



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

DIRECCIÓN DE POSGRADOS

TESIS EN OPCIÓN AL GRADO ACADÉMICO DE MAGISTER EN GESTIÓN DE ENERGÍAS

TÍTULO:

“EVALUACIÓN DEL APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA PRODUCIDA POR LA BIOMASA EN COCINAS RÚSTICAS DE USO FAMILIAR EN HOGARES DE LA PARROQUIA SAN ANDRÉS DE LA PROVINCIA CHIMBORAZO EN EL AÑO 2013. DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE DISEÑO DE UNA COCINA MEJORADA PARA EL USO RACIONAL DE LA BIOMASA.”

Autor: Ing. Ramiro Javier Jinez Llangarí

Tutor: Dr. C. Rodríguez Bárcenas Gustavo

LATACUNGA – ECUADOR

Agosto – 2014

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de Miembros del Tribunal de Grado aprueban el presente Informe en consideración de posgrados de la Universidad Técnica de Cotopaxi; por cuanto, el maestrante: Jinez Llangarí Ramiro Javier, con el título de tesis: “Evaluación del aprovechamiento de la energía producida por la biomasa en cocinas rústicas de uso familiar en hogares de la parroquia san Andrés de la provincia Chimborazo en el año 2013. Determinación de los parámetros de diseño de una cocina mejorada para el uso racional de la biomasa.”, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Defensa de Tesis.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, agosto 2014

Para constancia firman:

.....
MSc. Paulina Freire
PRESIDENTE

.....
MSc. Edwin Moreano
MIEMBRO

.....
MSc. Álvaro Mullo
MIEMBRO

.....
PhD. Roberto Sierra
OPOSITOR

AVAL DEL TUTOR DE TESIS

Latacunga, agosto del 2014

En mi calidad de Tutor de Tesis presentada por el Ing. Ramiro Javier Jinez Llangarí, Egresado de la Maestría en Gestión de Energías, previa a la obtención del mencionado grado académico, cuyo título es: “Evaluación del aprovechamiento de la energía producida por la biomasa en cocinas rústicas de uso familiar en hogares de la parroquia san Andrés de la provincia Chimborazo en el año 2013. Determinación de los parámetros de diseño de una cocina mejorada para el uso racional de la biomasa.” Considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del tribunal examinador.

Atentamente

Dr. C. Gustavo Rodríguez Bárcenas

TUTOR DE TESIS

AUTORÍA

Yo, Ramiro Javier Jinez LLangarí, portador del número de cédula de ciudadanía 0602919839, declaro que el contenido de la presente Tesis de Grado, es original y de mi exclusiva responsabilidad.

Atentamente,

Ramiro Javier Jinez LLangarí

C.C. 0602919839

AGRADECIMIENTO

A Dios por haberme dado la vida, a cada una de las personas que colaboraron en la realización con gran éxito de este Trabajo, a mi madre, mi hermano, a mi esposa Verónica, que es mi impulso como amiga compañera, a la ilusión más grande de mi vida, mi hija Adamari.

A mis compañeros amigos de Adra Ecuador Ruth Bejarano, Adra Perú, Iván Cruz y GIZ Corporación Alemana de Desarrollo, a Verónica Pilco por haber estado, presentes y ser mis apoyos en esta investigación, cada vez que lo necesité.

Quiero agradecer a mi tutor, Gustavo Rodríguez, Gabriel Hernández, a sus autoridades Nelson Corrales, Lidia Carrera, Daniela Larrea y docentes por haberme abierto las puertas y dado la oportunidad de empaparme con sus enseñanzas y de ampliar mis conocimientos.

Ramiro Javier Jinez Llangarí

DEDICATORIA

Este trabajo en opción al título de, Máster en Gestión de Energías ha sido posible gracias a la confianza y apoyo de mis seres queridos, Lic. Mélida del C. Llangarí B., Ing. Paúl Alberto Jinez Ll, mi esposa MSc. Verónica López A. y mi hija Adamari Jinez L., quienes son un pilar fundamental para seguir cumpliendo mis objetivos y metas. A ellos dedico el presente trabajo, pues han impulsado la culminación del mismo lo que ha forjado mi espíritu técnico social empresarial.

A mis Maestros y Autoridades del Universidad Técnica de Cotopaxi “UTC” por compartirme sus conocimientos convirtiéndose en el eje fundamental de esta noble institución.

Ramiro Javier Jinez Llangarí

CERTIFICACIÓN DE LOS CRÉDITOS QUE AVALAN LA TESIS

Se refiere al documento emitido por la Dirección de Posgrados en la que consta que el autor de la tesis ha vencido todas las asignaturas del Programa Académico con sus respectivos créditos, y más que se estipula en el Art. 33 del Reglamento General para el desarrollo de los programas de Maestrías.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
DIRECCIÓN DE POSGRADOS
MAESTRÍA EN GESTIÓN DE ENERGÍAS

TÍTULO: “Evaluación del aprovechamiento de la energía producida por la biomasa en cocinas rústicas de uso familiar en hogares de la parroquia San Andrés de la provincia Chimborazo en el año 2013. Determinación de los parámetros de diseño de una cocina mejorada para el uso racional de la biomasa.”

AUTOR: JINEZ LLANGARÍ Ramiro Javier

TUTOR: PhD. RODRÍGUEZ BÁRCENAS Gustavo

RESUMEN

En el presente trabajo se realiza un estudio teórico y experimental directamente en el campo, sobre el uso de la leña como combustible en las cocinas rústicas en la Parroquia San Andrés, cantón Guano, provincia Chimborazo, con el objetivo de evaluar el consumo de energía biomasa, para determinar los parámetros de diseño de una cocina mejorada que aproveche la combustión de la leña como energía biomasa eucalipto. Se presentan datos estadísticos que permitieron realizar el análisis de consumo de leña en relación con el tiempo de cocción de los alimentos y la polución intradomiciliaria, en cocinas rústicas, con los datos de este estudio se lleva a cabo un prototipo de cocina que reúna las características de: minimización de energía biomasa, optimización de espacio físico con dimensiones y partes detalladas que aprovechen los recursos naturales, sin invadir las costumbres y tradiciones de los usuarios, con el apoyo del equipo técnico de la ONG ADRA (Agencia Adventista de Desarrollo y Recursos Asistenciales del Ecuador) se construye este diseño para comprobar el aprovechamiento de la energía biomasa en menos tiempo reduciendo la contaminación del hogar mejorando el estilo de vida de las personas de la parroquia motivo de estudio y más aun con la conservación del medio ambiente.

Palabras Claves: energía, biomasa, leña cocinas rusticas, parámetros de diseño, cocina mejorada.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
DIRECCIÓN DE POSGRADOS
MAESTRÍA EN GESTIÓN DE ENERGÍAS

TÍTULO: “Evaluación del aprovechamiento de la energía producida por la biomasa en cocinas rústicas de uso familiar en hogares de la parroquia san Andrés de la provincia Chimborazo en el año 2013. Determinación de los parámetros de diseño de una cocina mejorada para el uso racional de la biomasa.”

AUTOR: JINEZ LLANGARÍ Ramiro Javier

TUTOR: PhD. RODRÍGUEZ BÁRCENAS Gustavo

ABSTRACT

In the present job a theoretical study is directly performed in the camp, about the use of firewood as fuel in the back wood kitchens in the parish saint Andrew, canton guano, province Chimborazo, with the objective to evaluate the consumption of the biomass energy, to determine the parameters designs of an improved kitchen take advantage from the combustion of firewood like an eucalyptus energy biomass. the statistics permitted to perform an analysis of consumption of firewood in relation of time cooking of the food and the intradomiciliary pollution, in the backwood kitchens, with the data of this study it takes to prototype of a kitchen that meets the characteristics of: minimizing the biomass energy, optimizing the physical space with dimensions and detailed parts that take advantage of natural resources, without invading customs and traditions of consumers, with the support of the technical team from the ONG ADRA (the agency Adventist of development and resources care of Ecuador. this design is built to prove the advantage of the biomass energy in less time reducing the contamination of the homes by improving the lifestyle of people from the parish motive of the study and more with the conversion of the environment

Keywords: energy, biomass, wood rustic kitchens, design parameters, upgraded kitchen.

Certificado por
Lcda. Marcia Chiluisa MSc
DOCENTE UTC

Índice

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	ii
AVAL DEL TUTOR DE TESIS	iii
AUTORÍA	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vi
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
Índice	x
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I	3
1. EL PROBLEMA	3
1.1 Antecedentes del problema	3
1.2 Formulación del Problema	5
1.3 Objeto de estudio	5
1.4 Justificación	5
1.5. Objetivos	6
1.5.1 Objetivos Generales	6
1.5.2 Campo de acción de la Investigación	6
	x

1.5.3 Objetivos Específicos	6
1.6 Hipótesis de la Investigación	7
1.7 Conclusiones Capitulo 1	7
CAPITULO II	8
2. MARCO TEÓRICO	8
2.1 Antecedentes de la Investigación	8
2.1.1 Parroquia San Andrés	8
2.2 Fundamento teórico	10
2.2.1 La Energía Biomasa	10
2.2.1.1 Clasificación de la energía Biomasa	11
2.2.1.2 Características de la Biomasa	11
2.2.1.3 Uso de la Biomasa	12
2.2.1.4 La Biomasa como Recurso	13
2.2.2 Las Cocinas Rústicas	13
2.2.2.1 Fogón tradicional o Rústico	14
2.2.2.2 Características del Uso de un Fogón Rústico:	14
2.2.3 Cocina Mejorada	15
2.2.3.1 Teoría de estufas	16
2.2.3.2 Ventajas que tiene un fuego Abierto	17
2.2.3.4 Como mejorar la eficiencia del combustible	18
2.2.3.5 Relación de intensidad entre la olla y el fuego (Lomo de Pescado)	19
2.2.3.6 Seguridad en las Estufas	20
	xi

2.2.4 Principios de Diseño para estufas de cocción con leña	21
2.2.5 Pruebas Aplicadas para Valorar Cocinas con Leña	26
2.2.5.1 Cocción controlada	26
2.2.5.2 Medición de Contaminantes	27
2.2.7 Conclusiones capítulo 2	32
CAPÍTULO III	34
3.1 Diseño de la Investigación	34
3.1.1 Modalidad de la investigación	34
3.1.2 Tipo de investigación	34
3.1.3 Metodología	35
3.2 Población y muestra	37
3.2.1 Muestra	38
3.2.2 Delimitación de la zona de estudio	38
3.3 Caracterización de la biomasa de la zona de estudio	39
3.3.1 Características generales y específicas	39
3.3.2 Poder calorífico del eucalipto	40
3.3.3 La Humedad y su influencia en el Poder Calorífico del Eucalipto	41
3.4 Técnicas de investigación y análisis	41
3.4.1 Observación Directa	41
3.4.2 Observación Participante	41
3.5 Recolección de datos	42
3.6 Criterios técnicos del tipo de estudio propuesto:	42

3.7 Planificación y aspectos logísticos	43
3.7.1 Procesamiento y análisis de datos	44
3.8 Instrumentos utilizados en la experimentación	45
3.10 Datos del consumo energético de Biomasa en cocinas Rústicas	50
3.11 Planificación de la Experimentación	51
3.11.1 Primera Experimentación- Valoración de Cocinas Rústicas	52
3.11.1.1 Itinerario de la Primera Experimentación en la Medición de Consumo Energético de Biomasa en Comunidades de San Andrés	53
3.11.1.2 Instrumentos y materiales usados en la Primera Experimentación	54
3.11.1.3 Información recolectada de la Primera Experimentación	54
3.11.1.4 Muestra para la Primera Experimentación	54
3.11.1.5 Procedimiento de la Primera Experimentación	56
3.11.2 Segunda Experimentación- Esquematización de una Cocina Mejorada	57
3.11.2.1 Instrumentos, herramientas, materiales y equipos usados para el prototipo de cocina Mejorada	58
3.11.2.2 Información recolectada de la Segunda Experimentación	58
3.11.2.3 Muestra para la Segunda Experimentación	59
3.11.2.4 Procedimiento de la Segunda Experimentación	59
3.11.3 Tercera Experimentación – Valoración del Prototipo de Cocina Mejorada	61
3.11.3.1 Itinerario de la Tercera Experimentación en la Medición de Consumo Energético de Biomasa en Comunidades de San Andrés	61
3.11.3.2 Instrumentos y materiales usados para medir el consumo de leña, su tiempo de cocción y la contaminación intradomiciliaria en la Tercera Experimentación	63
3.11.3.3 Información recolectada de la Tercera Experimentación	63

3.11.3.4 Muestra para la Tercera Experimentación	64
3.11.3.5 Procedimiento de la Tercera Experimentación	64
3.12 Método de análisis económico	66
3.13 Conclusiones Capitulo 3	67
CAPITULO IV	68
4. ANÁLISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS	68
4.1 Análisis del consumo de biomasa (leña) en Cocinas Rústicas	68
4.2 Análisis de los parámetros de diseño de la cocina mejorada	69
4.3 Análisis del aprovechamiento de la energía biomasa (leña) en una cocina Mejorada	71
4.4 Resultados del análisis de Consumo con respecto a la hipótesis	73
4.4.1 Análisis de Resultados de la Hipótesis	74
4.5 Conclusiones Capitulo 4	78
CAPITULO V	80
5. PROPUESTA	80
5.1 Título de la propuesta	80
5.2 Justificación de la propuesta	80
5.3 Objetivo de la propuesta	81
5.4 Estructura de la propuesta	81
5.5 Desarrollo de la propuesta	82
5.5.1 Partes de la Cocina Mejorada	82

5.5.2 Proceso de Combustión del Combustible	87
5.6 Costo de la propuesta	91
5.7 Evaluación socio-económico	92
5.7.1 Resultados de la valoración económica de la propuesta:	92
5.7.1.1 Valor presente neto (VAN)	92
5.7.1.2 Tasa Interna de retorno (TIR)	93
5.8 Evaluación económica	94
5.8.1 Valoración Económica	96
5.9 Impacto ambiental	97
CONCLUSIONES	99
RECOMENDACIONES	101
BIBLIOGRAFIA	102
ANEXOS	106
ANEXO1 CERTIFICADO ADRA	106
ANEXO 2: TABLA GENERAL DE BALANCE DE BIOMASA	106
ANEXO 3: PODER CALORÍFICO DE MADERAS	108
ANEXO 4: Poder Calorífico de Leña San Andrés	110
Anexo 5: Algunos valores típicos de conductividad térmica (λ).	111
Anexo 6: Tabla de leña consumida en cocinas Rústicas o Tradicionales.	112
ANEXO 7: LÁMINAS DE LOS PARAMETROS ESTABLECIDOS PARA UNA COCINA MEJORADA	113

