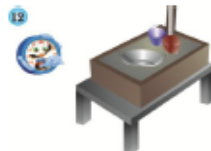
Paso 10. Colocar el tubo de PVC para hacer el orificio de la chimenea. El tubo puede ser sustituido por un bote de yogurt de 1 L.



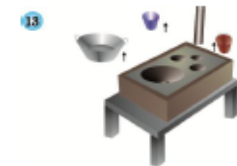
Paso 11 Agregar el resto de la mezcla para cubrir los vasos y rellenar el cajón.



Paso 12 Esperar de 1 a 2 horas.



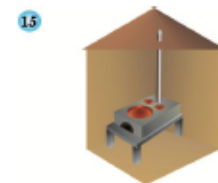
Paso 13 Retirar la tina, los botes y el tubo.



Paso 14 Los vasos se retirando golpeando suavemente con un martillo cuidando que no se rompan los canales.



Paso 15 Después de retirar la tina, los botes y el tubo esperar 3 a 4 días para que la mezcla termine de secar. Poner la chimenea.



ANEXO 2

La Estufa de Leña¹³

1. Descripción del sistema termodinámico

Una estufa de leña es un dispositivo termodinámico que tiene como objetivo convertir en calor útil la mayor parte del calor que se libera por la combustión de la leña, entendiendo por calor útil el que es usado directamente para la cocción de algún alimento.

Actualmente en nuestro país existen distintos modelos de estufas de leña difundidos en comunidades campesinas e indígenas y también en comunidades urbanas. El modelo final que se utiliza en este estudio, presenta diferencias en sus materiales, dimensiones y diseño respecto a otros modelos; sin embargo a todos ellos es posible caracterizarlos de manera general.

Los componentes de una estufa de leña son: cámara de combustión, un comal principal o plancha (que está sobre la cámara de combustión), un comal o comales secundarios (que se encuentran más alejados de la cámara de combustión), túneles y una chimenea.

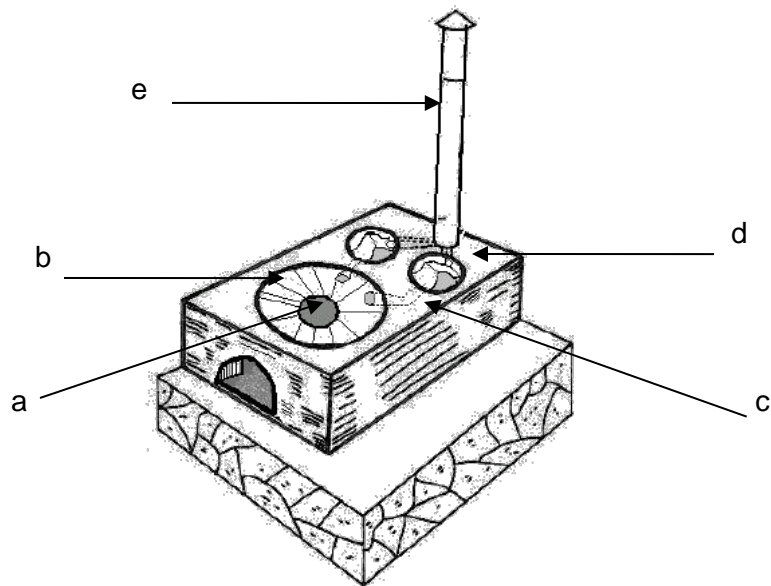


Figura 24. Estufa de leña Patsari. Cámara de combustión (a), comal principal (b), túneles interiores (c), comales secundarios (d), chimenea (e).

¹³ **Straffon**, A. E., 2009. Estudio comparativo de eficiencia energética para estufas mejoradas de leña y sus implicaciones ambientales. Tesis de Licenciatura. UNAM.

La cámara de combustión cuenta con una entrada para leña, mediante la cual pasa el aire permitiendo que ocurra el proceso de combustión; en esta cámara es donde se quema la leña y se producen los gases de la combustión. Los gases producidos se elevan debido a un gradiente de densidad hasta entrar en contacto con el comal principal y luego viajan por el interior de la estufa (túnel) calentando también los comales secundarios o la superficie de la plancha para finalmente escapar por la chimenea.

