

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**



**“APORTE DE UN SISTEMA DENDROENERGÉTICO OPTIMIZADO
DE COCCIÓN A LA MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO Y LA
CONSERVACIÓN DE LOS BOSQUES”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL
TÍTULO DE INGENIERO FORESTAL**

ELIZABETH MARINA EDITH LÓPEZ SAN MARTÍN

LIMA – PERÚ

2022

**La UNALM es titular de los derechos patrimoniales de la presente investigación
(Art. 24 – Reglamento de Propiedad Intelectual)**

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

**“APORTE DE UN SISTEMA DENDROENERGÉTICO OPTIMIZADO
DE COCCIÓN A LA MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO Y LA
CONSERVACIÓN DE LOS BOSQUES”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL
TÍTULO DE INGENIERO FORESTAL**

ELIZABETH MARINA EDITH LÓPEZ SAN MARTÍN

Sustentado y aprobado ante el siguiente jurado:

*Ing. Héctor Enrique Gonzales Mora, Ph.D.
Presidente*

*Quím. Mary Flor Cesare Coral, Mg. Quím.
Miembro*

*Ing. Aldo Joao Cárdenas Oscanoa, Mg.Sc
Miembro*

*Lic. Quim. Deysi Rocio Guzmán Loayza
Asesora*

DEDICATORIA

A mi madre y mi padre, por enseñarme a nunca rendirme.

A Dios, por los planes buenos, agradables y perfectos que tiene para mí.

AGRADECIMIENTOS

La realización de este trabajo monográfico fue posible gracias al apoyo de diferentes personas a las cuales me gustaría expresar mi gratitud.

A mi familia.

A los profesores que brindaron su asesoría y tiempo para el desarrollo de este trabajo. En especial a la profesora Deysi.

A Anaís, Alejandra y Fernando, que fueron mis compañeros de Microsol.

A mis amigas Susan, Lizeth, Rocío y Ximena quienes me apoyaron desde el inicio hasta el final de la carrera.

Por último, a Juan Luis por el soporte emocional que necesité para sustentar este trabajo.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|---|----|
| DEDICATORIA | |
| AGRADECIMIENTO | |
| RESUMEN | |
| PRESENTACIÓN | 11 |
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES..... | 2 |
| 1.1 Descripción de la empresa..... | 2 |
| 1.1.1 Ubicación..... | 2 |
| 1.1.2 Actividad..... | 2 |
| 1.1.3 Organización..... | 2 |
| 1.2 Descripción general de la experiencia..... | 3 |
| 1.2.1 Actividad profesional desempeñada..... | 4 |
| 1.2.2 Nombre del producto..... | 4 |
| 1.2.3 Resultados del producto..... | 4 |
| CAPITULO II: FUNDAMENTO TEÓRICO | 5 |
| 2.1 Revisión de literatura..... | 5 |
| 2.1.1 Consumo de leña en Perú..... | 5 |
| 2.1.2 Fogones tradicionales: consumo de leña..... | 6 |
| 2.1.3 Cocinas mejoradas: consumo de leña..... | 7 |
| 2.1.4 Estándares carbono..... | 8 |
| 2.2. Referencias del proyecto | 9 |
| 2.2.1 Ubicación del proyecto..... | 9 |
| 2.2.2 Línea de base..... | 10 |
| 2.2.3 Modelo de cocina mejorada..... | 11 |
| 2.3 Consideraciones para una plantación de Eucalyptus globulus..... | 13 |
| 2.4. Metodología..... | 14 |
| 2.4.1 Cálculo del ahorro de leña por el uso de una CM..... | 14 |
| 2.4.2 Cálculo de las emisiones reducidas de GEI por el uso de una CM..... | 14 |
| 2.4.3 Cálculo del número de árboles no talados por el uso de una CM..... | 15 |

| | |
|--|----|
| CAPITULO III: RESULTADOS Y DISCUSIONES | 16 |
| 3.1 Comparación del consumo de leña de una cocina mejorada versus un fogón tradicional . | 16 |
| 3.2 Emisiones de GEI reducidas por el uso de una CM | 19 |
| 3.3 Número de árboles no talados por el uso de una CM..... | 20 |
| CONCLUSIONES..... | 22 |
| RECOMENDACIONES | 23 |
| BIBLIOGRAFÍA | 24 |
| ANEXOS | 30 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1: Resultados de la línea de base en la Provincia de Dos de Mayo, Huánuco | 11 |
| Tabla 2: Partes y tiempo de vida útil de una cocina mejorada | 11 |
| Tabla 3: Consideraciones para la plantación de Eucalyptus globulus | 13 |
| Tabla 4: Resultados de las encuestas sobre el uso de las CM en la provincia de Dos de Mayo, Huánuco..... | 16 |
| Tabla 5: Ahorro de leña de una CM versus un fogón tradicional en la provincia de Dos de Mayo, Huánuco | 17 |
| Tabla 6: Emisiones generadas en la línea de base y el proyecto | 19 |
| Tabla 7: Reducción de emisiones de una CM | 20 |
| Tabla 8: Valores de captura de CO ₂ de una plantación de Eucalyptus globulus..... | 21 |
| Tabla 9: Superficie y número de árboles no talados de una plantación de Eucalyptus globulus por el uso de una CM | 21 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1: Organigrama de la empresa Microsol Perú..... | 3 |
| Figura 2: Porcentaje de hogares que usan leña por región | 5 |
| Figura 3: Fotografía de un fogón tradicional..... | 6 |
| Figura 4: Transferencia de calor en una cocina mejorada | 7 |
| Figura 5: Fotografía de una cocina mejorada | 8 |
| Figura 6: Ubicación del proyecto en la Provincia de Dos de Mayo, región Huánuco | 10 |
| Figura 7: Cocina mejorada “INKAWASI SEMBRANDO” | 12 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|--|----|
| ANEXO A: Ubicación de la empresa Microsol Perú | 30 |
| ANEXO B: Certificado de trabajo..... | 31 |
| ANEXO C: Parámetros de SENCICO para la certificación de una cocina mejorada | 32 |
| ANEXO D: Metodología para el cálculo del consumo de leña | 33 |
| ANEXO E: Metodología para el cálculo de reducción de emisiones..... | 34 |
| ANEXO F: Procedimiento de medición de emisiones de CO de SENCICO | 36 |

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

| | |
|------------|--|
| CM | Cocina Mejorada |
| ENDEV | Energising Development |
| FISE | Fondo de Inclusión Social Energético |
| FT | Fogón tradicional |
| GEI | Gases de Efecto Invernadero |
| GERES | French Group for the Environment, Renewable Energy and Solidarity |
| GIZ | Sociedad Alemana de Cooperación Internacional |
| GLP | Gas Licuado de Petróleo |
| GS4GG | Gold Standard for the Global Goals |
| INEI | Instituto Nacional de Estadística e Informática |
| INIFAP | Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias |
| KPT | Kitchen Performance Test o Prueba de desempeño de una cocina |
| MDL | Mecanismo de Desarrollo Limpio |
| MINAGRI | Ministerio de Agricultura y Riego |
| MINAM | Ministerio del Ambiente de Perú |
| MP | Material Particulado |
| OMS | Organismo Mundial de la Salud |
| ONG's | Organismos No Gubernamentales |
| OSINERGMIN | Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería |
| SENCICO | Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción |
| TPDDTEC | Technologies and Practices to Displace Decentralized Thermal Energy Consumption o Tecnologías y prácticas para desplazar el consumo descentralizado de energía térmica |

VPA

Voluntary Programme of Activities o actividades
voluntarias en el marco de un programa

WWF

Fondo Mundial para la Naturaleza

RESUMEN

El consumo de biocombustibles como la leña es fundamental en la preparación de alimentos. Se estima que más de 3 millones de personas en el mundo cocinan utilizando fogones abiertos que queman leña pobremente; en Perú, se estima que el 70,1 por ciento de hogares de la zona rural y el 59,3 por ciento en la Sierra usan este combustible. El uso de leña en un fogón tradicional conlleva a una baja eficiencia en su uso y a altas emisiones de gases de efecto invernadero, asimismo el uso insostenible de este recurso genera una gran presión sobre los bosques. Este trabajo de suficiencia profesional tuvo como objetivo general describir y analizar la aportación de un proyecto de cocinas mejoradas a la mitigación del cambio climático y conservación de una plantación en la provincia de Dos de Mayo en la región Huánuco. Los resultados de este análisis demostraron que una cocina mejorada es más eficiente en 39,8 por ciento en comparación a un fogón tradicional, resultado aceptable dentro del parámetro mínimo requerido por SENCICO igual a 40 por ciento. Asimismo, se comparó el total de emisiones de gases de efecto invernadero (dióxido de carbono, metano y óxido nitroso) generados por un fogón tradicional y una cocina mejorada, y se determinó que este sistema mejorado reduce un total de 2,3 tCO₂ eq/año, siendo más eficiente que un biodigestor doméstico que reduce 1,9 tCO₂ eq/año. Por último, se complementó el cálculo de árboles no talados de una plantación de *Eucalyptus globulus* por el uso de una cocina mejorada, el resultado demostró que las emisiones reducidas de esta tecnología equivalen a conservar 233 árboles.

Palabras claves: cocinas mejoradas, cambio climático, conservación de bosques, eucalipto, plantaciones forestales, reducción de emisiones

PRESENTACIÓN

Desde julio de 2017 hasta la actualidad, se ha venido contribuyendo profesionalmente en la empresa Microsol Perú S.A.C; el presente trabajo monográfico deja en evidencia la creación de capacidades logradas, así como la puesta en práctica de los conceptos adquiridos en la Facultad de Ciencias Forestales gracias a esta experiencia. Se dirigieron proyectos de carbono y de cambio climático de alto impacto social y ambiental en Perú, así como en Centroamérica y México. Uno de los logros más satisfactorios ha sido, la certificación GS4GG de los Programas Qori Q'oncha y Utsil Naj en 2018 y 2019 respectivamente, que permitió la generación de créditos de carbono gracias a la implementación de cocinas mejoradas.