INDICE DE TABLAS

Contenido	Página
Tabla 2.1 Resumen explicativo de la Energía Biomasa	13
Tabla 2.2 Valores de Conductividad Térmica	31
Tabla 3.1 Operacionalización de la Variable Independiente	36
Tabla 3.2 Operacionalización de la Variable Dependiente	37
Tabla 3.3 Instrumentos para la Experimentación	45
Tabla 3.4 Características generales del equipo Nokia N8	48
Tabla 3.5 Visita a Comunidades- consumo de leña en cocinas Rusticas en San Andrés	52
Tabla 3.6 Itinerario de Planificación de la Primera Experimentación con Cocinas Rústicas	53
Tabla 3.7 Planificación de la Primera Muestra- Cocinas Rústicas	55
Tabla 3.8 Planificación de la Segunda Experimentación- Esquemmatización de la cocina mejorada en San Andrés	57
Tabla 3.9 Visita a Comunidades- consumo de leña en cocinas Mejoradas en San Andrés	61
Tabla 3.10 Itinerario de Planificación de la Tercera Experimentación con Cocinas Mejoradas	62
Tabla 3.11 Segunda muestra de Combustión de energía biomasa en San Andrés	64
Tabla 4.1 Dimensiones del prototipo de la cocina mejorada	69
Tabla 4.2 Costo de la cocina mejorada	70

Tabla 4.3 Cuadro comparativo en (g) de leña consumida entre a cocina rustica y cocina mejorada, en prueba de hipótesis	75
Tabla 5.1 Costo Total de la propuesta cocina mejorada	90
Tabla 5.2.1 Costo diario en cocinas de Leña en USD	93
Tabla 5.2.2 Ahorro Económico en Cocina Mejorada	94
Tabla 5.3 Flujo de Efectivo	94
Tabla 5.4 VAN y TIR de la Propuesta	95
Tabla 5.5 Polución Intradomiciliaria con Cocinas de Leña	96

INDICE DE FIGURAS

Contenido	Página
Figura 2.1 Formas de mejorar la Combustión	19
Figura 2.2 Aislante alrededor del Fuego	22
Figura 2.3 Diseño cámara de Combustión	23
Figura 2.4 Equilibrio de una corriente de aire en una cocina de varias Hornillas	24
Figura 2.5 Parrilla o Rejilla Metálica	25
Figura 2.6 Un canal del tamaño apropiado reduce el intercambio térmico con la olla	25
Figura 2.7 Un canal demasiado ancho optimiza el intercambio térmico con la olla	26
Figura 2.8 Transmisión de calor por radiación	27
Figura 2.9 Transferencia de calor por radiación cocina mejorada	28
Figura 2.10 Transferencia de calor por conducción. Cocina Mejorada	29
Figura 3.1 Área forestal de la parroquia San Andrés	40
Figura 3.2 Consumo Energético de Biomasa en Cocinas Rústicas	51
Figura 4.1 Consumo de energía biomasa cocinas Rusticas	68
Figura 4.2 Consumo de energía biomasa cocinas Mejoradas	71
Figura 4.3 Concentración de PM2.5 ug/m3 Cocinas Rusticas Vs Cocinas Mejoradas	72

Figura 4.4 cocinas Rusticas Vs Cocinas mejoradas en prueba de hipótesis	78
Figura 5.1 Ubicación Correcta de la Cocina dentro del domicilio	80
Figura 5.2 Proceso de Combustión	87
Figura 5.2.1 Combustión en leños pequeños	89
Figura 5.2.2 Combustión en leños grandes	89

INDICE DE GRAFICOS

Contenido	Página
Grafico 2.1 Uso de una cocina Tradicional en la Comunidad Batzacón-San Andrés.	15
Grafico 3.1 Ubicación de la Parroquia San Andrés Guano	39
Gráfico 3.2 Balanza Romana Digital Wincha	46
Gráfico 3.3 Cronómetro-Temporizador Nokia N8	46
Gráfico 3.4 Medidor de Contaminación IAP	46
Gráfico 3.5 Aeroqual Medidor de CO2	46
Gráfico 3.6 Medidor de humedad para madera	46
Gráfico 3.7 Primera experimentación en cocinas Rústicas en Batzacón-San Andrés	56
Gráfico 3.8 Tercera Experimentación- Medición de Ingredientes- Cocinas Mejoradas- San Andrés	65
Grafico 5.1 Construcción del armazón de la cocina mejorada	82
Grafico 5.2 Construcción de la cámara de Combustión	83
Grafico 5.3 Plancha de Metal para cocinas Mejoradas	84
Grafico 5.3.1 Plancha dimensión para recipientes grandes de .26m	84
Grafico 5.3.2 Plancha dimensión para recipientes medianas de .19m y .18m	84
Grafico 5.3.3 Plancha dimensión para recipiente pequeña de .12m	84
Grafico 5.3.4 Plancha cerrada	84

Grafico 5.4.1 Tubos separados para armar la Chimenea	85
Grafico 5.4.2 Chimenea en funcionamiento	86

INTRODUCCIÓN

El mundo actualmente se incomoda y trata de promover con desesperación la conservación del Ambiente por medio de la optimización de recursos, es importante buscar soluciones, por eso se ha visto necesario llevar a cabo una evaluación del aprovechamiento de la energía producida por la biomasa en cocinas rústicas de uso familiar en hogares de la parroquia San Andrés del cantón Guano, provincia de Chimborazo en el Ecuador durante el año 2013 para determinar los parámetros de diseño de una cocina mejorada para el uso racional de la Biomasa.

Por tal motivo en el Capítulo I se determina y analiza el problema de la investigación, se formula el problema, se justifica el tema, se estipulan los objetivos generales y específicos.

Luego en el Capítulo II se sustenta esta investigación con el marco teórico en donde constan los antecedentes de la investigación relacionados a la parroquia San Andrés, sus habitantes, estilo de vida y costumbres en breves rasgos. Lo que es la Energía biomasa como recurso natural para ser utilizado por la humanidad. Las cocinas rústicas y sus principales características. Las cocinas mejoradas basadas en principios que posteriormente podrán determinar los parámetros de diseño de una cocina mejorada que se acople a las necesidades de la Parroquia San Andrés.

En el capítulo III se indica la Metodología de la Investigación, modalidad de la investigación, el tipo de investigación, la población y la muestra para la recolección de datos, los equipos e instrumentos utilizados, la operacionalización de las variables, y la planificación de las experimentaciones en el campo de estudio para recoger los datos; con lo que permitirá presentar un modelo viable para solucionar el problema.

Con el Capítulo IV se analiza e interpreta los resultados de las experimentaciones planificadas una vez que ya se han llevado a efecto, las mismas que se indican en tablas que demuestran el consumo de la energía biomasa antes y después del diseño de la cocina mejorada para analizar el aprovechamiento de la leña

proveniente del Eucalipto (energía biomasa) en menor tiempo y con menos contaminación intradomiciliaria.

En el Capítulo V se encuentra la Propuesta descrita detalladamente con la que se soluciona el problema y se comprueba la hipótesis de forma gráfica y explicativa para los usuarios de cocinas con leña de la Parroquia San Andrés, se realiza una evaluación de la factibilidad de este proyecto y se termina con el planteamiento de conclusiones y recomendaciones para este estudio.

CAPITULO I

1. EL PROBLEMA

1.1 Antecedentes del problema

Muchas familias viven en los mismos lugares que han vivido sus ancestros, es por eso que las costumbres, mitos y tradiciones han sido pasadas de generación en generación, adoptando un estilo de vida diferente al del sector urbano, cocinando así sus alimentos en cocinas tradicionales de leña, con ambientes en malas condiciones tornándose riesgosos, en la parroquia San Andrés perteneciente al cantón Guano aún se usan este tipo de cocinas.

Esta parroquia, fue fundada el 30 de noviembre de 1564 y su independencia la celebran el 20 de diciembre de cada año, se considera que su estatus económico es bajo puesto que no cuentan ni siquiera con todos los servicios básicos, su religión es católica y allí habitan alrededor de 13.481 personas, la mayoría de ellas pertenecen al sector rural, el 51,9% son mujeres y el 48,1% son hombres. Son pobladores muy conservadores, con sus tradiciones bien marcadas; por ello durante todo el mes de Noviembre se dedican a honrar a su patrono San Andrés. Así consta en el Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquia Rural San Andrés (2014).

En San Andrés sus pobladores se dedican a la agricultura tan solo una minoría al comercio, sus tierras son aptas para cultivos Agroforestales, en especial para el Eucalipto y una parte para el Nogal; además utilizan también la paja como combustible para cocinas rústicas para la cocción de alimentos provenientes de sus propias tierras.

San Andrés, tiene 42 asentamientos humanos, incluidos los 7 barrios que integran la cabecera parroquial, de los cuales los 33 asentamientos, cuentan con personería jurídica, según información proporcionada por el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP) GADPRS (2014): por lo tanto para este estudio se ha tomado en cuenta a los 33 asentamientos como comunidades de los cuales se ha escogido por su proximidad a nueve de ellas, las cuales son:

Silveria, Cuatro Esquinas, Pulinguí, Batzacón, Laturun, Tahualag, Paquibug-San Gerardo, Calshi-Hierbabuena, San Pablo, por ser consideradas las comunidades más pobres de esta parroquia.

Para Agencia humanitaria autónoma, establecida por la Iglesia Adventista del Séptimo Día (ADRA) en su proyecto de Energización Rural en comunidades de Guano y Pujilí 2013 indica que: “Una de las características de las cocinas tradicionales es la gran pérdida de energía generada durante la combustión”, ya que se encuentran ubicadas en lugares pequeños conocidos como chozas, estas cocinas son improvisadas con piedras a su alrededor y en el mejor de los casos con varillas cruzadas, lo que provoca una combustión incompleta de la leña, emanando humo al ambiente donde se prepara los alimentos, desperdiciando de esta manera la energía biomasa, puesto que no cuentan con un asesoramiento tecnológico que les ayude a mejorar su estilo de vida sin evaporar sus tradiciones ancestrales.

Considerando que las familias pertenecientes a esta parroquia tiene un nivel económico muy bajo, se rehúsan a hacer uso de las cocinas de gas por el acceso al cilindro de gas y porque consideran que el sabor de las comidas es diferente, sin embargo algunas de las familias de este lugar cuentan con una de ellas, pero lamentablemente con válvulas improvisadas, poniendo en riesgo su hogar y la vida de quienes allí habitan.

Como consecuencia del uso de cocinas tradicionales, se generan en los miembros de las familias problemas en la salud, además del alto consumo de combustible de biomasa que por lo general es del eucalipto, creándose ambientes antihigiénicos y no adecuados para la preparación de alimentos. En tal sentido, la alternativa de uso de cocinas mejoradas es una propuesta técnica y sostenible apropiada para las viviendas de las familias rurales; a través del proceso de la determinación de los parámetros para el diseño de cocinas mejoradas de dos hornillas de acero fundido, con ésta, se pretende estipular la forma y condiciones de cocinas que brinden un mayor orden durante la preparación de alimentos, mejor seguridad y comodidad para la manipulación, ahorro energético de combustible y un adecuado

funcionamiento que garantiza mejorar el nivel de vida de las personas que habitan en esta parroquia.

1.2 Formulación del Problema

El alto consumo energético de biomasa en cocinas rústicas de uso familiar en las comunidades de la Parroquia San Andrés del cantón Guano provincia de Chimborazo ha conllevado a la necesidad de establecer los parámetros de diseño de una cocina mejorada que pueda conducir al ahorro energético biomásico.

1.3 Objeto de estudio

Las cocinas rusticas de uso familiar en los hogares de la parroquia San Andrés del Cantón Guano Provincia de Chimborazo.

1.4 Justificación

La investigación está encaminada al estudio del consumo del eucalipto como leña para usarla en la combustión en cocinas rústicas en las comunidades más pobres que se encuentra ubicada en la serranía central del Ecuador, en la parroquia San Andrés del cantón Guano de la provincia de Chimborazo; misma que se encamina a reducir el consumo del eucalipto como leña para contribuir con la conservación del medio ambiente, adherido a ello se busca satisfacer las necesidades de cocción de familias que cuentan con un promedio de cuatro miembros, cuyas viviendas son precarias, construidas con material de la zona; preparan sus alimentos en cocinas rústicas con leña como combustible, que a más de consumirla desmesuradamente, contaminan el aire intradomiciliario del lugar donde se preparan los alimentos afectando el medio ambiente y la salud de quienes viven allí.

La propuesta del presente trabajo es determinar los parámetros de un diseño de cocina mejorada, mismo que tendrá un impacto amplio y de alta referencia en cuanto a minimizar el consumo de energía de biomasa leña eucalipto, igualmente determinar que las personas que habitan en estos sectores no tengan afectaciones en la contaminación de su habitad, además el poder a futuro llegar a más parroquias y cantones de nuestro país; por tal motivo el mismo hecho de que

exista una línea base de inicialización que nos llevará a la ejecución y control de esta investigación.

1.5. Objetivos

1.5.1 Objetivos Generales

- Evaluar el consumo de la energía producida por la biomasa eucalipto en cocinas rústicas de uso familiar en hogares de la parroquia San Andrés del cantón Guano Provincia de Chimborazo.
- Determinar los parámetros de diseño de una cocina mejorada para el uso racional de la biomasa en la zona de estudio.

1.5.2 Campo de acción de la Investigación

La eficiencia energética en la combustión de la biomasa (leña de Eucalipto) en las cocinas rústicas de uso familiar en los hogares de la parroquia San Andrés Cantón Guano de la provincia de Chimborazo.

1.5.3 Objetivos Específicos

- Fundamentar científica, técnica y tecnológicamente los parámetros de diseño de una cocina mejorada para familias de las comunidades de la parroquia San Andrés del cantón Guano, provincia de Chimborazo.
- Evaluar el consumo promedio de leña eucalipto en las cocinas rústicas, por familia para establecer su impacto ambiental.
- Determinar los elementos que intervienen en un diseño de una cocina mejorada, sobre la base de un balance energético para lograr reducir el consumo de energía biomasa.
- Determinar la factibilidad del proyecto para comunidades rurales, mediante el estudio y análisis de datos de campo.