Dentro de una estufa de leña ocurren, muchas veces de manera simultánea, fenómenos diversos como transporte de masa, momento y energía, mediante la transferencia de calor por conducción, convección y radiación, además de cambios de fase y reacciones químicas. Todos estos procesos ocurren fuera de equilibrio térmico y son irreversibles.

Este sistema termodinámico trabaja entre dos fuentes de calor, una caliente y una fría. La fuente caliente de calor es debida a la combustión de la leña y está localizada en la cámara de combustión de la estufa, mientras que la fuente fría es el medio ambiente o baño térmico en el que está sumergida la estufa.

El calor de combustión proviene de la energía solar almacenada como energía química en los constituyentes de la leña, resultado de reacciones fotosintéticas. Los compuestos orgánicos principales de la leña son la celulosa y la lignina que a su vez son largas cadenas de oxígeno, hidrógeno y carbono.

2. Dinámica de los gases en una estufa de leña

Para describir los fenómenos termodinámicos básicos que ocurren en una estufa de leña, se analizarán primero los mecanismos físicos que provocan la dinámica de los gases dentro de la estufa, posteriormente se discutirá el proceso de combustión de la leña y finalmente se analizarán los mecanismos de transferencia de calor.

El movimiento que los gases de la combustión realizan dentro de la estufa se explica a través de dos fenómenos físicos básicos: el efecto de tiro de la chimenea, que ocurre por un gradiente de presión y ocurre incluso con la estufa sin encender provocando un flujo ascendente y, la convección natural debida a las fuerzas boyantes dentro del fluido, este segundo fenómeno requiere de un gradiente de temperatura que en este caso es provocado por la combustión de la leña y también tiene como resultado un flujo ascendente.

2.1. El efecto de tiro de la chimenea

El efecto de tiro de la chimenea se explica con el Principio de Bernoulli, que describe el comportamiento de un fluido ideal (sin viscosidad) e incompresible moviéndose a lo largo de una línea de corriente. El aire puede aproximarse mucho a un fluido ideal debido a su baja viscosidad cinemática ($\nu = 1.51 \times 10^{-5} \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$ a 20°C) además de que el flujo dentro de la chimenea es incompresible.

El Principio de Bernoulli es una consecuencia de la conservación de la energía y se expresa en la siguiente ecuación:

$$p + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho g z = \text{constante.}$$

donde p es la presión a lo largo de la línea de corriente, ρ es la densidad del fluido, v es la velocidad del fluido a lo largo de la línea de corriente, g es la gravedad y z es la altura en la dirección vertical desde un punto de referencia arbitrario. La ecuación anterior muestra la relación entre la presión y la velocidad para el fluido a lo largo de una línea de corriente.

Las chimeneas utilizan el hecho de que la velocidad del viento es elevada a mayores alturas, así cuanto más rápidamente sople el viento en la boca de ellas, más baja será la presión en ese punto y mayor el gradiente de presiones entre la boca y la base de la chimenea. Este gradiente de presión ocasiona un movimiento de los gases de combustión hacia la zona de menor presión provocando que éstos fluyan hacia el exterior del hogar donde se encuentra la estufa, independientemente de que ésta se encuentre encendida o no.

2.2. Convección natural

El segundo fenómeno que produce el movimiento de los gases dentro de la estufa se debe a la convección natural. En la convección natural el movimiento del fluido se debe a las fuerzas boyantes dentro de él, que son ocasionadas por la presencia combinada de un gradiente de densidad en el fluido y una fuerza de cuerpo que es proporcional a la densidad.

Para el caso de la estufa, el gradiente de densidad en el fluido se debe a la diferencia de temperaturas que ocasiona la combustión de la leña pues en dicho proceso el aire cercano a la flama se calienta y expande ocasionando una disminución relativa de su densidad respecto al aire menos cercano a la flama. Esta disminución en la densidad del elemento de fluido caliente provoca que éste flote debido al Principio de Arquímedes, sin embargo el elemento de fluido caliente al subir se enfría, debido a que transfiere parte de su energía térmica a sus alrededores, provocando un aumento relativo en su densidad y por lo tanto un posterior descenso, ocasionando así un patrón de circulación también conocido como celda convectiva. La circulación se debe a que la fuerza gravitacional actúa sobre todos los elementos de fluido y es proporcional a la densidad de éstos.