Con las diferentes capacidades profesionales y habilidades técnicas se ha logrado aportar positivamente a la empresa, que va desde la planificación de manera estratégica, analizar y tomar decisiones de manera crítica, aplicar conceptos de crecimiento de la biomasa forestal, entender mejor el contexto de la oferta y demanda de leña, así como identificar el tipo y densidad de las especies usadas, la aplicación de conceptos de transformación química de la madera en la optimización de energía a través de este sistema optimizado como lo es la cocina mejorada. Por último, a nivel personal las capacidades profesionales adquiridas van desde la gestión de conflictos, la construcción correcta de la cultura de la empresa, la productividad personal y la capacidad de cambiar como parte de la gestión de cambio.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, aproximadamente el 34 por ciento de la leña mundial se recoge de forma insostenible, lo que aumenta la degradación de los bosques y el aumento de la emisión de gases de efecto invernadero (GEI), principales causantes del cambio climático (Clean Cooking Alliance, 2016). Dentro de los combustibles contaminantes en Perú, el 17,3 por ciento de los hogares del país, que equivale a 1 millón 428 mil 856 hogares usan exclusivamente leña para cocinar sus alimentos, además, alrededor de cuatro millones de personas mueren anualmente por enfermedades relacionadas con la contaminación intradomiciliaria causada por prácticas ineficientes de cocción.

Para abordar este problema ambiental y social, como consecuencia del uso de fogones tradicionales, existen diferentes iniciativas de mitigación que ponen en práctica el desplazamiento de tecnologías contaminantes como lo son los proyectos de cocinas mejoradas. En ese sentido, se escogió el presente trabajo de suficiencia profesional que tiene como objetivo general: Describir y analizar la aportación de un proyecto de cocinas mejoradas a la mitigación del cambio climático y conservación de bosques plantados en la provincia de Dos de Mayo, región Huánuco, y como objetivos específicos los siguientes: 1. Analizar el ahorro de leña por el uso de la cocina mejorada en comparación a un fogón tradicional, así como la reducción de emisiones al año por cocina y 2. Calcular el número de árboles no talados de una plantación de *Eucalyptus globulus* equivalentes a la reducción de emisiones de una cocina mejorada en la zona de implementación del proyecto.

CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES

1.1 Descripción de la empresa

Microsol es una Sociedad Anónima Cerrada que comenzó sus actividades en 2009. Esta se creó con fines de asesoramiento a desarrolladores de proyectos de cocinas mejoradas para lograr la certificación carbono, promoviendo así el acceso a los servicios energéticos vitales a las comunidades más vulnerables al cambio climático en América Latina.

1.1.1 Ubicación.

La empresa está ubicada en el distrito de Miraflores, provincia y departamento de Lima, Perú en la calle Bolognesi, 125 Of. 704 (latitud: -12.119334; longitud: -77.035619). Refiérase al anexo A para ver el mapa de ubicación.

1.1.2 Actividad.

Microsol acompaña y apoya a los desarrolladores de proyectos de cocinas mejoradas en el camino a generar bonos de carbono, reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero e impactando de manera positiva en la salud y economía de las familias beneficiarias. Su presencia en el mercado internacional de carbono le permite generar recursos financieros para la sostenibilidad en el tiempo de estos proyectos.

1.1.3 Organización.

Microsol Perú cuenta con 10 trabajadores y la organización se presenta en la Figura 1.

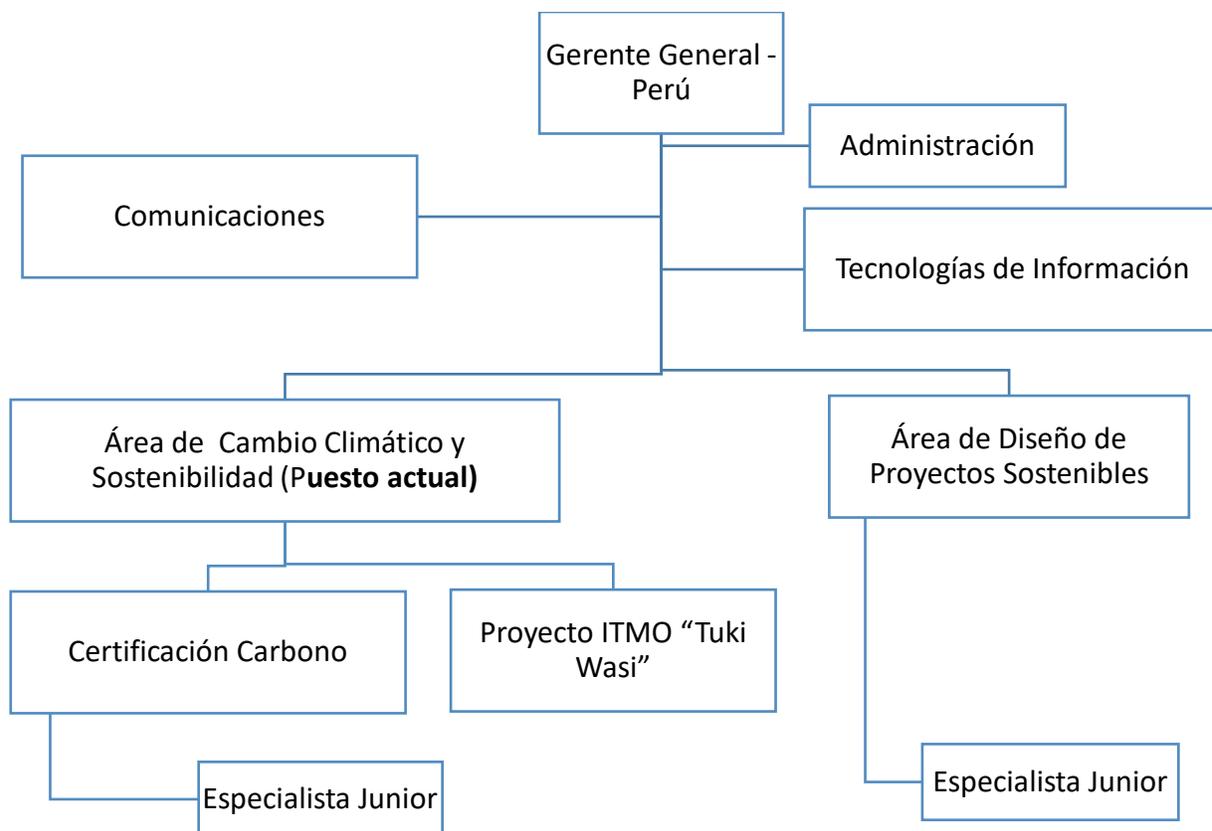


Figura 1: Organigrama de la empresa Microsol Perú

Fuente: Microsol Perú SAC

1.2 Descripción general de la experiencia

Las actividades descritas en el presente trabajo están dentro del ejercicio de la profesión, enfocadas a la certificación carbono de proyectos, las cuales se han desarrollado en la empresa Microsol Perú S.A.C durante el periodo de julio 2017 hasta la actualidad. Durante estos años, los cargos asumidos fueron los siguientes: (1) coordinadora de cambio climático y sostenibilidad, (2) coordinadora de programas de certificación carbono, (3) coordinadora de proyectos de certificación carbono, (4) encargada de proyecto junior de certificación carbono y, (5) asistente de proyecto carbono. Refiérase al Anexo B.

1.2.1 Actividad profesional desempeñada

A lo largo de la actividad profesional desempeñada, se dirigió proyectos carbono y de cambio climático de alto impacto social y ambiental a nivel local e internacional. Desde 2020, asumiendo el último puesto como coordinadora del área de cambio climático y sostenibilidad, se supervisa la puesta en marcha de la primera actividad piloto de cocinas mejoradas en Perú en virtud del Artículo 6 del Acuerdo de París, que tiene por objeto poner a prueba los nuevos enfoques del mercado para el comercio de reducciones de emisiones entre países.

Además, los diversos puestos asumidos a lo largo de esta experiencia, permitieron cumplir funciones de planificación y gestión de los distintos proyectos que cuenta Microsol en Perú, México, Guatemala y Honduras, bajo la certificación de la entidad suiza Gold Standard.

1.2.2 Nombre del producto

Este trabajo monográfico se basó en el documento “*Qori Q'oncha – Improved Cookstoves Diffusion Programme in Peru – VPA 3*”, elaborado para la certificadora Gold Standard como parte de las responsabilidades en asegurar la certificación carbono de los proyectos de cocinas mejoradas registrados bajo este Programa.

1.2.3 Resultados del producto

Por la implementación de 3 896 cocinas mejoradas y su impacto en el menor uso de leña, se logró la certificación de las mismas y la reducción de 15 017 CO₂eq bajo la metodología *Technologies and Practices to Displace Decentralized Thermal Energy Consumption* de la certificadora Gold Standard. Esta medida de mitigación permitió la conservación de los bosques de la provincia de Dos de Mayo, región de Huánuco.