1.6 Hipótesis de la Investigación

Con el establecimiento de los parámetros de diseño para una cocina mejorada sobre la base de un balance energético adecuado será posible disminuir los altos consumos energéticos de biomasa de eucalipto en los hogares de la parroquia San Andrés del cantón Guano provincia de Chimborazo.

1.7 Conclusiones Capítulo 1

Se determina y analiza el problema de la investigación, se formula el problema, se justifica el tema, se estipulan los objetivos generales y específicos.

CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la Investigación

2.1.1 Parroquia San Andrés

Según GADPRS (2014) indica que: “San Andrés es una parroquia rural del cantón Guano, el mismo que pertenece a la provincia de Chimborazo con una extensión de 159,9 Km²; su cabecera parroquial se encuentra a 2.800 msnm. Está ubicada en una pequeña meseta, con pendientes pequeñas que facilitan el crecimiento poblacional y el desarrollo agrícola de este lugar mediante cultivos y el pastoreo, en especial el área forestal, en forma particular del Eucalipto. Tiene un clima variado desde la más alta que fluctúa en 6310 correspondientes al coloso de los Andes el Chimborazo hasta los 2900 msnm., permitiendo una diversidad de cultivos”, lo que se facilita con la temperatura promedio de este lugar que es de 11, 19 °C.

Los pobladores de San Andrés según el INEC en su censo del 2010, son aproximadamente de 13.481 habitantes, de los cuales el 48% son hombres y el 52% mujeres. La mayor parte de ellos se dedican a la agricultura en especial a la agroforestal y ganadería por lo que necesitan cocinar cantidades altas de alimentos y que contengan proteínas necesarias para realizar sus labores cotidianas en el campo; que recompense el desgaste físico, para prepararlos deben utilizar abundante leña (Energía biomasa), la misma que proviene de los restos de la tala de bosques de esta especie, que destinan para la venta.

Según ADRA (2013) los pobladores de esta parroquia carecen de servicios básicos, y los servicios de los que disponen son de calidad deficiente, lo que ha producido dificultades en la salud de sus pobladores y con la utilización de las cocinas rústicas mucho más debido a los gases que emana la quema de leña (energía biomasa).

Como dice GADPRS (2014) La parroquia de San Andrés se halla ubicada a un costado de la carretera Panamericana Norte, posee una rica historia dentro del desarrollo de la Provincia y el principal atractivo que posee es su Iglesia situada al frente del parque Central, esta es muy conservada porque la mayor parte de la población es católica y le gusta conservarla como patrimonio. La Iglesia actual y el convento parroquial son un monumento a la arquitectura de piedra. Su construcción se inició en 1.916 y se concluyó en 1.972. Para la edificación del templo, el pueblo colaboró mediante el sistema de mingas, los indígenas de todo el sector trajeron la piedra caliza desde San Juan, incluso se llegó a instalar un horno para proveer de toda la cal necesaria. En el suelo de la fachada hay grandes piedras negras labradas que podrían haber pertenecido a la iglesia antigua. En el templo se conservan algunos objetos de valor como: La Custodia grande de plata, sagrario con su parte frontal recubierta de plata labrada, la cruz alta de plata, dos cuadros de Nuestra Señora de los Ángeles, el Tabernáculo, la imagen del Señor de la Caridad, La Virgen Inmaculada, Señor de la Agonía, Virgen de los Dolores, Corazón de Jesús y la Virgen de Chuquipogyo.

ADRA en su Proyecto del 2013 indica que:

Las comunidades nativas y campesinas del cantón Guano mantienen vivas muchas tradiciones, las cuales aplican en su vida diaria. Una de ellas es el estilo de preparación de sus alimentos; la mayoría de familias, de manera ancestral, utilizan cocinas rústicas conformadas por bloques, antes de adobe, ahora de ladrillo o cemento, y en muchas ocasiones con piedras del lugar; colocados al nivel del piso, a una altura de 0.50 metros, que sirven de soporte a una parrilla de varillas de hierro de aproximadamente 1.20 metros de largo, distribuidos en un ancho de 0.50 metros, debajo de la cual ponen gran cantidad de leña (rajas grandes de madera) que les permite colocar al fuego directo de dos a tres ollas simultáneamente.

En las comunidades de esta parroquia se usa cocinas rústicas, pero también hay moradores que usan cocinas industriales a gas, que compraron con la intención de aprovechar el precio subsidiado del gas doméstico o GLP, aunque este no llega al precio más económico a todas las comunidades, debido a que se incrementa por su

traslado (de US\$ 1.60 a US\$ 5.00) y por ello solo usan las cocinas a gas para ciertos momentos del día en que deben cocinar rápidamente, en la mañana o al medio día, pero por lo general usan la cocina tradicional en la tarde porque el uso de la leña tiene la ventaja de que calienta la casa y esto protege a la familia de las bajas temperaturas.

Este aspecto siempre ha sido muy valorado por las familias, ya que consideran que cubre una importante necesidad de abrigo. Sin embargo, el consumo de leña en las cocinas rústicas es bastante alto, alrededor de una carga de leña por día (que equivale a 20 rajadas o aproximadamente a 7 kilos de leña), cuando se cocina todas las comidas para la familia completa, que son aproximadamente 4 miembros por familia. El acceso a esta fuente de energía en esta parroquia resulta un tanto fácil ya que la leña se suele conseguir con más facilidad, porque hay actividad de tala para venta de eucalipto y muchas familias recogen la madera que queda de esta labor, sin embargo se considera que no existe un lugar que se dediquen a la venta de leña sino que la gente que la necesita se encarga de recogerla personalmente para utilizarla en sus necesidades de cocción.

De este estudio se puede determinar que en esta zona las familias hacen uso de costumbres y estilos de vida que son transmitidos de generación en generación, preparando sus alimentos en cocinas tradicionales (rústicas) o fogones de leña que no favorecen el uso eficiente de la energía biomasa y que durante la combustión incompleta de leña, emana humo al ambiente, contaminando el aire intradomiciliario de las viviendas de estas familias rurales pobres y extremadamente pobres donde se prepara los alimentos.

2.2 Fundamento teórico

2.2.1 La Energía Biomasa

Dentro de las energías renovables está la energía biomasa que es usada por la gente de los lugares rurales del país.

Según Coiaanpv (2014). Dice que: *“La biomasa es aquella materia orgánica de origen vegetal o animal, incluyendo los residuos y desecho orgánicos, susceptible de ser aprovechada energéticamente”*.

Esta energía se la encuentra fácilmente en los lugares rurales ya que en estos sitios hay árboles y plantas, que transforman la energía del sol en energía química a través de la fotosíntesis, esta energía es almacenada en forma de materia orgánica que posteriormente puede ser usada para las labores del hogar.

2.2.1.1 Clasificación de la energía Biomasa

Según Coiaanpv (2014).en su página web argumenta que:

La Biomasa se puede clasificar en dos grandes grupos que son:

- Biomasa Natural y Biomasa Residual según su origen.
- Biocombustibles sólidos, líquidos o gaseosos según su estado.

Pero también se puede clasificar según **sus principales fuentes** en los siguientes tipos:

Agrícola herbácea (paja, cañote de maíz, etc.) y leñosa (restos de podas, sarmientos)

Forestal restos de labores de silvicultura (ramas, tocones, etc.)

Industrial de origen agrícola (orujillos, huesos, cáscaras, etc.) o de origen maderero (serrines, astillas, virutas, cortezas, etc.)

Cultivos energéticos: cultivos de especies destinados específicamente a la producción de biomasa para uso energético.

Otros tipos de biomasa como la materia orgánica de la basura doméstica (RSU) u otros subproductos de reciclado.

2.2.1.2 Características de la Biomasa

En Economía de la energía (2011) explica que: Las **principales características** a evaluar para cada **biomasa** son:

- **Humedad:** afecta tanto a la cantidad (precio) y calidad de la materia prima, como al proceso (2.300 kcal/kg para evaporizarse)
- **Tamaño y forma:** la biomasa presenta una gran diversidad de formas y tamaños (desde pulverulentos hasta de varios centímetros)
- **Densidad real y aparente:** que varía considerablemente dependiendo de la tipología y presentación de la biomasa.
- **Poder calorífico:** (Kj/Kg base seca): la cantidad de calor liberado en la combustión de 1 kg de biomasa.
- **Contenido en cenizas:** Interesa para la mayor parte de los usos de combustión que sea inferior al 10%
- **Temperatura de fusión de cenizas:** Interesa que sea elevado

2.2.1.3 Uso de la Biomasa

Economía de la energía (2011) dice: Las principales orientaciones de uso son: **eléctrica, térmica y transporte**. Mediante distintas **tecnologías y procesos de conversión**, y con distintos rendimientos, se alcanzan distintos fines.

Un diagrama explicativo de lo expuesto es el siguiente:

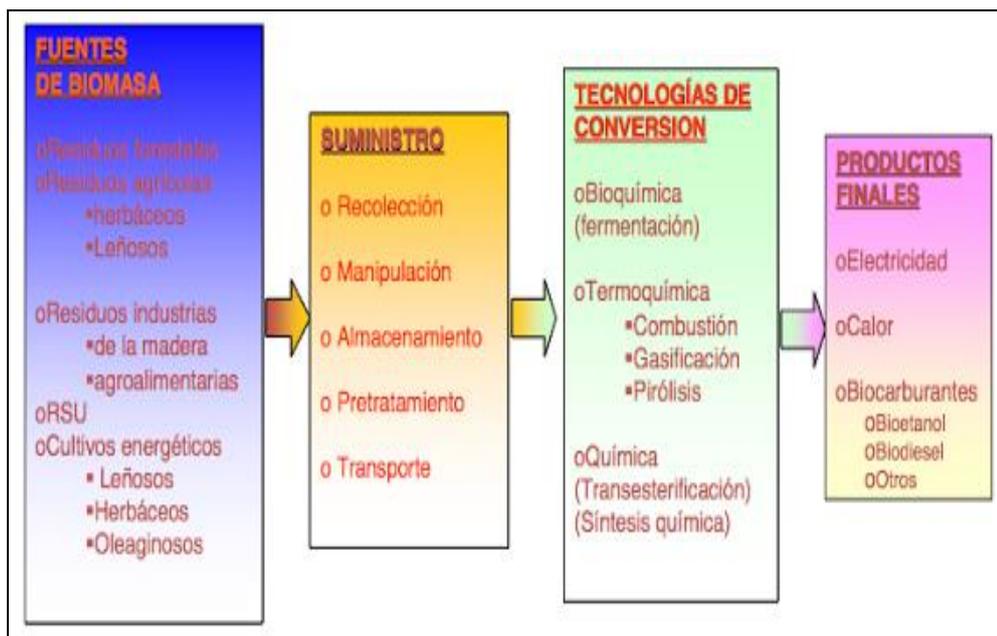


Tabla 2.1 Resumen explicativo de la Energía Biomasa

Fuente: Economía de la energía (2011)

2.2.1.4 La Biomasa como Recurso

Economía de la energía (2011) indica que: “En cualquier caso, para la biomasa y para todos sus usos, siempre se habla de una energía renovable. Renovables porque se trata de un circuito cerrado de materias primas, un circuito cerrado en ciclos en muchos casos anuales, miles de años más cortos que los de los combustibles fósiles. Renovables porque por el mismo motivo es inagotable siempre que se gestione sosteniblemente; porque es endógena y por su disponibilidad en el territorio. Y también le dota carácter de renovable su papel en el tratamiento de residuos y en el aprovechamiento de terrenos y usos”.

2.2.2 Las Cocinas Rústicas

Se considera cocinas rústicas aquellas utilizadas por nuestros ancestros cuya costumbre ha sido pasada de generación en generación. Este tipo de cocina es rústica, ya que es fabricada a criterio del usuario sin ningún parámetro de protección o minimización de recursos, el único fin es hacer un lugar en el cual

puedan cocinar los alimentos usando ya sea ladrillo, bloque o piedras con varillas cruzadas en las cuales asentar el recipiente.

2.2.2.1 Fogón tradicional o Rústico

Los fogones tradicionales o también llamados rústicas generalmente son de tres piedras (o ladrillos) de similar tamaño dispuesto en un triángulo equilátero de tal forma que entre piedra y piedra queda un espacio para el suministro de leña.

Para Winiarski Larry (2005): “Una cocina a fuego abierto, o cocina tradicional, alcanza 90% de eficacia a la hora de convertir madera a calor. Pero sólo una proporción pequeña, de 10% a 40% del calor producido, llega a la olla”

2.2.2.2 Características del Uso de un Fogón Rústico:

- **Mal Sabor en las Comidas;** por falta de un sistema de escape para el humo, los alimentos adquieren sabor a hollín.
- **Tizne y Partículas de Polución en la ropa;** por contacto directo con el humo

El espacio físico en malas condiciones; debido a que de las cocinas rústicas sale mucho humo y hollín que mancha y daña el ambiente familiar haciendo que sus paredes y techos se oscurezcan y dañen más rápidamente al estar ubicadas estos fogones al interior de las casas.

- **Mala Postura;** para evitar quemaduras la persona toma una posición incorrecta en el momento de cocinar lo que a la larga puede derivar en problemas vertebrales y lumbalgia.
- **Mayor Peligro de Volcamientos y Quemaduras;** dada la poca rigidez y a la precaria construcción, existe mayor riesgo de quemaduras de distinto grado tanto por el volcamiento de la olla como por contacto directo con el fuego.
- **Mala Ventilación Inferior;** evita que circule el aire lo que deriva en

una mala gestión térmica provocando que se reduzca el calor.

- **Soporte Precario e Inseguro;** dadas las características irregulares del suelo existe mucha inestabilidad en el soporte del recipiente.
- **Mayor Consumo de Tiempo;** al momento de preparar los alimentos.

En la siguiente Grafico 2.1 se puede observar las características de uso de un fogón tradicional.



Grafico 2.1 Uso de una cocina tradicional en la comunidad Batzacón - San Andrés. Fuente: Jinez Ramiro (2013).

En el Grafico 2.1, se observa a una mujer que está haciendo uso de un fogón tradicional, con mala postura para cocinar, lo que le provocará dolor de espalda; acumulación de hollín en sus ollas; concentración de humo en el interior del ambiente de su cocina, afectando no solo la calidad de vida de la familia sino también su salud.