El proceso de combustión de la leña, en el que se profundizará más adelante, es una reacción química violenta, por lo que es un fenómeno no estacionario y fuera de equilibrio que provoca un flujo turbulento. Como el gradiente de temperatura entre la flama y el fluido que la rodea es muy alto, la convección natural es turbulenta también.

El efecto total del movimiento de los gases dentro de la estufa cuando ésta se encuentra encendida, es la combinación de los dos fenómenos antes descritos: el efecto de tiro de la chimenea y la convección natural turbulenta. Tenemos que el patrón de circulación debido a la convección natural se modifica cuando consideramos también el flujo ascendente que provoca el tiro de la chimenea, por lo que no todos los elementos de fluido caliente alcanzan a descender, sino que se mueven a lo largo del túnel interior de la estufa llegando a los comales para después llegar a la chimenea, al mismo tiempo que se enfrían y transfieren su calor a los alrededores. El diseño de las estufas debe considerar este efecto combinado a fin de obtener la máxima transferencia de calor por los gases en movimiento hacia los comales o plancha.

Cuando el flujo es originado por una condición de forzamiento externa se dice que la transferencia de calor ocurre por convección forzada, en este caso debido al tiro de la chimenea.

3. El proceso de combustión de la leña

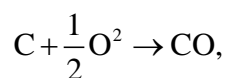
El proceso de combustión de la leña es importante para este estudio desde dos puntos de vista, primero porque es la fuente de energía del sistema y segundo porque en la combustión hay una relación intrínseca entre la temperatura del proceso y las reacciones químicas que producen los diferentes productos de la combustión (gases, carbón y ceniza), por lo que la calidad de las emisiones está relacionada con la temperatura de la flama y la calidad de la combustión.

La combustión es una reacción química exotérmica y por tanto irreversible en la que un elemento combustible, en este caso la leña, se combina con otro comburente (generalmente oxígeno en forma de O_2 gaseoso contenido en el aire), desprendiendo calor y produciendo un óxido (ceniza).

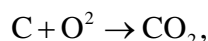
La calidad de la combustión se refiere a los productos que ésta genera. Se dice que la combustión es completa cuando los únicos productos son: agua (H_2O) y bióxido de carbono (CO_2), por lo que hay un máximo aprovechamiento de la energía química contenida en la leña. Sin embargo, todas las reacciones químicas son en cierta medida incompletas, es decir, los reactantes no son íntegramente convertidos en productos de la combustión completa. Las siguientes condiciones son necesarias para que se produzca combustión completa:

1. Una temperatura lo suficientemente alta como para que las reacciones de combustión ocurran.
2. Una cantidad suficiente de oxígeno mezclado con los gases producto de la combustión.
3. Suficiente tiempo de permanencia de los componentes del combustible bajo las dos condiciones antes mencionadas.

La combustión incompleta ocurre cuando alguna de estas tres condiciones no es satisfecha, lo cual ocurre regularmente en los sistemas reales, sin embargo, la combustión completa es un proceso ideal que sirve de referencia y objetivo para los fuegos de las estufas de leña. En la combustión incompleta de la leña, el carbono (C) reacciona de la siguiente forma:



en vez de,



por lo que la generación de monóxido de carbono (CO) es la primer evidencia de una combustión incompleta, asociada a una deficiencia en la cantidad de oxígeno (O) y/o a la mala mezcla de los gases.

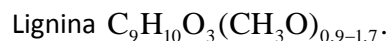
Las condiciones adecuadas para que ocurra la combustión completa de las diferentes especies químicas varían con la temperatura, por ejemplo, el monóxido de carbono (CO) requiere 607 °C para arder y lograr una oxidación completa mientras que el metano (CH₄) necesita 538 °C.