CAPITULO II: FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1 Revisión de literatura

2.1.1 Consumo de leña en Perú.

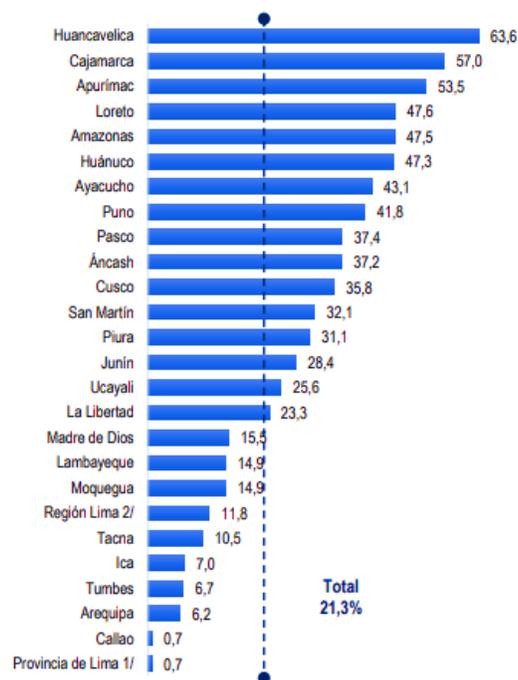


Figura 2: Porcentaje de hogares que usan leña por región

Fuente: INEI (2017)

Según el INEI (2017), el 17,3 por ciento de los hogares del país, que equivale a 1 millón 428 mil 856 hogares usan exclusivamente leña para cocinar sus alimentos. Los departamentos que usan este combustible con más del 30% de hogares se encuentran en: Cajamarca (56,2 por ciento), Huancavelica (49,3 por ciento), Amazonas (47,0 por ciento), Apurímac (46,2 por ciento), Huánuco (44,5 por ciento), Loreto (41,2 por ciento), Ayacucho (38,5 por ciento), Áncash (36,4 por ciento) y San Martín (31,7 por ciento). En el año 2017, se estimó el porcentaje de hogares que usaban combustibles contaminantes como la leña; la figura 2 a continuación

presenta los valores.

2.1.2 Fogones tradicionales: consumo de leña.

Los fogones tradicionales son cocinas que van desde su diseño más simple llamado “fogón tres piedras” que es de fácil construcción y los materiales están disponibles en casi cualquier lugar por lo que son fáciles de obtener, hasta aquellos que han sido modificados por las mismas familias para la mejora de su combustión. Estos fogones pueden alcanzar una conversión del 90 por ciento del poder calórico de la madera, pero solo una proporción pequeña de este, que va del 10 al 40 por ciento, llega a la olla (Ramírez *et al.*, 2014).

El mismo autor indica que las principales características de un fogón tradicional abierto se deben a que hay una gran superficie de exposición de la olla al calor, este calor por la combustión no se absorbe ya que el fuego choca contra la base y con los lados de la olla.; asimismo, no existe un flujo adecuado de los gases generados en la combustión, lo que conlleva el incremento de la contaminación intradomiciliaria por las emisiones del material particulado¹ (MP_{2.5}). A continuación, en la figura 3, se observa la fotografía de un fogón tradicional.



Figura 3: Fotografía de un fogón tradicional
Fuente: Microsol

¹ “El material particulado (MP) atmosférico es una mezcla compleja de partículas sólidas y líquidas presentes en el aire. Para un mejor estudio, es común la medición de las fracciones del material particulado: partículas menores de 10 micrómetros (μm), MP₁₀ y partículas menores de 2,5 μm , MP_{2.5}, las cuales varían ampliamente con respecto a su concentración y composición química según el tiempo y lugar” (Suarez – Salas, *et al.*, 2017).

2.1.3 Cocinas mejoradas: consumo de leña.

Son comúnmente llamadas "cocinas mejoradas" porque son más eficientes, seguras y porque emiten menos emisiones de GEI y material particulado que los fogones tradicionales. Según la GIZ (2012), el término suele referirse a las cocinas que queman leña, carbón, residuos agrícolas o estiércol. De la misma manera, el Ministerio de Vivienda de Perú (2009) menciona que una cocina mejorada es aquella que ofrece mejores condiciones que el fogón tradicional de fuego abierto: menor emisión de humo al interior de la vivienda, menor consumo de combustible que repercute en menor emisión de GEI y mejores condiciones de seguridad.

Según SENCICO (2018), una cocina mejorada es un tipo de cocina que debe cumplir las condiciones mínimas de la "norma técnica cocina mejorada"² de SENCICO. La evaluación de esta tecnología analiza las condiciones técnicas mínimas de durabilidad, de seguridad, de la concentración intradomiciliaria del monóxido de carbono y MP así como consumo energético, asegurando que una cocina mejorada maximiza la circulación del aire, permitiendo que el humo circule hacia el exterior, además ahorra energía que se produce al cocinar aprovechando de mejor manera el combustible; el diseño de esta se orienta principalmente a que el fuego tenga una mejor combustión y que la mayoría del calor generado pase a la olla por convección, así una eficiente combustión genera una menor emisión de contaminantes y una eficiente transferencia de calor permite un menor consumo de combustible. Ver figura 4.

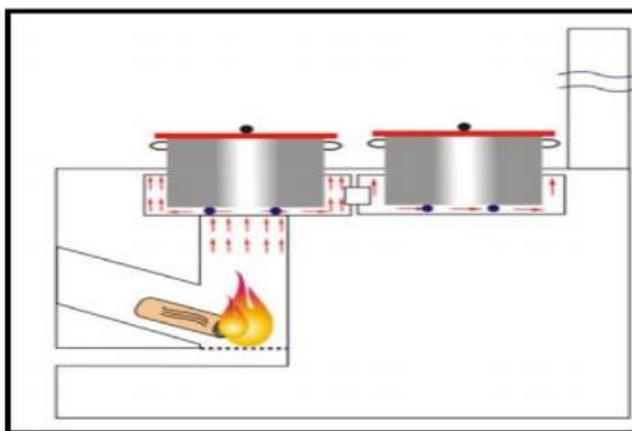


Figura 4: Transferencia de calor en una cocina mejorada

Fuente: GIZ (2012)

² N° 013 – 2018 - VIVIENDA

A continuación, en la figura 5, se muestra la fotografía de una cocina mejorada.



Figura 5: Fotografía de una cocina mejorada

Fuente: Microsol

2.1.4 Estándares carbono.

Los proyectos carbono de cocinas mejoradas pueden ser de diferentes escalas y llevarse a cabo en diferentes áreas del mundo. Muchos de estos proyectos se llevan a cabo en países en desarrollo debido al predominio del MDL como parte del mercado regulado, pero en el mercado voluntario también existen este tipo de proyectos que deben asegurar el cumplimiento de estándares³ carbono para poder certificarse, algunos de estos son, por ejemplo, contar con una línea de base, asegurar la adicionalidad⁴, evitar la doble contabilidad, contribuir positivamente al medio ambiente y sociedad (GERES, 2018).

Estos estándares son etiquetas de calidad que certifican que las reducciones de emisiones de los proyectos de compensación que cumplen con determinados criterios ambientales y/o sociales.

³ Los más importantes según Cero CO₂ (2009): Voluntary Carbon Standard (VCS), CDM (Compliance), Chicago Climate Exchange Standard, VER +, Gold Standard, Green-e

⁴ Esto significa que el proyecto sólo se llevó a cabo gracias al apoyo financiero adicional proporcionado por la venta de créditos de carbono (Carbon Market Watch, 2012).

Cada estándar establece sus propios requisitos y los criterios de certificación son muy variados, de acuerdo al tipo de mercado.

La mayoría de los estándares voluntarios de carbono se basan en los requisitos del MDL, los que han sido adaptados para reducir los plazos y los costos de la certificación, de modo que una mayor variedad de proyectos pueda ofrecerse, como el caso de la certificación Gold Standard.

El Gold Standard fue originalmente creado por la WWF en colaboración con una amplia gama de ONG's, académicos y representantes del sector privado. El Gold Standard se aplicó primero a créditos de carbono del MDL y luego a créditos de carbono del mercado voluntario. Establece requisitos, en particular, para la contribución a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (Bonatti *et al.*, 2011).

2.2. Referencias del proyecto

2.2.1 Ubicación del proyecto.

La implementación de este proyecto se hizo en la provincia de Dos de Mayo ubicada entre los 2 960 m.s.n.m. hasta 4 100 m.s.n.m. en la región de Huánuco (ver Figura 5). Esta provincia según el MINAM (2019), cuenta con una superficie de 9 374 has de bosques. Dos de Mayo se ubica en el lado este de la cordillera andina, en donde la zona de vida bosque muy húmedo – montano tropical (bmh – MT) abarca la mayor parte del territorio (ERM Perú, 2016) encontrándose hectáreas reforestadas de aliso (*Alnus acuminata*), quinua (*Chenopodium quinoa*), pino (*Pinus sp.*) y eucalipto (*Eucalyptus sp*) según el Gobierno Regional Huánuco (2017).