2.2.3 Cocina Mejorada

Para Pilco Manami Verónica (2011): “Una cocina mejorada es aquella cocina que utiliza biomasa como combustible y que ofrece mejores condiciones que la cocina tradicional; menor emisión de humo al interior de la vivienda; menor consumo de combustible que repercute en menor emisión de gases de efecto

invernadero y mejores condiciones de seguridad

2.2.3.1 Teoría de estufas

Aprovecho (2006, julio) indica que: “Hasta un fuego abierto alcanza 90% de eficacia a la hora de convertir madera a calor. Pero sólo una proporción pequeña, de 10% a 40% del calor producido, llega a la olla. Mejorar la eficiencia de la combustión no parece resultar en que la estufa use menos combustible. Por otra parte, mejorar la eficiencia del intercambio térmico a la olla resulta en una gran diferencia”.

Mejorar la eficiencia de combustión es necesario para reducir el consumo de energía biomasa y contribuir con la conservación del medio ambiente reduciendo el humo y las emisiones dañinas que perjudican a la salud.

Además acota que para “Mejorar la eficiencia del intercambio térmico puede seriamente reducir el uso de combustible. El fuego es naturalmente eficaz, pero las ollas no capturan el calor tan bien porque pasan el calor ineficientemente. Para poder reducir las emisiones y el uso de leña, el diseñador de estufas se esfuerza principalmente en que el fuego queme más limpiamente y luego en que la mayor cantidad posible de calor pase a la olla o la plancha. Ambas funciones pueden ser realizadas en un fogón bien concebido.”

Es siempre mejor añadir una chimenea en cualquier fogón de cocina o de calefacción que queme madera. Además, es preferible utilizar una estufa que quema más limpiamente con el fin de proteger la calidad del aire dentro y fuera de la casa. Las chimeneas que captan y eliminan el humo y otras emisiones del espacio habitable protegen a familias al reducir la exposición a contaminantes y otros peligros a la salud.

Las estufas que no están ventiladas deberían utilizarse al exterior o en zonas abiertas. Cuando las chimeneas no se pueden costear o no son prácticas, se puede instalar una campana encima del fuego, abrir ventanas o crear rejillas de ventilación en el techo debajo de los aleros para reducir los niveles de contaminación nociva. El uso de una estufa que quema limpiamente también

puede ser útil desde este punto de vista pero, si es posible, todas las estufas que queman leña deberían tener una chimenea que funcione.

2.2.3.2 Ventajas que tiene un fuego Abierto

Itacanet (2011) dice que: “Es importante hacer un análisis de las ventajas que tiene un fuego abierto de tres piedras comparadas con algunas estufas rústicas provisionales. Así se obtiene que:

El calor del fuego no se absorbe por la masa de un cuerpo de una estufa. Las Estufas de alta masa pueden absorber el calor que podría haber sido para la olla. Un fuego de tres piedras suele hervir agua con rapidez.

El fuego pega contra la base y a veces contra los lados de la olla, exponiendo mucho de la olla al calor.

Es posible meter los palos de leña en incrementos apropiados mientras las puntas queman, ayudando a tener una combustión completa.

Un fuego abierto con suficiente calor quema relativamente limpiamente. Toda estufa sufre porque su masa absorbe el calor. Pero una estufa mejorada sigue realizando una mejor combustión y eficiencia que un fuego abierto.

2.2.3.3. Como mejorar la Combustión

Aprovecho (2006, julio) indican los pasos para mejorar la combustión, así están:

- Asegúrese que circula suficiente aire por el fuego.
- Aísle el fuego para que queme más caliente. Un fuego más caliente quema más gases combustibles y produce menos humo.
- Evite usar materiales pesados o fríos como la tierra o la arena alrededor de la cámara de combustión.
- Levante la leña que está quemando para que el aire pueda pasar por debajo y por el carbón.
- Use una chimenea corta y aislada encima del fuego para que aumente la corriente de aire y para que haya un lugar donde se combina el humo, el

aire y el fuego, lo cual reduce emisiones. Esta estrategia es popular en varias estufas, como las estufas Z-stove, Vesto, Estufa Tom Reed, Rocket, Tso Tso, etc. El grupo Eindhoven utilizó una chimenea con la estufa que más limpiamente quemó fuego. Micuta fabricó estufas incorporando esta misma idea (Modern Stoves for All [Estufas modernas para todos], 1981). Winiarski desarrolló el concepto a principios de los años 80, creando una estufa cuya combustión es más limpia y con mejor eficiencia del intercambio de calor.

- Meta los palos poco a poco en la cámara de combustión para crear un fuego caliente, feroz, y vivo sin mucho carbón. Este tipo de fuego producirá menos emisiones peligrosas, menos hollín que termina tapando la chimenea y menos creosota. Caliente sólo la parte de la madera que quema. No deje que la madera que no esté quemando produzca humo.
- Limite la cantidad de aire frío que entra en la cámara de combustión al crear la abertura al fuego lo más pequeña posible. Las aberturas más pequeñas también hacen que las cocineras usen menos leña y que ésta se queme más eficientemente.
- Una cierta cantidad de aire es necesaria para obtener una combustión completa. El precalentamiento del aire que entra ayuda a mantener limpia la combustión.

2.2.3.4 Como mejorar la eficiencia del combustible

Aprovecho (2006, julio) explica la forma de cómo llevar de mejor manera el calor hacia la olla.

- Aumente la temperatura del gas o de la llama que toca la olla, haciendo que el calor roce la base y los lados de la olla por un canal angosto, mediante una “falda” que atrape el calor contra la olla.
- Aumente la velocidad de los gases calientes que salen por la chimenea y rozan la olla. Los gases veloces penetran un estrato de aire quieto que, cuando la velocidad es más baja, puede prevenir que

los gases toquen la superficie de la olla o plancha. El aire es un medio inferior para el intercambio térmico. Calentar una olla requiere bastante aire caliente.

- Utilice ollas de metal en vez de ollas cerámicas.
- El poder del fuego determina el tamaño del espacio entre la falda y la olla, así como la eficiencia óptima del intercambio de calor. Los fuegos más pequeños que sirven para cocinar y que satisfacen al que cocina serán considerablemente más eficientes.
- Utilice ollas anchas con diámetros grandes. El uso de una olla ancha crea más superficie y aumenta el intercambio térmico. Asegúrese que la parte superior de la estufa se inclina hacia el perímetro exterior de la olla, tal como lo muestra la Figura 2.1



Figura 2.1 Formas de mejorar la combustión Fuente: Aprovecho, (2006, julio)

2.2.3.5 Relación de intensidad entre la olla y el fuego (Lomo de Pescado)

Aprovecho (2006, julio) presenta unos ejemplos usando una olla de tamaño familiar:

Un fuego de 1,7 kW con un canal de 6mm que obliga a los gases calientes a rozar 15cm de la de la olla tendrá una eficiencia de 47%.

Un fuego de 4 kW con un canal de 10mm que obliga a los gases calientes a rozar 15cm de la olla tendrá una eficiencia de 35%.

Un fuego de 6 kW con un canal de 12mm que obliga a los gases calientes a rozar 15cm de la olla tendrá una eficiencia de 30%.

Un fuego de 8 kW con un canal de 14mm que obliga a los gases calientes a rozar 15cm de la olla tendrá una eficiencia de 26%.

“Como recomendación general, Baldwin aconseja que una estufa de familia que quema menos de un kilo de madera por hora tenga un canal de 10mm entre la falda y la olla. Si la estufa quema 1,5 kilos por hora, el canal debe ser de 12mm. Si 2 kilos de madera se queman por hora, el canal debe ser de 14mm”.

El lomo de pescado como se lo llama, no es más que la transferencia de los gases calientes hacia la olla dentro del canal de transferencia del calor, por eso hay que tomar en cuenta la separación entre la base y la plancha de acero fundido.

En estufas de leña, se transfiere mucho calor a la olla o a la plancha por convección. El poder del fuego, (la cantidad de leña quemada por hora) y el tamaño del canal son relacionados. Si el espacio entre la falda y la olla es muy angosto, no hay suficiente corriente y el humo se llena en el hogar.

2.2.3.6 Seguridad en las Estufas

Prevenir las quemaduras con el uso de la leña es posiblemente gracias al buen funcionamiento de una estufa mejorada. Aprovecho (2006, julio) dice: “Las quemaduras son bastantes comunes en casas en las que se utiliza fuego y pueden ser mortales o desfigurar en forma horrenda. Para proteger a la familia, la temperatura del cuerpo de la estufa no debe ser tan alta como para causar daño. Las estufas y las ollas deben estar siempre estables. Rodee al fuego con el cuerpo de la estufa para que los niños no se quemem. Las heridas por incendio son problemas serios que se pueden remediar con una estufa mejorada”.

Las chimeneas o las cubiertas de humo sirven para sacar al humo de la cocina. Según deducciones recientes establecidas por la Organización Mundial de la

Salud (OMS o WHO por sus siglas en inglés), hasta 1,6 millones de mujeres y niños jóvenes mueren cada año por respirar aire contaminado en sus hogares.

La pulmonía y otras enfermedades de los pulmones que afectan a niños, jóvenes y adultos radican principalmente en la respiración de humo. Las estufas sin ventilación pueden usarse fuera de la casa, debajo de un techo, o por lo menos cerca de una ventana abierta.

2.2.4 Principios de Diseño para estufas de cocción con leña

Aprovecho (2006,julio) Elaboro un documento en el que constan los principios de diseño para estufas de cocción de leña en el cual expresa que: “La Alianza para Aire Limpio Intradomiciliario (descrito aquí como Alianza o PCIA por sus siglas en inglés, “Partnership for Clean Indoor Air”) fue establecida por la Agencia de Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos y otros socios principales de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible en Johannesburgo en septiembre 2002, para mejorar la salud, el sustento y la calidad de la vida al reducir la exposición a la contaminación del aire intradomiciliario, sobre todo entre mujeres y niños, debido al uso de combustible en la casa.

Los diseños de Winiarski combinan la combustión limpia y completa junto con la optimización del intercambio térmico. Todo tipo de estufa de alimentación intermitente de leña puede diseñarse primero conforme a las necesidades de la población local y terminar por adaptar estos principios.

PRINCIPIO UNO:

En la medida de lo posible, es necesario aislar alrededor del fuego con materiales livianos y resistentes al calor. Si es posible, no use materiales pesados como la arcilla y la arena. El aislante debe ser liviano y lleno de cavidades pequeñas de aire. Los ejemplos de materiales naturales con propiedades aislantes incluyen la piedra pómez, la vermiculita, la perlita y la ceniza de madera. Los ladrillos refractarios livianos (ladrillos horneados y resistentes a las quebraduras en temperatura altas) pueden fabricarse con los materiales disponibles en la región.

Un aislante alrededor del fuego lo mantiene caliente, lo cual ayuda a reducir el humo y las emisiones dañinas. Incluso, un aislante alrededor del fuego asegura que el calor del fuego llegue a la olla, en vez de al cuerpo frío de la estufa.

Desafortunadamente, el metal no dura mucho tiempo cerca de un fuego caliente. Sin embargo, es posible encontrar baldosas cerámicas de fabricación local que sirven como paredes duraderas en una cámara de combustión. Un aislante suelto puede llenar el espacio alrededor de esta construcción como se muestra en la Figura 2.2

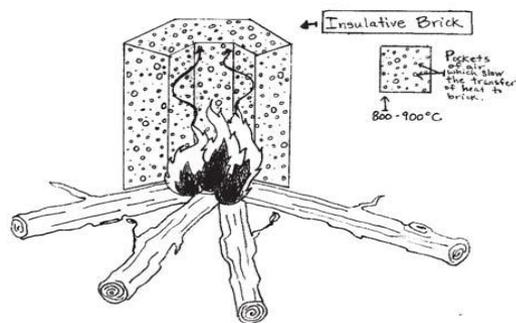


Figura 2.2 Aislante alrededor del fuego Fuente:
Aprovecho 2006, julio

PRINCIPIO DOS

Instalar una Cámara de Combustión corta y Aislada

Una cámara de combustión corta encima del fuego estimula una fuerte corriente de aire y hace que el fuego arda mejor. La cámara de combustión debe ser aproximadamente tres veces más alta que la distancia de la boca de ingreso de la leña. El humo tocará las llamas en la cámara y la combustión será completa, reduciendo las emisiones. Las ollas o las superficies a calentar se colocan directamente encima de esta cámara de combustión (Figura.2.3). Una cámara de combustión demasiado alta puede crear un exceso de corriente de aire, la cual puede reducir el intercambio térmico.

Sin embargo una cámara de combustión corta y bien aislada transporta los gases calientes directamente a la olla.

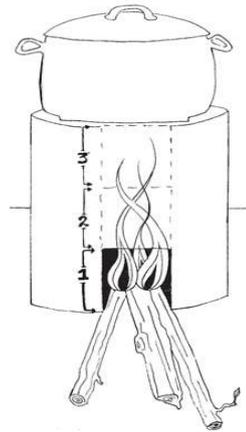


Figura 2.3: Diseño cámara de Combustión

Fuente: Aprovecho 2006, julio

PRINCIPIO TRES

Mantener una Superficie Transversal

La abertura de la cámara de combustión (ingreso de leña), el tamaño de los conductos dentro de la cocina por donde pasan los gases calientes y la chimenea deben ser aproximadamente del mismo tamaño, para ayudar a mantener una corriente de aire uniforme en la cocina. Una buena corriente de aire no sólo mantiene el calor del fuego, sino que también es esencial para que el aire caliente creado por el fuego transfiera calor a las ollas eficientemente (Figura.2.4).

De lo contrario la falta de corriente de aire en la cámara de combustión (fuego generado al interior) genera humo y excesivo carbón. Sin embargo, demasiado aire enfría al fuego y no es útil.

También es preciso mencionar que las aberturas pequeñas de la cámara de combustión ayudan a reducir el exceso de aire dentro de la cámara.