Desde el punto de vista energético, los diseños de las estufas deben buscar satisfacer los requerimientos para la combustión completa a fin de evitar pérdidas energéticas debidas a la generación de productos de la combustión incompleta (PCI's), que se traducen en:

1. Contaminación intramuros, la cual incluye una amplia gama de hidrocarburos dentro de los que se encuentran los poliaromáticos, conocidos por su toxicidad y potencial carcinogénico.
2. Contaminación ambiental, relacionada con la producción de Gases de Efecto Invernadero (GEI) entre los que destacan el monóxido de carbono (CO), el bióxido de carbono (CO₂) y el metano (CH₄), además de otros compuestos como hidrocarburos no metálicos (HCNM) y partículas de materia (PM), los cuales tienen también asociado un potencial de calentamiento global.

3.1. La leña como combustible

La leña es un combustible de origen vegetal, seguramente el que por más tiempo ha acompañado a la humanidad. Sus principales constituyentes son la celulosa, la hemicelulosa y la lignina, el resto es resina y minerales. La forma química de estos constituyentes es:



Estos constituyentes son complejos compuestos orgánicos formados básicamente de tres elementos: carbono, hidrógeno y oxígeno. La composición de la mayoría de especies de leña seca muestra que ésta se compone de 50% de carbono, 43% de oxígeno y 6% de hidrógeno.

La energía química contenida en la leña es el resultado de los enlaces de carbono que conforman el tejido vegetal. Sin embargo, esta energía contenida en la leña también conocida como va-

lor calorífico, no varía demasiado entre las diferentes especies de árboles, para leña seca resinosa es de 20.1 MJ/kg y 18.2 MJ/kg para leña seca menos resinosa. En comparación con otros combustibles, el valor calorífico de la leña es casi la mitad del Gas Licuado de Petróleo (gas LP) con 45.8 MJ/kg y de la gasolina 46 MJ/kg.

El valor calorífico superior (q_s), también llamado valor calorífico total, es la cantidad máxima de energía que teóricamente podría ser extraída de la combustión de la leña totalmente seca, si la combustión fuera completa y los productos de la combustión fueran enfriados a temperatura ambiente, tal que el agua producida por la reacción de combustión es considerada en fase líquida. Mientras que el valor calorífico inferior (q_i), también llamado valor calorífico neto, es la cantidad máxima de energía que teóricamente podría ser extraída de la combustión de la leña totalmente seca, si la combustión fuera completa y los productos de la combustión fueran enfriados a temperatura ambiente, considerando que el agua producida por la reacción de combustión permanece en la fase gaseosa.

Para la leña el q_i difiere del q_s por 1.32 MJ/kg, esta cantidad se obtiene considerando que la diferencia en entalpía, durante un proceso isobárico, es igual al calor transferido entre las fases líquida y gaseosa de 540 g de agua a temperatura ambiente. Típicamente la leña seca contiene un 6% de hidrógeno, es decir, por cada kilogramo de leña seca hay 60 g de hidrógeno, el cual reacciona con el oxígeno para formar 540 g de agua (H_2O).

El contenido de humedad de la leña en base húmeda (h), es el porcentaje de agua contenida en la leña respecto a la masa húmeda del combustible. Puede ser determinado gravimétricamente, pesando la masa de leña húmeda (m_1^h) y compararlo con el peso obtenido después de dejarla secar (m_1^s). El contenido de humedad en base húmeda (h) se expresa de la siguiente manera:

$$h = \frac{m_1^h - m_1^s}{m_1^h} \times 100$$

También existen medidores de humedad que realizan esta medición a través de medir diferencias de potencial eléctrico entre dos puntas metálicas incrustadas en la leña húmeda.

Un alto contenido de humedad en la leña retarda el proceso de combustión, lo que resulta en una disminución en la temperatura de la cámara de combustión, hecho que dificulta la combus-

ción completa de la materia volátil (presente en forma de gas), lo que produce hollín y otros productos de combustión incompleta.

El valor calorífico efectivo (q_{ef}) es la cantidad máxima de energía que de manera efectiva puede ser transferida a la estufa, pues considera que una parte de la energía química contenida en el combustible se destina a calentar y evaporar la humedad presente en él. Se calcula de la siguiente forma:

$$q_{ef} = \frac{q_i m_1^s - m_a^l \left[(\Delta T c_p) + c_e \right]}{m_1^h},$$

donde m_a^l es la masa de agua contenida en la leña, ΔT representa el cambio entre la temperatura ambiente y la temperatura de ebullición local ($\Delta T = T_e - T_i$), c_p es el calor específico del agua (4.186 kJ/kg.C) y c_e es el calor necesario para evaporar un kilogramo de agua (2,260 kJ/kg).