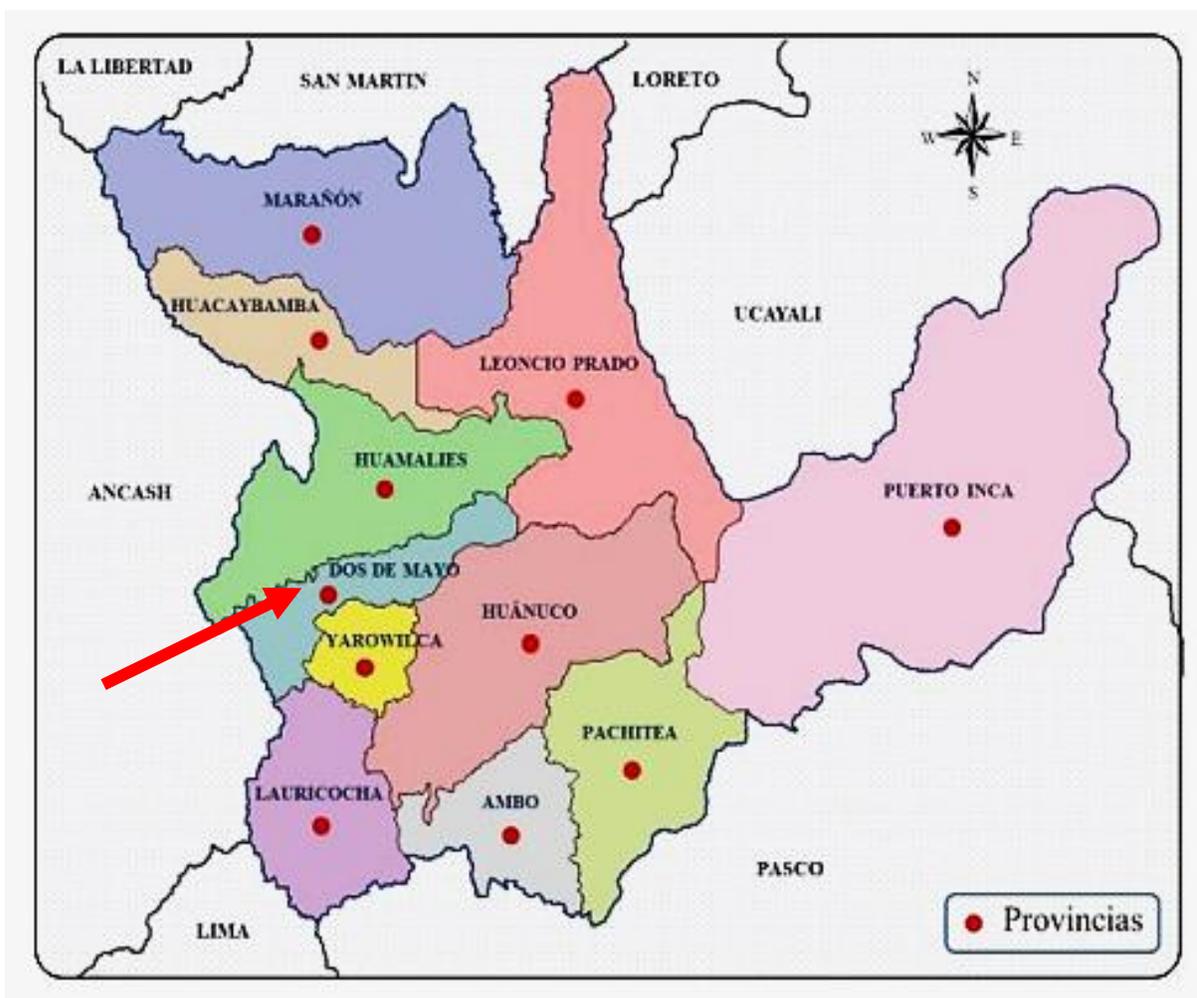


Figura 6: Ubicación del proyecto en la Provincia de Dos de Mayo, región Huánuco

Fuente: Gobierno Regional de Huánuco (2016)

2.2.2 Línea de base.

Los resultados de la línea de base permiten conocer el consumo de leña en familias con un fogón tradicional, se obtuvieron en el año 2012⁵ al momento de incluirse al Programa de Microsol llamado “Qori Q’oncha” bajo la certificación Gold Standard (Microsol, 2013). Este resultado fue igual a 10,8 kg/día/familia.

⁵ Este resultado de línea de base fue fijo por 7 años según el ciclo de la certificación carbono del Gold Standard y fue un dato referente para la generación de bonos del año 2018.

Tabla 1: Resultados de la línea de base en la Provincia de Dos de Mayo, Huánuco

| Indicador | Resultado |
|--|------------------|
| Tamaño de familia promedio | 4,4 |
| % personas que usan combustible principal leña | 90,8 |
| % personas que usan un fogón tradicional | 88,10 |
| Consumo de leña (kg leña/día/familia) | 10,8 |

Fuente: Microsol (2013)

2.2.3 Modelo de cocina mejorada.

El modelo implementado en este proyecto fue la “Inkawasi sembrando” que es el primero evaluado por el Laboratorio de Evaluación de Cocinas mejoradas de SENCICO. La implementación de este modelo se llevó a cabo en enero 2012 y se proyectó instalar 8 880 hasta fines del a 2014 (Microsol 2013), sin embargo, para la certificación materia de análisis de esta monografía, en el año 2018, se certificaron solamente 3 896 CM.

A continuación, se presenta el detalle de las partes más importantes de la cocina, así como el tipo de material por cada pieza y el tiempo de vida útil de la cocina.

Tabla 2: Partes y tiempo de vida útil de una cocina mejorada

| Parte | Materiales | Tiempo de vida útil esperado (años) |
|--|-------------------|--|
| Chimenea | Acero fundido | 10 |
| Cámara de combustión | Acero y cerámico | 7 |
| Plataforma | Adobe | 3 |
| Estructura | Adobe | 5 |
| Tiempo de vida útil esperado de la cocina con un uso adecuado y mantenimiento | | 7 |

Fuente: Microsol (2013)

La evaluación de la cocina por SENCICO en términos de eficiencia energética, sigue el procedimiento de la prueba denominada “*Water boiling test*” (WBT)⁶ que permite reportar:

- Eficiencia térmica: dado en porcentaje
- Valor de referencia del consumo total de energía (consumo energético por litro de agua): MJoule/litro
- Ahorro de combustible: en porcentaje
- Tiempo de ebullición del agua: en minutos

La cocina INKAWASI SEMBRANDO fue la primera cocina mejorada certificada por SENCICO (Ver Figura 5). FASERT (2015) indica los siguientes resultados:

- Disminución de monóxido de Carbono (CO) hasta en 98,1 por ciento.
- Disminución de contaminación al interior de la vivienda.
- Disminución de MP_{2,5} hasta en un 97,2 por ciento.
- Tiempo promedio de ebullición de 5 litros de agua en 31,3 minutos.
- 92,5 por ciento de seguridad de la cocina.

Los valores permisibles por SENCICO se encuentran en el Anexo C.



Figura 7: Cocina mejorada “INKAWASI SEMBRANDO”

Fuente: Propia

⁶ Prueba propuesta para el Centro de Energía y Programa de Salud, Fundación Shell

2.3 Consideraciones para una plantación de *Eucalyptus globulus*.

En la Tabla 3, se presentan las características de una plantación de eucalipto con fines de producción de madera, ubicada en la zona de implementación del proyecto en la provincia de Dos de Mayo, región Huánuco.

Tabla 3: Consideraciones para la plantación de *Eucalyptus globulus*

| Características | Valor | Unidad |
|------------------------------|-------|------------------------|
| Crecimiento promedio anual | 10 | m ³ /ha/año |
| Ciclo de corta ⁷ | 10 | años |
| Distanciamiento | 3 x 3 | metros |
| Número de arboles | 1 111 | arboles |
| Densidad básica de la madera | 591 | kg/m ³⁸ |

Fuente: Elaboración propia

Según (Pretell *et al.*, 1985), en plantaciones con fines maderables se recomienda un espaciamiento de 3 x 3 m o 1 111 árboles/ha. La Revista Forestal del Perú⁹ afirma que, en la sierra, los ciclos de corta del eucalipto van desde los 8 años hasta edades indeterminadas, en la práctica una gran proporción de estas plantaciones maneja un ciclo corto, no más de 10 años.

Asimismo, el rendimiento de las plantaciones es considerado bajo, esto es, de 7 a 10 m³ de incremento medio anual por hectárea en comparación con las plantaciones de Brasil que tienen crecimientos desde 35 – 46 m³/ha/año (Daetz, 2015), por lo que, para este caso en específico, se usará el mayor rendimiento de 10 m³/ha/año.

⁷ Periodo de tiempo en que, en un área sujeta a aprovechamiento forestal, es posible volver a realizar una nueva intervención, luego del crecimiento de todos los árboles de la masa residual intervenida (Instituto Nacional de Bosques, 2015).

⁸ Ascón, G. (2015)

⁹ V. 9(2):1- 14

2.4. Metodología

2.4.1 Cálculo del ahorro de leña por el uso de una CM.

La diferencia del consumo de leña de la línea de base (obtenido en 2012) versus el consumo de leña en el proyecto (obtenido en 2017) permitió calcular el ahorro de leña de una cocina mejorada. La metodología aplicada por el desarrollador del proyecto¹⁰ para el cálculo del consumo de leña en ambos escenarios fue el “*Kitchen Performance test*” (KPT)¹¹ ya que mide cuánta leña usa una familia en un periodo de tres días, este pesaje se realiza en tres etapas: (1) preaviso a las familias; (2) pesaje de leña en el primer día y, (3) pesaje de leña al tercer día.

Refiérase al anexo D en donde se detalla esta metodología.

$$\text{Ahorro de leña (kg/día/familia)} = \text{Consumo de leña FT} - \text{Consumo de leña CM}$$

2.4.2 Cálculo de las emisiones reducidas de GEI por el uso de una CM.

La diferencia de las emisiones de un fogón tradicional de la línea base versus las emisiones de una cocina mejorada del proyecto permitió calcular la reducción de emisiones de GEI al año de una CM.

$$\text{Reducción de emisiones (tCO}_2\text{eq/CM/año)} = \text{Emisiones de un FT} - \text{Emisiones de una CM}$$

Para el cálculo de las emisiones en ambos escenarios se aplicó la metodología TPDDTEC del Gold Standard, que toma en cuenta el consumo de leña, el valor calorífico de la leña, el factor de no renovabilidad de la biomasa y los factores de emisión del dióxido de carbono, metano y óxido nitroso. Refiérase al Anexo E.

¹⁰ El tratamiento de los resultados de consumo de leña obtenidos en el escenario de proyecto en julio 20217 fueron parte del aporte profesional a la empresa.

¹¹ Se diferencia de la prueba en laboratorio realizada por el SENCICO ya que son llevadas a cabo en condiciones reales.