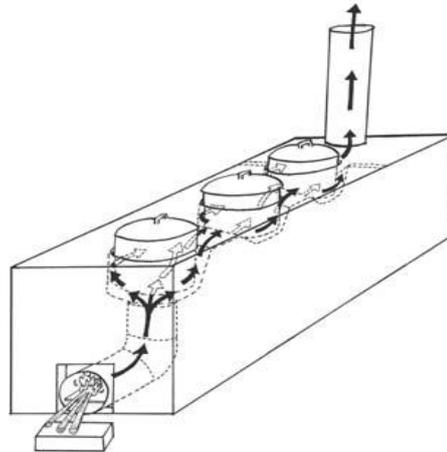


Figura 2.4: Equilibrio de una corriente de aire en una cocina de varias hornillas

Fuente: Aprovecho 2006, julio

PRINCIPIO CUATRO

Usar una Parrilla Metálica en la Cámara de Combustión

Cuando se quema la leña, es mejor tenerlos entre cruzadas y planos en la parrilla (Figura.2.5). Es recomendable que exista un espacio de aire entre cada leña (aproximadamente 2cm). Para que se efectúe una buena combustión, lo ideal es que el aire pase por debajo de la parrilla y por los carbones encendidos, precalentando el aire y para que los gases, resultado de esta combustión (resultado de la leña que se está consumiendo) se quemen totalmente. El aire que pasa por encima de la leña no es útil ya que es más frío y reduce la potencia del fuego.

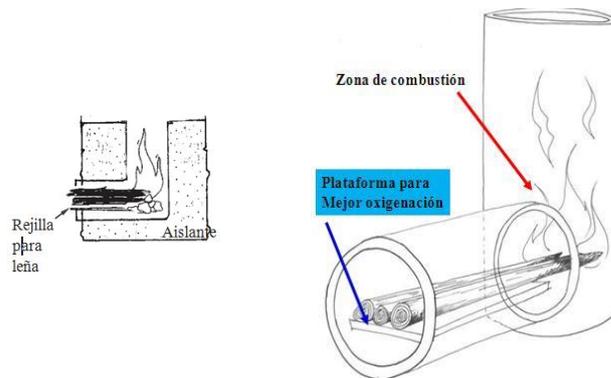


Figura 2.5: Parrilla o Rejilla Metálica

Fuente: Aprovecho, 2006, julio

PRINCIPIO CINCO

Aumentar el Intercambio Térmico a las Ollas con Espacios adecuados

Transmitir calor a una olla o a una plancha es más fácil con canales pequeños (Figura.2.6). Los gases calientes de combustión están forzados por estos canales estrechos, donde rozan la olla o la plancha. Si los canales son muy grandes, los gases pasan por el centro y no transfieren su calor a la superficie de manera apropiada (Figura.2.7). Si, por el contrario los espacios son demasiado angostos, la corriente disminuye apagando el fuego, aumentando las emisiones contaminantes e impidiendo que el calor se transfiera a las ollas.

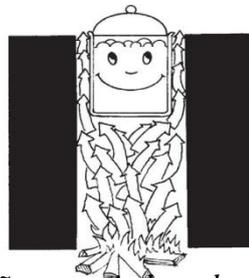


Figura 2.6: Un canal de tamaño apropiado reduce el intercambio térmico con la olla. Fuente: Aprovecho, 2006, julio

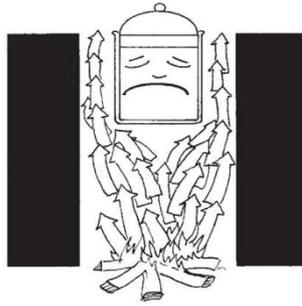


Figura 2.7: Un canal demasiado ancho optimiza el intercambio térmico con la olla. Fuente: Aprovecho, 2006, julio

2.2.5 Pruebas Aplicadas para Valorar Cocinas con Leña

Aprovecho (2006, julio). En su proyecto establece los siguientes parámetros a aplicarse para las pruebas de comprobación de un diseño de cocina mejorada. Las mismas que son:

2.2.5.1 Cocción controlada

Es una prueba de campo normalizada por el Programa de Energía en el hogar y la Salud de la Fundación Shell, usada para evaluar y comparar el rendimiento de cocinas a leña en condiciones reales de uso.

La prueba del Cocción controlada brinda cuatro parámetros cuantitativos:

Consumo específico de combustible, que relaciona la leña consumida, en gramos, con la cantidad de comida cocinada, en kilogramos.

Tiempo necesario para culminar la tarea de cocinado, es función de la cantidad de alimento que se cocina.

Equivalente de leña consumida, que está en función de la cantidad de leña empleada, la humedad de la madera y la cantidad de carbón consumido.

Carbón producido durante la preparación de una comida local (combustible mal aprovechado producido cuando la combustión no es óptima, debido al exceso de combustible y/o a la falta de oxígeno en la cámara de combustión).

2.2.5.2 Medición de Contaminantes

(Polución intradomiciliaria), mide los niveles de concentración de monóxido de carbono (CO), material particulado (PM2.5) y concentración de dióxido de carbono (CO₂).

El dióxido de carbono CO₂, es el resultado de la combustión de combustibles fósiles y el resultado también del proceso de respiración de los seres vivos. Es asimismo, uno de los máximos responsables del efecto invernadero y el consiguiente cambio climático o calentamiento global y los efectos que sobre el medio ambiente pueden producir: desertización, sequías y deforestación.

2.2.6 Mecanismos de Transferencia de Calor en las Cocina Mejorada

Cocinar requiere de la transformación de la energía potencial del combustible (leña), en energía calorífica. Para mejorar la eficiencia del cocinado, es importante entender como el calor se transmite en la combustión y como se puede minimizar su pérdida.

El proceso de transferencia de calor en la cocina se produce mediante tres mecanismos: conducción, convección y radiación. El conjunto de estos mecanismos y la combustión determinan la eficiencia térmica de la cocina.

Radiación

La energía radiante se emite de objetos calientes y no se vuelve calor perceptible hasta que es absorbida por la superficie de otro objeto. Es una forma de energía electromagnética, como la luz de la Figura 2.8.

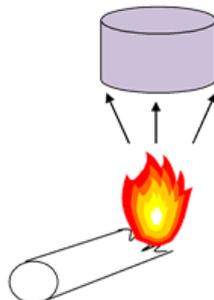


Figura 2.8 Transmisión de calor por radiación.

Fuente: Pilco Verónica 2011

La radiación en la cocina mejorada se emite en varias direcciones: desde el combustible y las flamas del fuego hacia los recipientes, de las flamas del fuego al combustible, para mantener la combustión; del combustible y las flamas a las paredes internas de la cámara de combustión, de los conductos y hornillas hacia los recipientes y desde la superficie de los recipientes hacia el ambiente. Como se observa en la figura 2.9

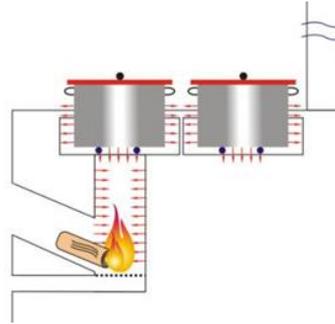


Figura 2.9 Transferencia de calor por radiación. Cocina Mejorada

Fuente: Pilco Verónica 2011

La ecuación que gobierna este mecanismo es:

$$q_r = Fa * Fe * \sigma * (T_1^4 - T_2^4) \quad \text{ec.2.1}$$

Dónde:

Fa: Factor de vista o de forma, que tienen en cuenta el ángulo sólido medio con que una superficie ve a otro.

Fe: Factor que depende de las emisiones individuales y en algunos casos de la relación de áreas.

La transferencia de calor por radiación entre la flama del combustible y la base de la olla puede estar formulada por la ecuación de Stefan Boltzman (ec. 3.1), donde el factor de forma radiante Fa y Fe incluye los efectos de emisividades y geometrías relativas entre las superficies de los cuerpos.

De la ecuación 3.1, se puede estimar la transferencia de calor por radiación ganada por la olla, la cual incrementa:

- Aumentando el factor de forma por incremento de la relación r_2/r_1 (para una misma distancia H_{cam}). El fuego denso favorece la transferencia de calor por radiación, logrando que la energía entregada por el combustible sea mejor interceptada por la base de la olla.
- Aumentando el factor de forma por reducción de la distancia H_{cam} (para una misma relación r_2/r_1) entre la llama del combustible y la base de la olla.

Sin embargo la reducción de la altura de la cámara de combustión puede afectar el proceso de combustión e incrementar las emisiones de CO y PM_{2.5} y otras emisiones de hidrocarburos. Expertos en diseño de cocinas a leña recomiendan que la distancia de la olla a la base de soporte de leña no debe ser menor que 0.4 veces el diámetro de la olla.

Conducción

La transferencia de calor por conducción en las cocinas mejoradas ocurre a través de las paredes internas de la cocina (cámara de combustión, hornillas y conductos) y a través de las paredes del recipiente hacia su contenido (Figura 2.10).

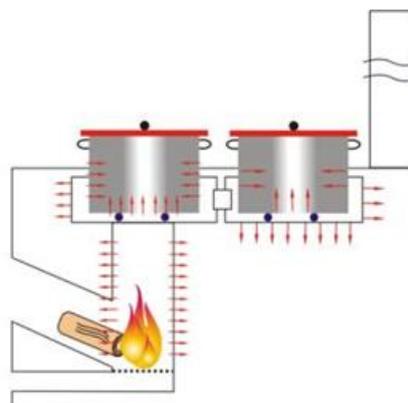


Figura 2.10 Transferencia de calor por conducción. Cocina Mejorada

Fuente: Pilco Verónica 2011

La ecuación que gobierna este mecanismo de transferencia de calor por conducción a través del recipiente es:

$$Q_{con} = \frac{k \cdot A \cdot (T_1 - T_2)}{L} \quad \text{ec.2.2}$$

Dónde:

Qcon: Flujo de energía térmica transferida por conducción (W).

K: Conductividad térmica (W/mK).

A: Superficie de la olla (m²)

T1: Temperatura en la superficie exterior del recipiente (K)

T2: Temperatura en la superficie interior de la olla (K).

L: Espesor de la pared de la olla (m)

De la ecuación (3.2) se puede estimar que la transferencia de calor por conducción ganada por el recipiente aumenta:

- Empleando recipiente de material con alto coeficiente de conductividad térmica k, como el aluminio. Obsérvese la tabla 2.2
- Exponiendo tanta área (A) de la olla como sea posible a una fuente de calor (hornilla),
- Incrementando la temperatura en la cámara de combustión y de los gases calientes.

Metales a 25 °C		Gases a 20 °C	
Sustancia	k (W/mK)	Sustancia	k (W/mK)
Aluminio	238	Aire	0.0234
Cobre	397	Helio	0.138
Latón	110	Oxígeno	0.0238
No metales		Otros materiales	
Arcilla	1.28	Agua	0,56
Barro	0.81	Concreto	0.8
Ladrillo	0.52	Madera	0.08 a 0.10

Tabla 2.2. Valores de conductividad Térmica

Autor: Jinez Ramiro 2013

En cocinas mejoradas domésticas se indica que el ahorro en consumo de combustible con recipientes de aluminio se aprovecharía de mejor manera la conducción del calor sabiendo que conductividad térmica no es más que una sustancia de transferir, la energía cinética de sus moléculas a otras moléculas adyacentes o sustancias con las que no están en contacto, diremos que así como el aluminio y el hierro la conductividad térmica del aluminio es 209,3 (W/mK) y la del hierro es 80,2 (W/mK), como un sinnúmero de otros tipos de materiales que pueden ser comparados como se encuentra en el Anexo 5.

Convección

La transferencia de calor por convección en una cocina mejorada ocurre cuando los gases de combustión fluyen por una superficie de diferente temperatura y luego intercambian energía calorífica por conducción. En este modelo de cocina mejorada, el aire calentado por las llamas del fuego se eleva en aire quieto por la cámara de combustión, en una corriente de viento, éste aire caliente se desplazará de acuerdo con la dirección prevaleciente hacia la olla y/o las paredes internas de la cocina (cámara de combustión, hornillas, ductos y chimenea).

La transferencia de calor por convección, es estimada usando la siguiente ecuación:

$$Q_{cv} = h \cdot A \cdot (T_w - T_{\infty}) \quad \text{ec.2.3}$$

Dónde: Q_{cv} : Flujo de energía térmica transferida por convección (w).

h : Coeficiente de transferencia de calor ($\text{W}/\text{m}^2 \text{ K}$).

A : Área de transmisión involucrada (m^2).

T_w : Temperatura del fluido (gases de combustión) (K)

T_{∞} Temperatura de la superficie de la olla (K)

De la ecuación (2.3) se puede estimar que la transferencia de calor por convección ganada por la olla se incrementa:

Elevando la temperatura de los gases calientes, lo cual se logra optimizando el flujo de aire exterior que ingresa a la cámara de combustión mediante el uso de la parrilla metálica, atizado correcto y el uso de combustible seco. Exponiendo tanta área (A) de la olla a los gases calientes como sea posible. Los gases deben fluir alrededor de la olla entrando en contacto en toda su superficie.

Aumentando el coeficiente de convección **h** , esto se logra aumentando la velocidad del flujo de gases calientes de la combustión.

2.2.7 Conclusiones capítulo 2

La investigación realizada muestra que los fogones rústicos empleados en la en las comunidades de la Parroquia San Andrés tienen bajo nivel de utilización de su capacidad de carga por recipientes inadecuados, (hasta 57 %) y grandes pérdidas

de energía, ocasionado por factores inadecuados de diseño, selección y explotación.

No existe un procedimiento estándar para la construcción y el montaje de los fogones rústicos empleados en la en las comunidades de la Parroquia San Andrés. Entonces, se deduce utilizar un procedimiento que minimice las pérdidas de energía y la cantidad de biomasa (Eucalipto).

Se ha mostrado cierto desconocimiento de los parámetros que determinan la eficiencia del uso de los fogones rústicos empleados en la en las comunidades de la Parroquia San Andrés, en función de los productos a cocinar y de las propiedades del tipo de biomasa.

El diseño actual de los fogones rústicos empleados en la en las comunidades de la Parroquia San Andrés incluye el empleo de cualquier tipo de biomasa y no se diseñan con una guía energético adecuada.

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA

3.1 Diseño de la Investigación

El diseño de la presente investigación es planificado y conciso para obtener los objetivos de estudio.

3.1.1 Modalidad de la investigación

Este proyecto es factible puesto que la propuesta que da solución al problema planteado, está apoyada en una investigación de tipo descriptiva, tecnológica con apoyo bibliográfico y técnicas de campo directas que sustentan dicha investigación tomando como base la información de la organización no gubernamental ADRA (Agencia Adventista de Desarrollo y Recursos Asistenciales).

3.1.2 Tipo de investigación

El tipo de investigación permite delimitar las técnicas y métodos a emplearse, puesto que es descriptiva, tecnológica y de campo.