El equivalente de leña seca consumida (m_{ls}), es la cantidad de leña seca que fue consumida durante el proceso de combustión, este parámetro permite comparar consumos de combustible para leña de diferentes especies y contenidos de humedad. Para calcular este equivalente se consideran dos factores:

1. La energía necesaria para evaporar el agua contenida en la leña.
2. La cantidad de carbón remanente.

El equivalente de leña seca consumida (m_{ls}) se obtiene:

$$m_{ls} = m_1^h (1 - (1.12h)) - 1.5m_c$$

el factor $1 - (1.12h)$ considera la cantidad de energía necesaria para evaporar $m_1^h h$ masa de agua, considerando que son necesarios 2260 kJ para evaporar un kilogramo de agua, es decir, el 12% del valor calorífico de la leña seca; el factor $1.5m_c$ se refiere a la cantidad de leña que se convierte en carbón remanente. El carbón tiene aproximadamente el 150% del contenido calorífico de la leña, por lo que el carbón es equivalente a una cantidad mayor de leña.

3.2. La combustión de leña como proceso térmico

El proceso de combustión puede dividirse en cuatro etapas, que en la mayoría de los casos ocurren simultáneamente en las diferentes partes del combustible que está siendo consumido y están caracterizadas por la temperatura en que ocurren:

1. Evaporación del agua:

El rango de temperaturas es de 0 a 100 °C. Usualmente la biomasa tiene un contenido significativo de humedad cuando es quemada. Mientras el combustible es calentado, el agua contenida en él aumenta su temperatura hasta evaporarse. Dependiendo de las características del combustible es el tiempo que tarda la humedad presente en las capas más profundas del material en calentarse y finalmente escapar en la forma de vapor. En el caso de maderas muy densas como el encino, este proceso es más prolongado que en maderas menos densas como el pino.

Cuando el oxígeno y el hidrógeno presentes en las moléculas del material son liberados por la combustión, reaccionan formando agua. Entonces, además de la humedad natural presente en la leña, hay agua resultado del proceso de combustión. Alrededor de un 6% (1.32 MJ/kg) de la energía química de la leña (20 MJ/kg) es necesaria para evaporar el agua formada en la combustión.

2. Pirólisis:

La pirólisis es el proceso químico en el cual los constituyentes originales de la leña, bajo la influencia del calor, forman la materia volátil y el carbón. A continuación se mencionan los dos tipos de pirólisis que se presentan:

Pirólisis endotérmica o de baja temperatura.

El rango de temperaturas es de 100 a 280 °C. En esta fase ocurre que las moléculas de la leña empiezan a descomponerse, lo que produce diferentes gases como hidrógeno diatómico (H_2), vapor de agua (H_2O), metano (CH_4), bióxido de carbono (CO_2), monóxido de carbono (CO), ácido acético (CH_3COOH) y ácido fórmico ($HCOOH$).

Pirólisis exotérmica.

El rango de temperaturas es de 280 a 600 °C. En esta fase el calor es liberado inclusive en la ausencia de oxígeno. Grandes cantidades de gas son liberadas, las cuales al combinarse producen una amplia variedad de materiales orgánicos, de este modo se producen los primeros compuestos volátiles que escapan como humo o se recondensan en zonas más frías de la leña. Entre los compuestos volátiles se han encontrado 213 diferentes.

3. Quema de volátiles:

El rango de temperaturas es de 600 a 800 °C. En esta fase los volátiles al mezclarse con el oxígeno arden produciendo flama. Si el oxígeno no es suficiente para lograr una mezcla adecuada o la temperatura es baja debido al poco tiempo que los gases tienen antes de desplazarse, los gases escapan provocando combustión incompleta. El calor radiante de la flama provoca que se encienda más leña y se liberen más compuestos volátiles que arden con la flama y continúan con el ciclo.