2.4.3 Cálculo del número de árboles no talados por el uso de una CM.

La metodología usada para el cálculo de este indicador fue de Barrientos y Molina (2014) que estima el número de hectáreas necesarias para neutralizar un determinado número de emisiones, esta metodología fue modificada para calcular el número de árboles de una plantación de *Eucalyptus globulus* de 3 x 3 metros de distanciamiento equivalentes al total de la reducción de emisiones de una CM, de la siguiente manera:

- Se divide el valor del crecimiento medio anual ($\text{m}^3/\text{ha}/\text{año}$) por el número de árboles por hectárea para obtener el crecimiento por árbol ($\text{m}^3/\text{árbol}/\text{año}$),
- luego este valor multiplicarlo por la densidad (kg/m^3) para obtener el crecimiento en peso ($\text{kg}/\text{árbol}/\text{año}$),
- este valor asimismo fue multiplicado por el factor de conversión del 50% para representar el carbono (C) que absorbe un árbol ($\text{kg C}/\text{árbol}/\text{año}$)
- para que finalmente este valor se transforme en CO_2 multiplicándolo por la proporción entre el peso molecular del dióxido de carbono y el del carbono (44/12)
- finalmente, se calcula la cantidad de CO_2 capturado por hectárea, asimismo el número de árboles equivalentes a las reducciones de emisiones generadas por una CM.

CAPITULO III: RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1 Comparación del consumo de leña de una cocina mejorada versus un fogón tradicional

En la tabla 4, se presenta los resultados del consumo de leña en el escenario de proyecto. Estos resultados se obtuvieron en 2017 como parte del monitoreo frecuente a la población beneficiada con esta tecnología. Se realizaron 142 encuestas en la provincia de Dos de Mayo, Huánuco sobre una población de 3 896 familias que cumplen con los criterios de elegibilidad del proyecto como: uso combustible principal leña y uso de un fogón tradicional. Para la ejecución de esta campaña se siguió previamente un plan de muestreo¹² al azar.

Los resultados del proyecto fueron recepcionados a través de un software interno de la empresa, estos fueron analizados estadísticamente en gabinete en donde se reportó: el tamaño de familia promedio, el porcentaje de personas que usan leña como combustible principal, el porcentaje de familias que habían eliminado su fogón tradicional y el porcentaje de uso, por último, se calculó el consumo de leña por familia que usaban diariamente en una cocina mejorada.

El aporte profesional en esta etapa permitió generar los insumos necesarios para el cálculo de las reducciones de emisiones por cocina que se presentan en la sección 3.2.

Tabla 4: Resultados de las encuestas sobre el uso de las CM en la provincia de Dos de Mayo, Huánuco

| Indicador | Resultados |
|--|-------------------|
| Tamaño de familia promedio | 5,4 |
| % personas que usan leña ¹³ | 100 |

¹² El plan de muestreo no es materia de esta monografía ya que no fue un aporte profesional, sin embargo, se menciona como parte del contexto.

¹³ Como combustible principal

| Indicador | Resultados |
|--|-------------------|
| % de eliminación del fogón tradicional | 100 |
| % de tasa de uso ¹⁴ | 99,1 |
| Consumo de leña (kg leña/día/familia) | 6,5 |

Fuente: Microsol (2018)

Para el cálculo de ahorro de leña se hizo una diferencia entre el consumo por hogar al día con un fogón tradicional versus el consumo de leña con una cocina mejorada¹⁵, como se muestra en la Tabla 5, a continuación:

Tabla 5: Ahorro de leña de una CM versus un fogón tradicional en la provincia de Dos de Mayo, Huánuco

| Consumo con fogón tradicional (kg leña/día/familia) | Consumo con cocina mejorada (kg leña/día/familia) | Ahorro de leña (kg leña/día/familia) |
|--|--|---|
| 10,8 | 6,5 | 4,3 |

Fuente: Elaboración propia

Las posibles razones de estos resultados se analizan a continuación:

El consumo de leña está directamente relacionado con el tamaño de familia promedio, que a más integrantes el consumo es mayor. Además, se puede observar que el tamaño promedio de familia calculado en el escenario del proyecto en 2017 es mayor (5,4 personas/hogar) comparado al promedio por familia en 2012 durante la línea de base (4,4 personas/hogar), por lo que se esperaría un mayor consumo de leña en el escenario con cocinas mejoradas, sin embargo, esto no sucede ya que disminuyó el patrón de consumo energético por vivienda de 10,8 a 6,5 kg leña/día/familia, esto se debe principalmente a la eficiencia en la combustión de la leña al tener una cámara de combustión cerrada.

¹⁴ Valor promedio

¹⁵ No se puede comparar con el consumo de leña por familia en la región, sin embargo, es importante mencionar. Es importante mencionar que en muchas ocasiones las estadísticas no contemplan todas las fuentes de abastecimiento de leña, ni la totalidad de los distintos consumos de biomasa con fines energéticos (Barrena *et al.*, s.f)

Asimismo, las razones de esta diferencia pueden depender del total del tiempo de cocción de los alimentos y condición física de la leña a usar, cuanto más delgado, seco y pequeño se encuentre, se consumirá con mayor velocidad y los impactos producidos son beneficiosos para los usuarios (Ogandi, 2019). Ambos resultados podrían estar vinculados con las tradiciones culinarias de las familias andinas. El MINAGRI (s.f.) afirma en Huánuco, los principales productos de la zona andina son la papa, el olluco y el maíz, por lo que se puede asumir de los viajes de visita a campo como parte de las responsabilidades en certificar el proyecto, que generalmente estos culturalmente se consumen de manera hervida o en sopas.

Como se observa el combustible principal es la leña tanto en la línea de base como en el escenario de proyecto en su totalidad, a pesar de que un total de 42 317 personas en la región Huánuco fueron beneficiadas con un vale de descuento¹⁶ para obtener un balón de GLP después de la implementación del proyecto en 2014¹⁷, por lo que se puede afirmar que esta iniciativa no fue aceptada de manera satisfactoria en los hogares.

Por el contrario, en términos de adopción, la cocina mejorada fue aceptada por las familias ya se puede observar una tasa de uso alta (99,1 por ciento) por lo que se puede afirmar que las estrategias de sensibilización y capacitación del operador del proyecto ha sido adecuadamente incorporadas, así como el porcentaje de transferencia de tecnología (tasa de eliminación del fogón tradicional igual a 100 por ciento) que se refiere no solo con la aceptación de la infraestructura, sino también al conocimiento necesario sobre el buen uso de su cocina mejorada que permite involucrarla y adoptarla en los hogares, aspecto clave para lograr la sostenibilidad de la tecnología introducida (ENDEV, 2012).

La literatura indica que, en Perú, las familias que usan un fogón tradicional consumen aproximadamente 10 kg al día de leña (GIZ, s.f.), lo cual se confirma con los resultados obtenidos en la línea de base equivalente a 10,8 kg leña/día/familia, que si al compararse con el

¹⁶ Vale de descuento de 16 soles por un balón de GLP de 10 kg

¹⁷ FISE (2015)

consumo de leña obtenido en el proyecto, igual a 6,5 kg/día/familia se puede afirmar que el modelo de cocina mejorada “INKASAWAI SEMBRANDO” *in situ* ahorra leña en un 39,8 por ciento o 4,3 kg/día/familia; este resultado es aceptable en comparación al mínimo establecido por SENCICO equivalente a 40 por ciento, por el contrario, Aristizábal (2014) afirma que la eficiencia de una cocina mejorada bajo condiciones controladas no parece guardar relación con los ahorros de leña que se obtienen cuando una cocina es introducida en ambiente real de cocción.

3.2 Emisiones de GEI reducidas por el uso de una CM

A continuación, se presentan los resultados y el análisis de las emisiones generadas tanto para la línea de como del proyecto, lo que permite por diferencia calcular el número de toneladas de dióxido de carbono equivalente reducidas por una cocina mejorada al año.

Los resultados se muestran en la Tabla 6.

Tabla 6: Emisiones generadas en la línea de base y el proyecto

| Variable | Unidad | Emisiones por uso de fogón tradicional | Emisiones por uso de CM |
|-----------------------|--------------------------------|--|-------------------------|
| $B_{bl,y}$ | kg/cocina/día | 10,8 | 6,5 |
| $V_{CN_{leña}}$ | TJ/t leña | 0,0156 | 0,0156 |
| X_{NRB} | | 73,7% | 73,7% |
| EF_{bl,bio,CO_2} | tCO ₂ /TJ | 112 | 112 |
| $EF_{bl,bio,no CO_2}$ | tCO ₂ /TJ | 8,6 | 8,6 |
| BE_Y | tCO ₂ eq/año/cocina | 5,6 | 3,3 |

Fuente: Microsol (2018)

El resultado de las emisiones reducidas por una cocina mejorada se calculó de la diferencia de las emisiones generadas en ambos escenarios, ver Tabla 7.

Tabla 7: Reducción de emisiones de una CM

| Emisiones de un FT (tCO₂eq) | Emisiones de una CM (tCO₂eq) | Reducción de emisiones por CM (tCO₂eq) |
|---|--|--|
| 5,6 | 3,3 | 2,3 |

Fuente: Elaboración propia

Este resultado demostró que esta tecnología reduce un total de 2,3 tCO₂eq/año, resultado que no puede ser comparado con las pruebas de SENCICO ya que esta institución mide la emisión del monóxido de carbono (CO) que proviene de la combustión incompleta de la leña. Ver Anexo F en donde se presenta el procedimiento de medición de las emisiones de CO por esta institución. Sin embargo, si comparamos estos resultados con otra medida de mitigación como un biodigestor domestico que reduce 1,9 tCO₂eq/año¹⁸, se puede decir que una cocina mejorada es más eficiente.