La investigación descriptiva se describen los datos de las cocinas rústicas que usan en las comunidades motivo de estudio de la parroquia San Andrés y el impacto que tiene en sus vidas el uso de las mismas y como cambiaría su modo de vida si se determinarían parámetros de diseño de una cocina mejorada.

Con la investigación bibliográfica se consultaron libros, páginas web y artículos relacionados a la energía biomasa en el sector de San Andrés como recurso renovable, además de la identificación de cocinas o fogones rústicos y su efecto en quienes lo usan. Sin dejar de lado los parámetros para la creación de un diseño de cocina mejorada o eficiente.

La investigación tecnológica permitirá determinar los parámetros de diseño y crear el modelo de cocina eficiente que facilite la adaptación a las personas que la usen mejorando su estilo de vida sin quitar sus costumbres ni invadir sus

tradiciones. Además de contribuir con la reducción del consumo de leña (energía biomasa) y de esta manera disminuye la emanación de gases tóxicos perjudiciales para la familia y el medio ambiente en general.

Esta idea es compartida de Académica (2014) en donde expresan que: “La tecnología también puede ser usada para proteger el medio ambiente y evitar que las crecientes necesidades provoquen un agotamiento o degradación de los recursos materiales y energéticos del planeta o aumenten las desigualdades sociales”.

Investigación de campo, al ser participe directo en la investigación efectuada en la parroquia San Andrés gracias al apoyo de la ONG “ADRA” (Anexo 1), quienes desinteresadamente otorgaron los datos de la forma de las cocinas rústicas o tradicionales, el uso excesivo de leña en el sector durante el año 2013, cuyos datos fueron tabulados y analizados con el fin de determinar la mejor opción para la propuesta de la determinación de parámetros de diseño de una cocina mejorada, tomando como objeto el análisis de otras cocinas implementadas en el Perú trasportándola a las necesidades de los habitantes de San Andrés del cantón Guano, provincia de Chimborazo perteneciente al Ecuador.

3.1.3 Metodología

El método de investigación a usarse es el experimental, ya que se va a observar los fenómenos relacionados al uso de la leña del Eucalipto en las cocinas rústicas, encontrando el problema del alto consumo de la energía biomasa (leña), buscando la posible solución mediante la experimentación de establecer parámetros de diseño para crear una cocina que minimice el desgaste de la energía biomasa y más bien exista un aprovechamiento casi totalitario de la leña, analizando y determinando su consumo energético de biomasa.

Es cuantitativo porque la aplicación de los instrumentos utilizados en la experimentación permite obtener la información numérica que fue analizada en gráficas y tablas estadísticas(Anexo 2).

El objetivo es evaluar el consumo de la energía producida por la biomasa en las cocinas rústicas para encontrar los parámetros de diseño de una cocina mejorada cuyos elementos que intervengan en la misma sean en base a un balance energético que reduzca el consumo de la biomasa (leña eucalipto) a través de la factibilidad de este proyecto que busca mejorar el estilo de vida de las comunidades de San Andrés del cantón Guano provincia de Chimborazo.

3.1.4 Operacionalización de las variables

3.1.4.1 VARIABLE INDEPENDIENTE: PARAMETROS DE DISEÑO

DELACOCINA MEJORADA

Concepto	Categoría	Indicadores	Ítem	Técnicas	Instrumentos
Es la transformación de la energía potencial del Combustible (Leña) en energía Calorífica en un ambiente determinado	Parámetros de Diseño óptimo de las cámaras de combustión	Forma o Tamaño	m	Medición	Formulas
		Materiales	Unidades	Cantidad	Hojas de Calculo
		Costo del diseño	\$	Cálculo del Valor	Estadística Formula

Tabla 3.1 Operacionalización de la variable Independiente

Autor: Jinez Ramiro (2013)

3.1.4.2 VARIABLE DEPENDIENTE: ENERGIA DE LA BIOMASA

Concepto	Categoría	Indicadores	Ítem	Técnicas	Instrumentos
Es toda la materia inorgánica de fácil combustión que se encuentra en la naturaleza	CANTIDAD OPTIMA DE BIOMASA REQUERIDA	Consumo de leña (Kg)	¿Cuál es el consumo promedio diario de leña por familia?	Observación	Guía de Observación
		Tiempo de cocción de alimentos (h)	¿Cuál es el tiempo promedio de cocción de alimentos por familia?	Observación	Guía de Observación
		Poder calorífico de la leña	J/g	calculada	Laboratorio
		dimensiones de la cocina eficiente que aprovecha la energía biomasa	m	Cálculo	Ecuaciones

Tabla 3.2 Operacionalización de la variable dependiente

Autor: Jinez Ramiro (2013)

3.2 Población y muestra

La comunidad a intervenir está ubicada en la serranía central del Ecuador, en la parroquia San Andrés del cantón Guano de la provincia de Chimborazo. La investigación está encaminada al estudio del consumo de leña (energía biomasa) para satisfacer las necesidades de cocción de alimentos para las familias que cuentan con un promedio de 4 miembros, cuyas viviendas son precarias, construidas con material de la zona; preparan sus alimentos en cocinas rústicas con leña del Eucalipto como combustible, contaminando el aire intradomiciliario llevando a que estas familias vivan en malas condiciones ambientales.

Según GADPRS (2014): La población de la Parroquia San Andrés esta alrededor de 13,481 habitantes, de 3674 familias registradas por el INEC (2010) todos pertenecen a la zona rural, de las cuales 400 familias (gobierno parroquial de san Andrés) utilizan cocinas rusticas a las cuales se les toma como la población total de la investigación.

3.2.1 Muestra

Dentro del muestreo existen dos tipos que son: el probabilístico y el no probabilístico, para fines de este estudio se ha escogido el no probabilístico. La técnica es “Muestreo con fines especiales” debido a que sus características son similares y su forma de vida son bajo los mismo parámetros motivos de estudio; por lo tanto se ha considerado conveniente escoger nueve familias por su condición de vida.

En forma aleatoria se ha escogido a 1 familia por cada una de las nueve comunidades a criterio del equipo técnico de la ONG ADRA; dando una muestra total de 9 familias a ser involucradas en esta investigación cuyo carácter es más de fin social.

Se ha escogido a estas familias considerando su nivel económico en el que se encuentran ya que su situación es de pobreza y pobreza extrema con lo que se busca contribuir al mejoramiento social de las mismas.

Estas familias muestras las siguientes características:

- Su vivienda es pequeña en el mismo lugar cocinan, duermen, tienen animales allí mismo.
- Usan fogón de leña de tres o cuatro piedras con varillas
- Los miembros de la familia son cuatro.
- Viven del trabajo diario en terrenos vecinos lo que es conocido en el lugar como trabajo al partir en donde dan la mano de obra a cambio de productos y de usar el terreno. Los productos se dividen por la mitad con el dueño del terreno.

3.2.2 Delimitación de la zona de estudio

La parroquia de San Andrés se halla ubicada a un costado de la carretera Panamericana Norte, pertenece a la Provincia de Chimborazo, al cantón Guano. Posee los siguientes límites: al norte con el cantón Mocha, provincia Tungurahua al sur con la ciudad de Guano al este con la parroquia San Isidro perteneciente al Cantón Guano y al Oeste con la parroquia San Juan perteneciente al cantón

Riobamba. Sus coordenadas son: Latitud: **-1.48306** y de Longitud: **-78.7964**, como se muestra en el Grafico 3.1.

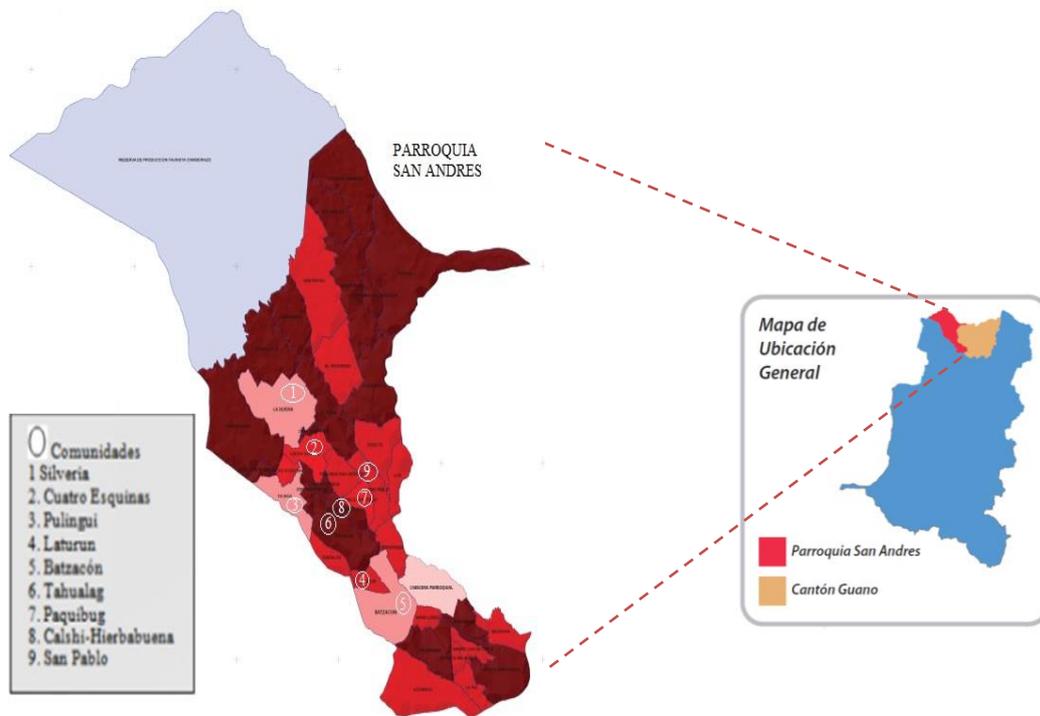


Gráfico 3.1. Ubicación de la Parroquia San Andrés- Guano

Fuente: GAD municipal de Guano con arreglos del Autor (Jinez Ramiro - 2013)

3.3 Caracterización de la biomasa de la zona de estudio

3.3.1 Características generales y específicas

La biomasa más utilizada en la parroquia San Andrés es el Eucalipto, puesto que en la zona existen grandes bosques con este tipo de árboles destinados para la venta a los Aserraderos, sin embargo de esta actividad quedan restos utilizados como leña.

GADPRS (2014) explica que: “El eucalipto como especie se caracteriza por presentar gran altura, la cual puede llegar a ser de 35 a 45 metros, con un diámetro de tronco de hasta 2 m. Tiene amplia difusión de las ramas y la corteza es escamosa. Presenta corazón de madera rojo, con una textura fina y entrelazada, dura y resistente. Su ciclo vegetativo fluctúa entre 180 y 365 días, tiempo en el

cual está en su etapa joven faltándole aun la madurez para ser talado, ya que aproximadamente necesita de ocho años para ser usado como madera. Presenta metabolismo fotosintético.

En la Parroquia de San Andrés existen diferentes tipos de árboles en un total de 3500 ha, cuya superficie arbolada es potencialmente apta de la zona, entre ellos el eucalipto, el nogal y entre otros como el capulí, ciprés, pino, sauces, etc. Como se muestra en la Figura 3.1.

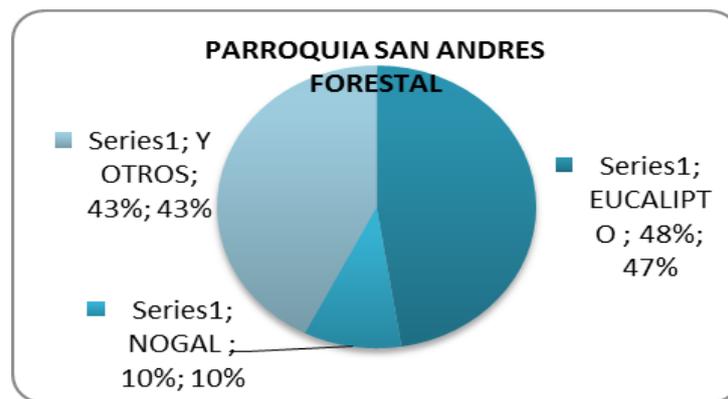


Figura 3.1. Área Forestal de la parroquia San Andrés Autor: Jinez Ramiro
2013

3.3.2 Poder calorífico del eucalipto

El poder calorífico del Eucalipto usado como energía biomasa predominante en la zona de estudio, se puede indicar que:

El eucalipto por ser un árbol maderero se puede utilizar como fuente de energía de biomasa, por tanto se indica que el poder calorífico de la madera seca es 19000 kJ/kg y de madera verde es 14400 kJ/kg como se muestra en la tabla del Anexo 3.

En esta investigación se ocupará un poder calorífico de la madera leña eucalipto de 15431,27 J/g cuyos resultados de análisis de la madera se muestran en el Anexo 4, los mismos que fueron realizado en el laboratorio de Ingeniería Química de la Universidad Central del Ecuador que ayudará en la evaluación del aprovechamiento de la energía Biomasa en cocinas con leña.

3.3.3 La Humedad y su influencia en el Poder Calorífico del Eucalipto

El eucalipto, es la leña usada en las pruebas de campo de esta investigación. Los valores más importantes para evaluar el combustible es su contenido de humedad y poder calorífico.

a) La madera húmeda proporciona menos calor porque una fracción importante del calor generado se gasta en evaporar el agua. Hasta un 12% de la energía calórica de la madera verde puede ser consumida en ese proceso. La evaporación del agua de la madera diluye los gases inflamables, lo que disminuye la tasa de combustión y su eficiencia. Esto resulta en un fuego con más humo y aumenta la condensación de alquitranes en la cocina y chimenea.

b) La unidad que se emplea para medir la cantidad de calor desarrollada en la combustión se denomina poder calorífico.

Se entiende por poder calorífico de un combustible, la cantidad de calor producida por la combustión completa de un kilogramo de esa sustancia.

3.4 Técnicas de investigación y análisis

La información fue levantada de fuente primaria, en la misma se utilizó la técnica de la observación directa y la observación participante.

3.4.1 Observación Directa

Esta técnica se empleó para conocer el estilo de vida de las personas que usan las cocinas rústicas, motivo de esta investigación, hacer un análisis cualitativo del desperdicio de la energía biomasa, el tiempo en que se demoran en la cocción de los alimentos.

3.4.2 Observación Participante

La técnica de la Observación participante se ha escogido debido a la participación directa del autor en la investigación, para obtener los datos de la presente tesis investigativa de forma directa en el equipo del proyecto junto con la ONG ADRA.