4. Quema de carbón:

El rango de temperaturas es de 800 a 1000 °C. Una vez que la leña ha sido completamente pirolizada se produce carbón que continúa ardiendo aunque la flama no es visible, en este momento la temperatura del sólido es de aproximadamente 800 °C. El carbón es el único compuesto sólido producido por la combustión, además de que éste es relativamente un mal conductor de calor, su formación durante la pirólisis retrasa la transferencia de calor a partes interiores de la leña. Un incremento en el flujo de aire durante esta fase incrementa la velocidad de reacción, es decir, incrementa el oxígeno disponible en la superficie sólida del material. La ceniza, único residuo sólido producido después de la combustión del carbón, contiene los compuestos inorgánicos de la leña y generalmente representa menos del 5% de la masa de la leña seca.

El contenido relativo de energía de los productos de la pirólisis comparado con la energía en el carbón restante depende sobre todo de dos factores: el porcentaje de volátiles contenidos en el combustible original y la velocidad con que se lleve a cabo la pirólisis. Bajas velocidades en la pirólisis aumentan la formación de carbón.

Para obtener una mejora en la calidad de la combustión es necesaria una alta temperatura, fuegos calientes son más limpios y energéticamente eficientes, y una cantidad suficiente de oxígeno que permita un buen mezclado para una buena flama. Los diseños de estufas deben tener en cuenta estos dos factores, primero garantizando un buen diseño en la cámara de combustión que permita temperaturas altas dentro de ella, y por otro lado un adecuado flujo de aire (oxígeno) que está relacionado con el efecto de tiro de la chimenea, el tiro interno de la estufa y el tamaño de la entrada de la cámara de combustión.

ANEXO 3

Memoria gráfica



Figura 25. Xalpatláhuac durante las fiesta del tercer viernes. Vista desde el cerro "El Tepeyac".



Figura 26. Mujer preparando la base de su estufa. Enero de 2010.



Figura 27. Construyendo el prototipo. En la imagen se puede ver los componentes que moldean la cámara de combustión, el sistema de ductos y las hornillas secundarias. Enero de 2010.



Figura 28. Cocina libre de humo durante la prueba piloto. Enero de 2010.



Figura 29. Presentación de la propuesta de estufa ante la comunidad y el desarrollo del programa de difusión. Febrero de 2010



Figura 30. Demostración del funcionamiento de la Estufa. Febrero de 2010.



Figura 31. Miembros de la BMACM explican a mujeres de Zacatipa la construcción de la estufa Xalpaneca. Diciembre de 2010



Figura 32. Mujeres de Xalpatláhuac construyendo estufas con *mano vuelta*. Marzo de 2010.



Figura 33. Mujeres durante la construcción de estufas en Patlacha, Copanatoyac. Diciembre de 2010.



Figura 34. Mujeres en Zoyatlán construyendo su estufa Xalpaneca. Mayo de 2010.



Figura 35. Estufa terminada en Xalpatláhuac y repellada con ceniza.



Figura 36. Estufa en Xalpatláhuac. Se puede apreciar que han sido reemplazados los comales secundarios por ollas de barro. También es posible ver un triángulo dentro de la cámara de combustión que se utiliza para la nixtamalización.



Figura 37. Dando acabado a estufa en Tototepec. Julio de 2012.



Figura 38. Construyendo estufas en Xalpatláhuac. Julio de 2011.



Figura 39. Durante monitoreos. Copanatoyac, Febrero de 2011.



Figura 40. Mujeres construyendo su estufa en Tototepec. Julio de 2012.



Figura 41. Mujeres siempre en primera fila en las actividades. Tototepec, julio de 2012.



Figura 42. Mujer con estufa Xalpaneca. Tlacotla, marzo de 2010.



Figura 43. Mujer con estufa Xalpaneca. Julio de 2011.



Figura 44. Estufa Xalpaneca. Diciembre de 2011.



Figura 45. Taller para fomentar el uso de estufas eficientes dirigido a niños de la comunidad de Xalpatláhuac. Julio de 2013.



Figura 46. Descansando en un paso entre Zoyatlán y Xalpatláhuac después de un taller de estufas eficientes. Enero de 2013.