Lograr la certificación de este proyecto y la generación de un total de 15 017 bonos de carbono¹⁹ por la implementación de 3 896 cocinas mejoradas aplicando la metodología TPDDTEC del Gold Standard, es considerado uno de los aportes profesionales para la empresa, ya que por la venta de estos bonos en el mercado voluntario de carbono se asegura la necesidad continua de financiamiento del proyecto en el tiempo, asegurando su sostenibilidad y promoviendo la calidad de la vida de estas familias usuarias vulnerables a la pobreza y al cambio climático.

3.3 Número de árboles no talados por el uso de una CM

El último aporte profesional es complementar el cálculo de número de árboles de una plantación de eucalipto en la zona de implementación gracias a la reducción de 2,3 tCO₂eq/año por una cocina mejorada o 2 300 kgCO₂eq/año.

¹⁸ Japan International Research Center for Agricultural Sciences (2016)

¹⁹ 1 bono de carbono es equivalente 1t CO₂

En la tabla 8 se presentan los valores de captura de CO₂ de la plantación de esta especie. Primero se dividió el valor del crecimiento medio anual (m³/ha/año) entre el número de árboles por hectárea para obtener el crecimiento por árbol (m³/árbol/año), luego se multiplico por la densidad (kg/m³) para obtener el crecimiento en peso (kg/árbol/año), este último valor fue multiplicado por el factor de conversión del 50 por ciento para representar el carbono (C) que absorbe un árbol (kg C/árbol/año) para que finalmente se transforme en CO₂ multiplicándolo por la proporción del peso molecular del dióxido de carbono entre el carbono (44/12).

Tabla 8: Valores de captura de CO₂ de una plantación de *Eucalyptus globulus*

| Crecimiento por árbol (m³/árbol/año) | Crecimiento en peso por árbol (kg/árbol/año) | Captura de C (kg C/árbol/año) | Captura CO₂ (kg CO₂/árbol/año) |
|--|---|--------------------------------------|---|
| 0,009 | 5,32 | 2,66 | 9,75 |

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente Tabla 9 se presenta la cantidad de CO₂ capturado por una hectárea plantada de eucalipto (*Eucalyptus globulus*), asimismo el número de árboles no talados por el uso de una CM al año.

Tabla 9: Superficie y número de árboles no talados de una plantación de *Eucalyptus globulus* por el uso de una CM

| Captura de CO₂ (kg CO₂/ha/año) | Hectáreas (ha) | Total de árboles no talados |
|---|-----------------------|------------------------------------|
| 10 832,25 | 0,21 | 233 |

Fuente: Elaboración propia

Las reducciones de emisiones de una CM igual a 2,3 t/CO₂ eq/año equivalen a no talar 233 árboles al año de *Eucalyptus globulus* para su uso como leña; este resultado está directamente vinculado con el crecimiento anual de la especie, así como el distanciamiento dependiendo del objetivo de la plantación. Con el mismo objetivo de producción de madera con un crecimiento medio anual de 46 m³/ha/año, una CM en una ubicación con mejores condiciones de clima y suelo, estaría conservando un total de 51 árboles al año.

CONCLUSIONES

1. El proyecto de cocinas mejoradas implementadas en la provincia de Dos de Mayo, región de Huánuco, compensó el impacto negativo de talar árboles para su uso como combustible, reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero y permitiendo la conservación de los bosques.
2. El modelo “INKAWASI SEMBRANDO” ahorra en promedio 4,3 kg de leña/día/familia comparado a un fogón tradicional, lo que significa un ahorro equivalente al 39,8 por ciento, valor que permite el uso de combustible de manera eficiente. Al comparar las emisiones de un fogón tradicional versus una cocina mejorada, se calculó que una cocina mejorada reduce 2,3 tCO₂eq/año.
3. El uso de una CM permite la conservación de 233 árboles de una plantación de *Eucalyptus globulus* a un distanciamiento de 3x3 metros a un crecimiento promedio de 10m³/ha/año en la zona de implementación del proyecto.

RECOMENDACIONES

1. Realizar un estudio en términos de adopción del GLP en las zonas de intervención estudiadas para evaluar si es que es mejor optar por una tecnología más limpia o seguir implementando proyectos con esta tecnología de transición.
2. Realizar pruebas de emisiones de CO en las cocinas mejoradas del proyecto.
3. Plantear estrategias de sostenibilidad ya que es un factor clave en la continuidad en el tiempo de este tipo de proyectos; no puede sostenerse sin las actividades de sensibilización a las familias sobre los beneficios de las CM, mantenimiento para optimizar el funcionamiento y vida útil de las piezas, y el uso correcto de la tecnología.
4. Hacer un estudio sobre los ciclos de corta y crecimiento promedio anual de una plantación para leña de eucalipto en la provincia de Dos de Mayo, Huánuco, Perú.

BIBLIOGRAFÍA

- Alava D. (2015). Cálculo de la huella de carbono bajo la metodología de GreenHouse Gas Protocol. Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/143450632.pdf>
- Aristizábal, J. (2014). *Validación y evaluación comparativa de la eficiencia de una estufa de leña mejorada bajo condiciones controladas y prueba de campo*. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/403520304/Dialnet-ValidacionYEvaluacionComparativaDeLaEficienciaDeUn-4880824-5>
- Ascón, G. (2015). *Manejo e industrialización del eucalipto (Eucalyptus globulus)* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Trujillo. Recuperada de <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/4396/MORENO%20RODRIGUEZ%20LUCAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Barrena V., Gianella J., Garcia H., Flores N., Rubin E., Ocaña J., Guillen R. (s.f.). Metodología aplicada en el análisis de recursos de biomasa leñosa y de residuos para uso combustible. Recuperado de <http://www.fao.org/3/i1708s/i1708s07.pdf>
- Barrientos E., Molina M. (2014). Medida de la huella de carbono en una empresa de fabricación de briquetas (Tesis de pregrado). Recuperado de <https://docplayer.es/152855581-Universidad-nacional-agraria-la-molina.html>
- Fundación Bioplanet (2018). ¿Qué son los bonos de carbono? Recuperado de <https://paris2015cop21.org/que-son-bonos-carbono/>

- Bonatti A., François Y. y Senillon G. (2011). Comprendre La Finance Carbone. Recuperado de https://www.geres.eu/wp-content/uploads/2019/10/fiche_outil_complet_final.pdf
- Cero CO2. (2009). Estándares del mercado voluntario de carbono y registros. Recuperado de http://www.unescoetxea.org/dokumentuak/IF4_mercado_voluntario.pdf
- Carbon Market Watch. (2012). Adicionalidad y Línea base. Recuperado de <https://carbonmarketwatch.org/es/2012/10/23/adicionalidad-y-lineas-de-base/>
- Clean Cooking Alliance. (2016). Delivering on the SDGs through clean cooking. Recuperado de <https://www.cleancookingalliance.org/resources/470.html>
- Energising Development (ENDEV). (2012). Facilitando la adopción de las cocinas mejoradas guía para planificadores o implementadores de proyectos de cocinas mejoradas. Recuperado de https://energypedia.info/images/c/cf/Facilitando_la_adopci%C3%B3n_de_cocinas_mejoradas_-_2012.pdf
- ERM Perú. (2016). Proyecto Suministro de electricidad con recursos energético renovables en áreas no conectadas a Red - Zona centro. Recuperado de http://www.transparencia.munlima.gob.pe/images/descargas/eje-ambiental/GESTION-AMBIENTAL/5-DIA-Suministro-de-electricidad-Zona-Centro_ERGON-PERU-SAC.pdf
- Fondo de Inclusión Social Energético (FISE). (2015). Un millón de familias empadronadas para el vale FISE. Recuperado de http://www.fise.gob.pe/pags/PublicacionesFISE/Revista_Semestral_FISE_2014_II.pdf
- Fondo de Acceso Sostenible a Energía Renovable Térmica (FASERT). (2015). Catálogo de cocinas. Recuperado de http://www.fasert.org/FONDO-CONCURSABLE/CONVOCATORIA2016/Documentos/Catalogo_web_2015_interactivo.aspx
- French Group for the Environment, Renewable Energy and Solidarity (GERES). (2018). Annual Report 2018. Recuperado de https://www.geres.eu/wp-content/uploads/2019/10/2018_Annual-report_ANGLAIS_WEB.pdf

German Corporation For International Cooperation (GIZ). (s.f.). Por un Perú sin humo campaña nacional medio millón de cocinas mejoradas. Recuperado de <http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/2782.pdf>

German Corporation For International Cooperation (GIZ). (2012). Ahorro de leña, disminución de la polución intradomiliaria y a la conservación de bosques, mediante el empleo de cocinas y hornos mejorados validados. Recuperado de <http://www.perusolar.org/wp-content/uploads/2013/01/31.pdf>

German Corporation For International Cooperation (GIZ). (2012). Facts on Cooking Energy. Recuperado de https://energypedia.info/wiki/Facts_on_Cooking_Energy#cite_note-2

Gobierno Regional de Huánuco. (2017). *Primera audiencia pública regional 2017*. Recuperado de http://ftp.regionhuanuco.gob.pe/regulations/2017/999/999000020172017_1512076689.pdf

Instituto Nacional De Bosques (2018). Lineamientos técnicos de manejo forestal. Recuperado de http://www.itto.int/files/itto_project_db_input/2972/Technical/Lineamientos%20Técnicos%20de%20Manejo%20Forestal.pdf

Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2017). Hogares en viviendas particulares censadas con ocupantes presentes, según combustible que utilizan para cocinar los alimentos. Recuperado de https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1538/parte03.pdf

Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). (s.f). Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Recuperado de https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/spanish/2_Energy_ES.pdf