3.5 Recolección de datos

La información fue recogida directamente en la zona de San Andrés en las Comunidades de Silveria, Cuatro Esquinas, Pulinguí, Batzacón, Laturun, Tahualag, Paquibug- San Gerardo, Calshi-Hierbabuena, San Pablo, donde se usaron una balanza romana digital Wincha para pesar la cantidad de leña usada en las cocinas rústicas en un inicio y posteriormente en las cocinas mejoradas, con un cronómetro digital se procedió a medir el tiempo de cocción antes (cocina rústica) y después (cocina mejorada), finalmente para medir la contaminación intradomiliar se usó un instrumento llamado Medidor IAP, con lo que se pudo evaluar el impacto ambiental antes y después.

3.6 Criterios técnicos del tipo de estudio propuesto:

- Se aplicará en la localidad donde se ha determinado la muestra, porque se tiene proyectado un cambio o instalación de cocinas que difieren de las actuales en uso.
- El registro de datos se realiza en dos etapas en la primera en hogares con cocinas actuales (fogones o cocinas tradicionales o rústicas) en uso y en segundo momento con las nuevas cocinas instaladas (mejoradas o eficientes) cambiadas en la misma muestra de familias.
- Entre el registro de datos de la primera y la segunda etapa debe transcurrir necesariamente el lapso de tiempo mínimo de un mes y no deberá transcurrir más de tres meses. Este periodo garantiza por un lado que la familia se haya adaptado al uso del nuevo modelo de cocina instalado o cambiado y por otro lado, que las condiciones ambientales, estacionales, entorno familiar y otras no hayan variado sustantivamente.
- La selección de la muestra será de nueve familias en promedio, actualmente usuarias de fogones o cocinas rústicas, las cuales deberán estar disponibles para la evaluación (en sus tres fases). En este caso, la primera fase se hará en

el mes de enero y la tercera en el mes de abril del 2013, en ambos casos se aplicarán las mismas pruebas de medición.

- Como en la población de estudio las cocinas se encuentran en iguales condiciones se busca que con la muestra seleccionada, los resultados que se obtengan sean extrapolables al total de la población. Este proceso permitirá ahorrar recursos, y a la vez obtener resultados parecidos a los que se alcanzarían si se realizase un estudio con una muestra mayor.

3.7 Planificación y aspectos logísticos

El equipo técnico del proyecto ADRA deberá realizar un análisis crítico a las familias de las localidades elegidas para determinar que todas reúnan los siguientes aspectos.

La elección de la(s) comunidad(es) con viviendas cercanas, ubicadas a la misma altitud y en similares condiciones climáticas.

La selección de las familias que cuenten con fogones o cocinas rústicas y estén dispuestas a participar en el estudio.

La cantidad necesaria de combustible (leña) uniforme de la misma calidad, disponible en la localidad elegida.

Previamente el proyecto habrá determinado en laboratorio de análisis químico el poder calorífico de la leña.

Antes de efectuar el estudio se deberá entregar lotes de leña seca y rajada con similares pesos a cada familia participante.

Una persona de cada familia que se responsabilicen de la preparación del potaje elegido, familiarizadas con el uso de las cocinas.

La elección de una comida de consumo diario en la zona y la cantidad a preparar (promedio # de integrantes por familia representativa de la localidad).

Además se preverá la disponibilidad de los ingredientes necesarios, de la misma calidad (un mismo proveedor) para cocinar el potaje elegido.

Los resultados se alcanzarán al equipo evaluador ENDEV GIZ /SENCICO.

ADRA tendrá que garantizar:

Que las familias tengan ollas del mismo tamaño, forma y material, de acuerdo al tamaño y número de hornillas que habitualmente usan las familias.

Un cronograma de evaluaciones con las familias participantes, comprometiéndolas con el proceso de evaluación (En promedio cada técnico evaluador puede realizar 2 evaluaciones por día).

Que las cocinas a evaluar no deberán ser utilizadas un mínimo de tiempo de 12 horas antes a las pruebas.

El proceso de evaluación estará a cargo del equipo técnico evaluador integrado por un profesional del Proyecto ENDEV-GIZ y el SENCICO y Jinez Ramiro.

Las pruebas a efectuar determinarán aspectos de:

Contaminación al interior de la vivienda, que incluye la medición de la concentración de monóxido de carbono CO y material particulado (PM2.5) utilizando el equipo (Indoor Air Pollution Meter - IAP), y Rendimiento de la cocina, a través de la prueba cocción controlada (CCT).

En una primera etapa se evaluarán los fogones o cocinas tradicionales, que constituyen la muestra de familias seleccionadas del proyecto ADRA. En la tercera etapa (a dos meses de ser instaladas las nuevas cocinas), se evaluará las cocinas mejoradas, en la misma muestra de familias de la primera etapa, para el efecto comparativo de resultados

3.7.1 Procesamiento y análisis de datos

El procesamiento se llevara a cabo conforme se vaya realizando las pruebas de campo con los equipos que se detallan posteriormente. Una vez concluida la primera etapa de evaluación de cocinas rústicas se explicara mediante un diagrama de barras en el que constan los resultados de consumo de leña, tiempo de cocción y polución intradomiciliaria

Durante la segunda etapa se desarrollara los parámetros de diseño de una cocina mejorada con la ayuda del computador.

Cuando haya concluido la tercera etapa de evaluación (con cocinas mejoradas), se determina en un diagrama de barras similar al de la primera etapa con lo que se podrá estipular el ahorro de energía biomásico

3.8 Instrumentos utilizados en la experimentación

En la tabla 3.3 se determina los instrumentos y equipos utilizados en las experimentaciones de campo en San Andrés conjuntamente con los gráficos en los que se clarifica dichos instrumentos y equipos que se utilizaron para llevar a efecto la presente tesis.

Equipos de Medición	Marca	Modelo
Balanza Romana Digital Wincha	Marca: Henkel. Pantalla digital.	Modelo: BR-50.
Cronometro Digital	Nokia	Nokia N8
Medidor de Contaminación Indoor Air Pollution Meter	IAP Meter	4600
Medidor de CO2 Aeroqual	Aeroqual	Serie 500
Medidor digital de humedad para madera.	Marca : OEM	Modelo : MD-2G
Laptop personales	Toshiba	Satélite S55

Tabla 3.3: Instrumentos para la experimentación Autor: Jinez Ramiro (2013)



Gráfico 3.2. Balanza Romana Digital Wincha Fuente: ADRA 2013



Gráfico 3.3 Cronometro- Temporizador Nokia N8 Fuente: Manual teléfono Nokia N8



Gráfico 3.4 Medidor de contaminación IAP Fuente: ADRA 2013



Gráfico 3.5 Aeroqual Medidor de CO2 Fuente: ADRA 2013



Gráfico 3.6. Medidor de humedad para madera Fuente: ADRA 2013

3.9 Especificaciones técnicas de los instrumentos

Se describe las principales características de los instrumentos utilizados a continuación:

3.9.1 Especificaciones de la Balanza Romana Digital con Wincha

Descripción:

"Las balanzas portátiles de peso, son un nuevo modelo ideal, con características de buen aspecto y tamaño compacto. Su funcionamiento confiable de múltiples funciones y peso exacto lo hace para estar en el lugar de balanzas romanas y de resorte".

Ficha Técnica:

Marca: Henkel.

Modelo: BR-10.

Pantalla digital.

Gancho de acero.

Características:

Fabricación: Acrílico Robusto.

Temperatura de Funcionamiento: 0 oC - 40 oC.

Sensibilidad: 18 grs.

Capacidad Máxima: 10 kg / 22 Lbs.

Muestra la Temperatura del Aire.

Wincha: 1 metro.

Beneficios:

- Apagado Automático.
- Alarma de Sobrepeso.
- Fácil de Transportar.

Dimensiones: 21 x 7 x 2.5 cms.

Peso: 0.310 Kilos.

Precio aproximado: \$ 59dólares.

Funciones:

Memoria, Auto Apagado: 1 minuto, Marca el Peso en Kilos, Onzas y Libras, Cero Auto0mático, Indicador de Batería Baja, Botones: Tara, Modo, Guardar, On /Off.

3.9.2 Especificaciones técnicas del Cronometro digital Nokia N8

El cronometro digital se usó del teléfono móvil Nokia N8 el mismo que cuenta con las siguientes características generales como se muestra en la tabla 3.4

Tamaño (mm)	113,5 x 59,1 x 12,9
Peso aproximado (gr)	135
Pantalla color	16 millones de colores
Resolución	360 x 640 píxeles
Pantalla touch	Sí
Duración en conversación	Hasta 6 horas
Duración en stand by	Hasta 16 días
Memoria interna	256 MB RAM, 16 GB almacenamiento de memoria
Tarjeta Memoria externa	Sí

Tabla 3.4: Características generales del equipo Nokia N8

Fuente: Aplicaciones Nokia 2014

El cronometro que viene incluido en el teléfono Nokia N8 (es una aplicación que incluye cronometro y temporizador a la vez lo que permite fijar el tiempo con precisión.

3.9.3 Especificaciones técnicas del Medidor de contaminación IAP

ADRA 2013 indica que: “**Indoor Air Pollution Meter (Medidor IAP)**, de segunda generación, equipo que mide las concentraciones de material particulado (PM_{2,5}) y monóxido de carbono (CO).

Descripción:

PCE-Ibérica 2014 dice: “El medidor de partículas mide la concentración de partículas como polvo, hollín, polen y otros aerosoles que se encuentran en el aire. El medidor de partículas se ha desarrollado para detectar de forma exacta el grado de contaminación del aire. La contaminación se genera principalmente mediante combustión, procesos de material, fabricación, producción de energía, emisiones de vehículos y en la industria de la construcción. Con la ayuda de este contador de partículas puede medir la cantidad precisa de partículas contaminantes en el aire”.

Cada vez cobra más importancia el grado de contaminación del aire con partículas perniciosas para la salud, p.e. el hollín, que es responsable entre otras cosas de una visibilidad reducida, la aspiración de sustancias venenosas y por tanto de una efectividad del trabajo reducida. Desde hace tiempo también se sabe que las partículas pueden ser uno de los agentes causantes de enfermedades como asma, bronquitis, enfermedades de piel y respiratorias.

Características

Resolución: 25 ug/m³ PM_{2.5}, 1.0 ppm CO

Máxima concentración = 60,000 ug/m³ PM_{2.5}, 1,000 ppm CO

peso: 860 g

Dimensiones: 13 x 20 x 8 cm

Potencia: 120/220 VAC cargador de batería

3.9.4 Especificaciones técnicas de Aeroqual Serie 500

Descripción

Sensor Non dispersive Infra red (NDIR), Rango: 0-20 000 ppm, Resolución 1 ppm, para la medición del CO₂

Serie Aeroqual: El ozono, VOC, amoníaco, CO monitor

Aeroqual Serie 200

Características

- Alta precisión
- Rápida respuesta T90
- Diseño ergonómico
- Operación simple
- Gran pantalla de fácil lectura
- Capacidad del sensor remoto
- Portátil y montable en pared
- Cabezas sensoras intercambiables
- Batería y alimentación CA

Serie Aeroqual 500 monitor con la batería y del sensor de CO₂

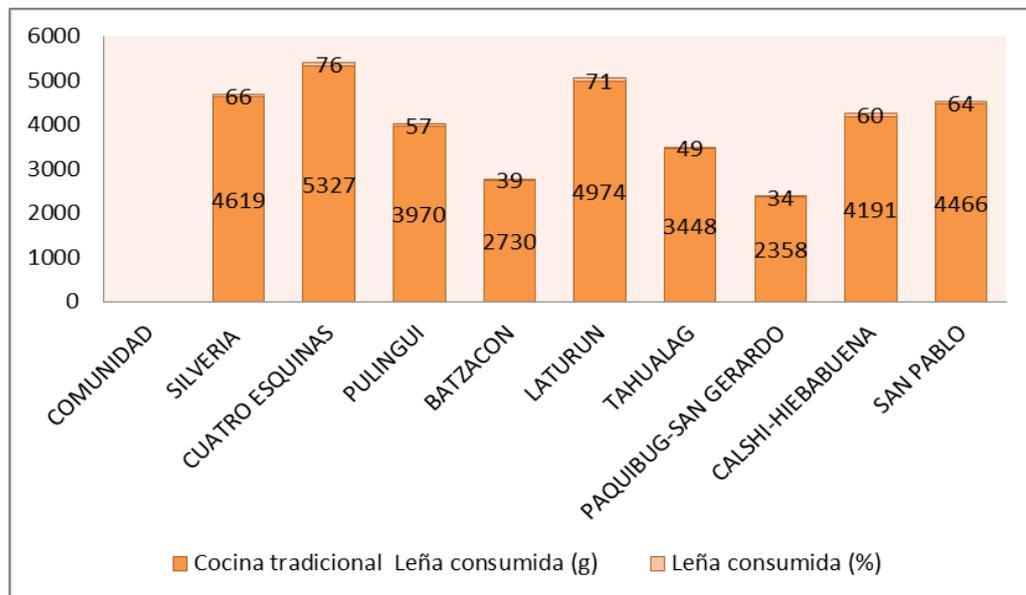
La Serie 500 se hace a mano o en una posición fija y proporciona un alto nivel de funcionalidad y capacidad de monitoreo, con la característica añadida de a bordo y el registro de datos del PC.

3.10 Datos del consumo energético de Biomasa en cocinas Rústicas

Se ha recopilado información estadística del consumo de biomasa en cocinas rústicas durante una semana tomando tres muestras por cada una de las nueve comunidades anteriormente mencionadas, con diferentes tipos de alimentos que

consumen comúnmente en cada uno de sus hogares, con relación al gasto diario como se observa en el siguiente Figura 3.2.

ANÁLISIS DE CONSUMO ENERGÉTICO DE BIOMASA EN COCINAS RÚSTICAS



*Figura 3.2: Consumo Energético de Biomasa en cocinas Rústicas
Autor: Jinez Ramiro (2013)*

La leña consumida en la Figura 3.2 es en base a una sola comida (el almuerzo), en el día en relación a un consumo de 7.000 gramos aproximadamente usados en tres comidas diarias. Que hace referencia a la Tabla del Anexo 6.

La variación del consumo de leña se da por el tipo de alimento que se cocina y por las condiciones climáticas producidas en el día de estudio, de cada uno de los lugares debido a que mientras el viento es mayor más consumo de leña se da por efectos que sopla el viento y produce que la energía calorífica se expanda debido a que el oxígeno aumenta y la combustión de la leña es más alta.