- Japan International Research Center for Agricultural Sciences. (2016). Domestic biogas digesters reduce greenhouse gas emissions and provide benefits to households. Recuperado de https://www.jircas.go.jp/en/publication/research_results/2016_a01
- Microsol. (2013). Gold Standard Project Design Document (PDD 08.11.2013_v8.pdf). Recuperado de https://impact.sustain-cert.com/public_projects/235
- Microsol. (2016). Fraction of Non-Renewable Biomass (fNRB) Assessment for Peru. Recuperado de https://www.goldstandard.org/sites/default/files/documents/final_perufnrassessment_microsol_20160317.docx.pdf
- Microsol (2018). Other Document 11 (Monitoring Report_4th monitoring period_15.11.2015 to 03.12.2017_v6.docx). Recuperado de https://impact.sustain-cert.com/public_projects/235
- Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI). (s.f.). IV. Huánuco. Recuperado de <http://minagri.gob.pe/portal/download/pdf/especiales/aliados/Huanuco.pdf>
- Ministerio del Ambiente (MINAM). (2019). Dossier Huánuco. Recuperado de <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/huanuco-estadisticas-ambientales-diciembre-2019>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2009). Reglamento para la evaluación y certificación de la cocina mejorada. Recuperado de http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios_Normalizacion/Normalizacion/normas/ReglamentoGINCocinasMejoradas.pdf
- Ogandi, E. (2019). Evaluación de impacto socioambiental producido por el uso de leña en cocinas mejoradas, en el centro poblado de Mazán, Maynas - Loreto – 2019 (Tesis de pregrado). Recuperado de http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstream/handle/UCP/753/TRABAJO%20FINAL_OGA_NDI%20RAMIREZ%20ETENE.pdf?sequence=4&isAllowed=y

- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (s.f.). Portal terminológico de la FAO. Búsqueda de “valor calórico”. Recuperado de <http://www.fao.org/faoterm/es/>
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2014.) WHO Indoor Air Quality Guidelines: Household Fuel Combustion. Recuperado de https://www.who.int/airpollution/guidelines/household-fuel-combustion/IAQ_HHFC_guidelines.pdf
- Ramirez J. & Taborda A. (2014). Consumo de leña en fogones tradicionales en familias campesinas del oriente antioqueño. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/pml/v9n1/v9n1a08.pdf>
- Ramirez R., Marlenne K. (2018). Etapas de crecimiento, incremento corriente anual e incremento medio anual de *Prunus serotina* Mcvaugh mediante dendrocronología, en los Distritos de Pilcomayo y Huamancaca Chico (Tesis de pregrado). Recuperado de http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/5282/T010_43727719_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Revista Forestal del Perú. (s.f.). Turno financiero en plantaciones *Eucalyptus globulus* Labill del valle de Mantaro. Recuperado de [http://cedinfor.lamolina.edu.pe/Articulos_RFP/Vol09_no2_79_\(13\)/Vol9_no2_art3.pdf](http://cedinfor.lamolina.edu.pe/Articulos_RFP/Vol09_no2_79_(13)/Vol9_no2_art3.pdf)
- Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción (SENCICO). (2018). Evaluación y certificación de la cocina mejorada. Recuperado de <https://drive.google.com/file/d/1v0fn7zMmkEhsnOnRZugcL5MjIweCAp1w/view>
- Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción (SENCICO). (2019). Manual para la instalación de cocinas mejoradas. Recuperado de https://issuu.com/sencico_documentosdigitales/docs/manual_para_la_instalaci_oacute_n_d
- Seppänen, P. (2002). Secuestro de carbono a través de plantaciones de eucalipto en el trópico húmedo. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/497/49740208.pdf>

- Sevilla A. (s.f.). Densidad básica de la madera. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/287546928/DENSIDAD-BASICA-DE-LA-MADERA>
- Tellez J., Rodriguez A., Fajardo A. (2006). Contaminación por Monóxido de Carbono: un Problema de Salud Ambiental. Recuperado de <https://www.scielosp.org/pdf/rsap/2006.v8n1/108-117/es>
- Pérez R. (2002). Sistema Internacional de Unidades SI. Recuperado de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0048-77322002000100010
- Pretell J., Ocaña D., Jon R., Barahona E. (1985). Apuntes sobre algunas especies forestales nativas de la sierra peruana. Recuperado de <http://www.asocam.org/sites/default/files/publicaciones/files/12c422c8aa414da8fe966053bdbf73f9.pdf>

ANEXOS

ANEXO A: Ubicación de la empresa Microsol Perú



Fuente: Open Street Map (2020)

ANEXO B: Certificado de trabajo



CERTIFICADO DE TRABAJO

Por el presente MICRO SOL PERU S.A.C. con RUC: 20521779013, domiciliado en Jr. Bolognesi N° 125 Int. 704 Lima - Lima - Miraflores, representado por su Gerente General, PANDURO CERVANTES MELINA KATHERINE; identificada con DNI N° 29639580.

Siendo Microsol una empresa dedicada a implementar proyectos socioambientales que mejoran la calidad de vida de miles de personas afectadas por la pobreza y el cambio climático en zonas rurales de América Latina gracias a tecnologías innovadoras de cocción limpia que ahorran leña y evitan la destrucción de bosques, además de impactar directamente en la salud y la economía de estas poblaciones vulnerables.

CERTIFICA

Que la Srta. ELIZABETH LOPEZ SAN MARTIN, bachiller en Ciencias Forestales, identificada con el DNI 46370289, ha venido proporcionando sus servicios profesionales en nuestra organización desde julio 2017 hasta la actualidad, escalando y responsabilizándose en los cargos que son detallados a continuación:

- **ASISTENTE DE PROYECTO CARBONO** (julio 2017 – setiembre 2017): Encargada de asistir en la coordinación con operadores locales para la obtención de la documentación carbono del Programa de Cocinas Mejoradas Qori Q'oncha en Perú.
- **ENCARGADA DE PROYECTO JUNIOR DE CERTIFICACIÓN CARBONO** (octubre 2017 – setiembre 2018): Encargada del cálculo de bonos de carbono y contribución a 7 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de los Programas de Cocinas Mejoradas Qori Q'oncha en Perú y Utsil Naj en México
- **COORDINADORA DE PROYECTOS DE CERTIFICACIÓN CARBONO** (octubre 2018 – noviembre 2019): Encargada de la coordinación de los Proyectos de Cocinas Mejoradas Qori Q'oncha en Perú y Utsil Naj en México y Centro América para lograr la generación de bonos de carbono y contribución a los ODS bajo el estándar suizo Gold Standard.

Calle Bolognesi 125, Of 704
Miraflores – Lima, Perú.
(0051) 976 678 104
www.microsol-int.com

- **COORDINADORA DE PROGRAMAS DE CERTIFICACIÓN CARBONO** (diciembre 2019 – mayo 2020): Encargada de la coordinación de los Programas de Cocinas Mejoradas Qori Q'oncha en Perú y Utsil Naj en México y Centro América para lograr la generación de bonos de carbono y contribución a los ODS bajo el estándar suizo Gold Standard.
- **COORDINADORA DE CAMBIO CLIMÁTICO & SOSTENIBILIDAD** (junio 2020 – actualidad): Encargada del área técnica, supervisa la Coordinación de Certificación Carbono y la Coordinación del proyecto piloto de ITMO (Resultados de Mitigación de Transferencia Internacional), bajo el Artículo 6 del Acuerdo de París.

La Srta. ELIZABETH LOPEZ SAN MARTIN, ha demostrado puntualidad, honestidad y responsabilidad en las labores encomendadas.

Se expide el presente documento, a solicitud de la interesada, para los fines que estime conveniente.

Miraflores, 25 de agosto del 2020


PANDURO CERVANTES MELINA KATHERINE
Gerente General

Calle Bolognesi 125, Of 704
Miraflores – Lima, Perú.
(0051) 976 678 104
www.microsol-int.com

ANEXO C: Parámetros de SENCICO para la certificación de una cocina mejorada

| | PRUEBA | VALORES PERMISIBLES | RESULTADOS DE EVALUACION |
|------------------------------|---|---|--------------------------|
| DURABILIDAD | Prueba de uso extendido | Factor de riesgo +1 | |
| | Prueba de Impacto Externo | Factor de riesgo +3 | |
| | Prueba de Impacto Interno | Factor de riesgo +3 | |
| | Prueba de adhesión del revestimiento | Factor de riesgo +2 | |
| | Prueba de enfriamiento | Factor de riesgo +1 | |
| SEGURIDAD | Grado total de seguridad | Mínimo 88 puntos | |
| CONTAMIN. INTRA-DOMICILIARIA | Concentración de Monóxido de carbono CO (porcentaje obtenido respecto a la prueba de referencia en cocina a fuego abierto) * | Máximo 5% | % |
| | Concentración de Material particulado PM _{2.5} (porcentaje obtenido respecto a la prueba de referencia en cocina a fuego abierto) ** | Máximo 5% | % |
| ASPECTOS ENERGETICOS | Valor de referencia del consumo total de energía | Máximo 4.5 MJ/litro ($\varnothing_{\text{olla}} \leq 33\text{cm}$) Máximo 3.0 MJ/litro ($34\text{cm} \leq \varnothing_{\text{olla}} \leq 42\text{cm}$) | MJ/L |
| | Eficiencia térmica alto poder [(inicio frío + inicio caliente) /2] | Mínimo 25% ($\varnothing_{\text{olla}} \leq 33\text{cm}$) Mínimo 30% ($34\text{cm} \leq \varnothing_{\text{olla}} \leq 42\text{cm}$) |% |
| | Ahorro de combustible [1-(Eficiencia térmica de una cocina a fuego abierto /eficiencia de una cocina mejorada)]*100% | Mínimo 40% | % |
| | Tiempo máximo para ebullición de L de agua | Maximo 35 min ($\varnothing_{\text{olla}} \leq 33\text{cm}$) Máximo 40 min ($34\text{cm} \leq \varnothing_{\text{olla}} \leq 42\text{cm}$) | min |

Fuente: SENCICO (2018)

ANEXO D: Metodología para el cálculo del consumo de leña

La medición del consumo de leña se da en un periodo de 3 días tal y como lo indica la metodología:

1. La leña considerada se mide sobre una base de 3 días, excluyendo el domingo cuando en ocasiones específicas como fiestas tradicionales puede aumentar el consumo para poder extrapolar proporcionalmente los resultados, siendo conservadores.
2. La entrevista se dirige principalmente a la persona que se encarga de cocinar. La balanza utilizada para la ponderación debe tener una precisión no inferior a 50g. Esta debe ser calibrada antes de la prueba.
3. La medición se realiza tanto en la estación seca como en la época de lluvias si es posible o durante la "estación conservadora" identificada durante las encuestas de línea de base en donde se pregunta si es que existe un uso mayor en alguna época en comparación con la otra.

ANEXO E: Metodología para el cálculo de reducción de emisiones

1. Cálculo de emisiones de la línea de base “BE_Y”

$$BE_y = P_{(b,y)} \cdot NCV_{wood} \cdot \left(f_{NRB(b,y)} \cdot EF_{(b,wood,CO_2)} + EF_{(b,wood,non\ CO_2)} \right) \cdot 365$$

En donde:

$P_{(b,y)}$ Consumo diario de leña en ambas estaciones en el año “y” de un fogón tradicional

NCV_{wood} Valor calorífico neto de la madera

$f_{NRB(p,y)}$ Fracción de no renovabilidad de la biomasa²⁰ en el escenario de línea de base en el año “y”

EF_{bl,bio,CO_2} Factor de emisión de CO₂ de la biomasa

$EF_{bl,bio,noCO_2}$ Factores de emisión del metano y óxido nitroso de la biomasa

2. Cálculo de emisiones de proyecto “PE_Y”

$$PE_y = P_{(p,y)} \cdot NCV_{wood} \cdot \left(f_{NRB(p,y)} \cdot EF_{(p,wood,CO_2)} + EF_{(p,wood,non\ CO_2)} \right) \cdot 365$$

²⁰ La fracción de biomasa no renovable (fNRB) es decir, la fracción de biomasa leñosa ahorrada por una actividad de proyecto que puede establecerse como biomasa no renovable, tiene un impacto directo sobre la reducción de las emisiones de GEI, por lo que su evaluación es de gran importancia. (Microsol, 2016)

En donde:

$P_{(p,y)}$ Consumo diario de leña en ambas estaciones en el año “y” de una cocina mejorada

NCV_{wood} Valor calorífico neto de la madera

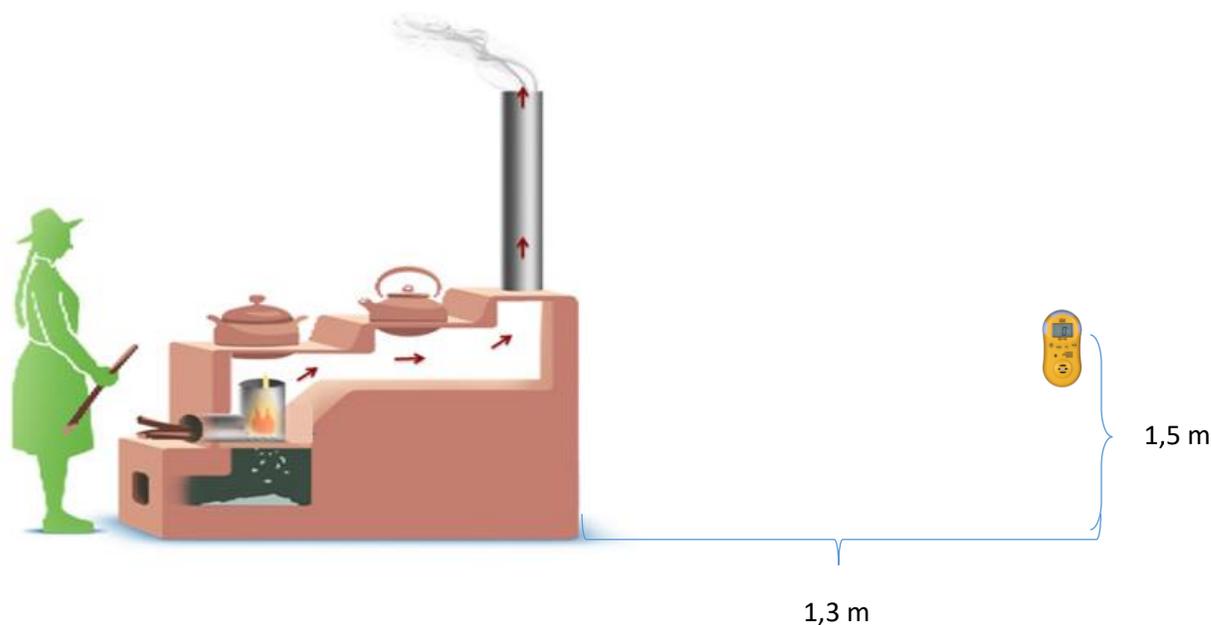
$f_{NRB(p,y)}$ Fracción de no renovabilidad de la biomasa¹⁵ en el escenario de proyecto en el año “y”

EF_{bl,bio,CO_2} Factor de emisión de CO₂ de la biomasa

$EF_{bl,bio,noCO_2}$ Factores de emisión del metano y óxido nitroso de la biomasa

ANEXO F: Procedimiento de medición de emisiones de CO de SENCICO

- La prueba se realiza una vez por día por tres días consecutivos.
- Colocar el medidor de gases frente a la cocina, a una distancia de 1,3 m y a 1,5m de altura del piso. Se enciende este medidor unos 30 minutos antes de encender la cocina.
- Se mantiene el medidor encendido hasta culminar la prueba (90 minutos)
- Se colocan las ollas con tapa en las hornillas con agua en cada hornilla según sea el tipo de cocina. Encender la cocina, luego de transcurrido el periodo de funcionamiento preliminar del medidor.
- Mantener por 60 minutos la cocina prendida, simulando una operación real (añadiendo combustible en piezas iguales, en periodo similares de tiempo, hasta alcanzar lo requerido.
- La prueba durara 60 minutos desde el momento en que se enciende la cocina. Durante la prueba se tratará en todo momento de lograr el mayor poder calórico de la cocina (alta potencia)
- Cumplida la hora de la prueba con la cocina prendida, se apaga el medidor de CO.



Fuente: SENCICO (2018)

ANEXO G: Glosario

| Término | Unidad | Significado |
|---|---------------------------|--|
| 1. Caloría | cal | Es la cantidad de calor que cede o absorbe un gramo de agua para variar su temperatura en un grado (Escallón, 2013). |
| 2. Cantidad de calor | J | Es la unidad de medida de calor, según el Sistema Internacional de Unidades. Un (1) joule equivale a 0.2390 cal (Pérez, 2002). |
| 3. Valor calorífico neto de la leña | J/kg | Es la energía contenida en la leña y que se genera al combustionarse una cantidad determinada de esta misma; en otras palabras, es la cantidad de calor liberado por la combustión total de una unidad de volumen o masa de la leña (Portal terminológico de la FAO). |
| 4. Densidad básica de la madera | kg/cm³ | Es una característica propia de cada tipo de árbol. Se calcula dividiendo la masa anhidra de una pieza de madera y su volumen verde. Las especies pueden caracterizarse como maderas de densidad blanda (0.40 a 0.55), media (0.56 a 0.70) y duras (> 0.71) (Sevilla, s.f.). |
| 5. Crecimiento Medio Anual del volumen de un árbol | m³/ha | Es la división del volumen acumulado de un árbol entre el número de años (edad) que tardo alcanzar ese valor. Este crecimiento del árbol es el resultado de la alteración conjugada de diversos parámetros dendrométricos como diámetro, altura, área basimétrica, forma del tronco y volumen (Ramírez <i>et. al.</i> , 2018). |
| 6. Crédito de carbono o bono de carbono | tCO₂ eq | Es uno de los tres mecanismos establecidos en el Protocolo de Kioto para mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero en los países desarrollados y fomentar el desarrollo sostenible y la inclusión social en los países en desarrollo. Un crédito o bono de carbono es equivalente a |

una tonelada de CO₂ equivalente (Fundación Bioplanet, 2018).

- | | | |
|---|---------------------------|--|
| 7. Factor de emisión de CO₂ | tCO₂/TJ | Los factores de emisión de CO ₂ proceden de la quema de combustibles y dependen del contenido de carbono de este mismo. El contenido de carbono de un combustible es una propiedad química intrínseca y no depende del proceso o las condiciones de combustión (IPCC, s.f.). |
| 8. Dióxido de Carbono | CO₂ | Es el principal gas atmosférico promotor del calentamiento global y se distingue porque se encuentra en la naturaleza (ecosistemas forestales) y su emisión es incrementada por la actividad humana (deforestación). Fuentes de emisión: calderas, cocinas, plantas de generación de energía, vehículos (Alava, 2015). |
| 9. Metano | NH₄ | Gas que se produce de la descomposición anaeróbica de residuos de digestión animal, producción y distribución de gas natural y petróleo, producción de carbón y combustión incompleta de combustibles fósiles (Alava, 2015). |
| 10. Óxido Nitroso | N₂O | Gas de efecto invernadero emitido con los usos de cultivos en tierras, especialmente el uso de fertilizadores comercial y orgánicos, la combustión de combustibles fósiles, la producción de ácido nítrico, y la combustión de biomasa (Alava, 2015). |
| 11. Monóxido de carbono | CO | Es un gas que se emite de vehículos automotores que utilizan como combustible gasolina o diésel y los procesos que utilizan compuestos del carbono (leña, carbón, etc.). Esta sustancia es bien conocida por su toxicidad para el ser humano al ser inhalado (Téllez <i>et al.</i> , 2006). |