3.11 Planificación de la Experimentación

Para la investigación de campo se planificó realizar durante una semana la toma de muestras del consumo de leña, en cocinas rústicas en las nueve comunidades durante el mes de enero del 2013.

Posteriormente una vez que se llega a identificar el consumo de leña (energía biomasa) en el tiempo anteriormente estipulado, con los datos arrojados que sirvieron de base para determinar los parámetros de diseño de la cocina mejorada se hace un prototipo de esta y se lleva nuevamente al campo de experimentación durante una semana para ver sus resultados en el mes de Marzo 2013.

Para realizarse esta investigación la ONG ADRA vio la estrategia de formar dos equipos conformados por cuatro miembros cada uno. Los cuales deberán seguir los mismos lineamientos, metodología y hacer uso de los mismos instrumentos con las características ya descritas.

3.11.1 Primera Experimentación- Valoración de Cocinas Rústicas

Fecha: Del 21 al 25 de Enero del 2013

PLANIFICACION DE CAMPO PARROQUIA SAN ANDRÉS COCINA RÚSTICA

LOCALIDAD SAN ANDRES	NOMBRE	SEMANA DEL 21 -25 ENERO 2013
SILVERIA	María Rosa Carrillo O,	DIA 21
CUATRO ESQUINAS	Escolástica Guzmán	DIA 21
PULINGUI	Carmen Manuela Huamán	DIA 22
BATZACON	María Delfina Acan Lema	DIA 22
LATURUN	María Agustina Ailla Paca	DIA 23
TAHUALAG	Agustino Pacheco	DIA 23
PAQUIBUG-SAN GERARDO	María Cristina Ochoa	DIA 24
CALSHI-HIEBABUENA	Graciela Parreño Duchi	DIA 24
SAN PABLO	María Juana Huamán	DIA 25

Tabla 3.5: Visita a Comunidades-consumo de leña en cocinas Rústicas en San

Andrés Autor: Jinez Ramiro (enero 2013)

3.11.1.1 Itinerario de la Primera Experimentación en la Medición de Consumo Energético de Biomasa en Comunidades de San Andrés

Nota: Para llevarse a cabo esta investigación de campo se realizaron dos equipos con la misma metodología y los mismos instrumentos por lo tanto este itinerario rige para los dos equipos como se muestra en la tabla 3.6

DÍA	FECHA	HORA	DETALLE	OBSERVACIONES	RESPONSABLES
Domingo	20/01/2013	17hr00	Llegar al hotel en San Andrés		Esmirna Paño
		18hr00	Compra de insumos para la medición en Riobamba		Andrés Burgos
		19hr30	Cena	Hotel	Iván Cruz
Lunes	21/01/2013	06hr00	Desayuno	Desayuno en el Hotel	Iván Cruz
		07hr00	Salir a la comunidad de Silveria y Cuatro Esquinas		Esmirna Paño
		07hr30	Iniciar la medición en las comunidades		Andrés Burgos
		17hr30	Finalizar la medición		Andrés Burgos
		16hr00	Cena	Hotel	Iván Cruz
Martes	22/01/2013	06hr00	Desayuno	Hotel	Iván Cruz
		06hr45	Salir a las comunidades de Pulingui y Batzacón		Ramiro Jinez y David Allaica
		07hr30	Iniciar la medición en la comunidad		Ramiro Jinez y David Allaica
		17hr30	Finalizar la medición	Hotel	Esmirna Paño
Miércoles	23/01/2013	16hr00	Cena	Hotel	Iván Cruz
		06hr00	Desayuno	Hotel	Iván Cruz
		06hr45	Salir a las comunidades de Laturun y Tahualag		Esmirna Paño
		07hr30	Iniciar la medición en la comunidad		David Allayca
		17hr00	Finalización de la medición		David Allayca
		19hr00	Llegar al Hotel		Esmirna Paño
Jueves	24/01/2013	19hr30	Cena		Esmirna Paño
		06hr00	Desayuno	Hotel	Esmirna Paño
		06hr45	Salir a la comunidad de San Pablo		
		07hr45	Iniciar de la medición en la comunidad		Luis Vega
		17hr30	Finalizar de la medición		Luis Vega
Viernes	25/01/2013	19hr15	Llegar al Hotel		
		19hr30	Cena	Restaurant	Esmirna Paño
		06hr00	Desayuno	Hotel	Esmirna Paño
		06hr45	Reunión de los equipos		Luis Vega
Sábado	26/01/2013	07hr45	Iniciar la consolidación de la recolección de los datos		Luis Vega
		18hr30	Finalizar el primer encuentro		
		19hr00	Cena		Esmirna Paño
Sábado	26/01/2013	06hr00	Desayuno	Hotel	Esmirna Paño
		06hr45	Reunión de los equipos		Luis Vega
		07hr45	Análisis y resumen de los datos obtenidos		Luis Vega
		18hr30	Finalización y clausura de la primera etapa de experimentación		

Tabla 3.6: Itinerario de planificación de la primera Experimentación con Cocinas Rústicas Fuente: ADRA 2013

3.11.1.2 Instrumentos y materiales usados en la Primera Experimentación

Instrumentos

Balanza romana digital

Cronometro- Temporizador Nokia

Medidor IAP

Medidor Aeroqual Serie 500 de CO2

Medidor de humedad

Materiales

Ollas

Leña

Ingredientes

Agua, Arroz de cebada, Avena, Panela, Canela, Carne, Cebolla, Zanahoria, Papas, Aliños. Habas, Culantro, col

3.11.1.3 Información recolectada de la Primera Experimentación

Cantidad de leña en gramos usada

Tiempo de cocción de los alimentos

Porcentaje de contaminación intradomiciliaria

3.11.1.4 Muestra para la Primera Experimentación

Para llevarse a efecto la Primera Experimentación se ha tomado a nueve señoras que cocinan, quienes representan a las nueve Comunidades de San Andrés (ver tabla 3.7).

Muestra para Experimentación		
Tipo de leña: Rajas de madera seca de Eucalipto, cocinando platos típicos del lugar		
Fechas de Experimentación: Semana del 21 al 25 de Enero 2013		
Lugar	Cantidad en gramos	Ingredientes en gramos
SILVERIA	4.000	6 litros de agua
CUATRO ESQUINAS	4.000	Arroz de cebada 250g
PULINGUI	4.000	Avena 126 g
BATZACON	4.000	Panela 1860g
LATURUN	4.000	Canela y clavo 2g
TAHUALAG	4.000	Carne 600 g
PAQUIBUG-SAN GERARDO	4.000	Cebolla blanca 20 g
CALSHI-HIEBABUENA	4.000	Zanahoria 250g
SAN PABLO	4.000	Habas 250g
		Papas 1.000g
		Culantro 50g
		Col 100g
		Aliños (sal, aceite y ajo) 10g

Tabla 3.7: Planificación de la Primera Muestra- Cocinas rústicas

Autor: Jinez Ramiro (enero 2013)

3.11.1.5 Procedimiento de la Primera Experimentación

1. Verificación de que el fogón rústico no haya sido utilizado al menos 12 horas antes por lo tanto no deberá tener restos de ceniza, carbón o leña quemada.
2. Limpieza de las varillas en donde se asientan los recipientes
3. Pesar la leña a usarse con la balanza y en forma aleatoria medir la humedad en la leña
4. Preparación y medición de los ingredientes, agua y materiales a usarse para cocinar como se muestra en el Gráfico 3.7



Gráfico 3.7: Primera Experimentación en cocinas Rústicas en Batzacón-San Andrés Autor: Jinez Ramiro 2013

5. Alistar la olla con 4 litros de agua a hervir y otra olla con 2 litros de agua, con sus respectivas tapas.
6. Prende el Medidor IAP y el Medidor de CO₂ Aeroqual con el que se medirá la polución intradomiciliaria y el cronómetro para estipular el tiempo de demora de cocción.
7. Inicia las actividades de preparación y cocción de alimentos en la cocina rústica (fogón).
8. Prender el fuego.

9. Esperar que llegue al punto de ebullición para colocar el arroz de cebada junto con el resto de ingredientes que son: carne, cebolla blanca, zanahoria, col y las papas para dar un sabor agradable al plato de sopa propio de la zona y la avena junto con la canela y la panela para hacer un refresco sabroso. Cada uno de los ingredientes previamente pesados y se los coce hasta que los alimentos están listos para consumir.

10. Se paraliza los equipos de medición, tanto el medidor IAP, Aeroqual y el cronómetro.

11. Se coge las ollas con los alimentos preparados y se las vuelve a pesar para valorar la pérdida de ingredientes en el proceso de cocción.

12. Se valora cualitativa los restos del proceso de la leña consumida para buscar restos o confirmar el consumo total de la misma.

13. Registro de los datos arrojados del consumo de leña.

3.11.2 Segunda Experimentación- Esquematización de una Cocina Mejorada

Fecha: Del 6 al 27 de Febrero del 2013

PLANIFICACIÓN DE CAMPO PARA LA ESQUEMATIZACION DE UNA COCINA MEJORADA EN LA PARROQUIA SAN ANDRES-GUANO

Parroquia	Usuarios	SEMANA DEL 21 DE FEBRERO AL 4 DE MARZO 2013
San Andrés	SILVERIA CUATRO ESQUINAS PULINGUI BATZACON LATURUN TAHUALAG PAQUIBUG-SAN GERARDO CALSHI-HIEBABUENA SAN PABLO	- El 6 y 7 de Febrero: Diseño de la cocina mejorada - El 8 compra de los materiales a usarse en la construcción de la cocina mejorada. Contratación de un albañil quien hará el trabajo manual bajo los parámetros del diseño - Del 11 al 15 de Febrero construcción y pruebas preliminares del diseño - Del 16 al 27 de Febrero del 2013 secado y conservación del diseño

Tabla 3.8: Planificación de la Segunda Experimentación- Esquematización de la cocina mejorada en San Andrés Autor: Jinez Ramiro (enero 2013)

3.11.2.1 Instrumentos, herramientas, materiales y equipos usados para el prototipo de cocina Mejorada

Diseño de la Cocina Mejorada

Computadora laptop personal

Programa Software AutoCAD 2010

Construcción del Prototipo de una Cocina Mejorada

Herramientas	Materiales
Plomada o Nivel	* 30 bloques
Flexo metro	* 50 ladrillos
Bailejo	* 1 plancha de hierro fundido de 61cm x 33cm x 1,7cm con dos hornillas
Pala	* 1 juego de tubo galvanizado de 3” con gorro chino
Carretilla	* 4 varillas de hierro corrugado de 14 mm
Pico	* 45 lb de cementina * 2 bolsas de cemento de 50lb * 1 carretilla de arena fina * 1 carretilla de arena gruesa

3.11.2.2 Información recolectada de la Segunda Experimentación

Dimensiones de la cocina mejorada.

Espacio de uso de la cocina mejorada.

Costo estimado de la cocina mejorada.

3.11.2.3 Muestra para la Segunda Experimentación

En la computadora con el programa AUTOCAD se hará el diseño de una cocina mejorada que será implementada en primera instancia en la comunidad de Batzacón como prueba para el buen funcionamiento debido a su ubicación, ya que muestras vías de acceso más cercanas.

3.11.2.4 Procedimiento de la Segunda Experimentación

DIMENSIONES DE LA COCINA MEJORADA:

En el programa AutoCAD 2010 con la laptop personal se procede a dibujar lo siguiente;

- 1 La base de la cocina mejorada
- 2 El largo de la cocina por el ancho para buscar el espacio que necesita para construirla
- 3 Dimensiones del alto de la cocina que ayude a una adecuada posición del usuario
- 4 Reforzar la base calorífica con la cementina y piedra pomex
- 5 Cámara de combustión en donde se quemará la leña, provocando la acción calorífica que llegara a la hornilla:
- 6 Sobre la base superior se colocará la plancha de acero fundido con dos hornillas
- 7 Chimenea de salida de gases
- 8 Flujo del aire que existirá desde la cámara de combustión pasando por la segunda hornilla a la chimenea
- 9 Protección de seguridad sobre la salida de la chimenea para evitar daños en la salud del usuario.

CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO DE COCINA MEJORADA

1. Disponer el lugar adecuado para la instalación de la cocina mejorada

2. Buscar la ubicación adecuada para la cocina mejorada a una esquina del ambiente en donde la puerta de la cámara de combustión, este en dirección a la puerta de entrada de la habitación en donde estará la cocina
3. Se nivelara el piso para iniciar la construcción
4. Se delimita el área a construir
5. Trasladar los ladrillos y los otros materiales a la zona de construcción
6. Construcción de la primera plataforma: En el área delimitada se pondrá los ladrillos de manera alineada y uniforme
7. Sobre la primera plataforma se construirá una segunda plataforma en donde se apilará los ladrillos y se dejara una abertura en dirección a la puerta de la cámara.
8. Se construirá una tercera plataforma
9. Se construirá la cámara de combustión se realizará con ladrillos en dos hileras dando en forma de U la misma que dará forma a la plataforma de la plancha
10. Se construirá la plataforma para la instalación de la plancha, con la que se dará forma a la cámara de combustión a la que se practicará con un acabado de cementina con piedra pomex para reforzar la plancha.
11. Luego de que la plancha este nivelada y acondicionada se procederá a colocar la plancha de cocina mejorada poniendo una capa de cementina para reforzar la plancha sobre el mesón.
12. En la cámara de combustión por debajo de la segunda hornilla se construirá una elevación conocida como lomo de pescado por debajo de la plancha y el paso del fuego de la primera a la segunda hornilla se reducirá el paso de flujo de aire con una medida que expulse los gases al exterior.
13. Se pondrá la chimenea de tres cuerpos y luego se aislara con los ladrillos de forma rectangular para evitar el deterioro y prevenir accidentes por quemaduras.
14. El acabado del diseño de la cocina se lo hará con cemento y cementina dando un enfoque de enlucido para que de esta manera quede uniforme.

15. Se esperará un tiempo aproximado de 15 días en cuanto que seque la construcción en su totalidad para posteriormente poderla usar.

3.11.3 Tercera Experimentación – Valoración del Prototipo de Cocina Mejorada

Con el apoyo de ADRA se regresa a los mismos lugares investigados en la primera experimentación.

Fecha: Del 1 al 5 de Abril del 2013

En la tabla 3.9 se muestra el detalle de la planificación de campo

PLANIFICACION DE CAMPO PARROQUIA SAN ANDRES COCINA MEJORADA

LOCALIDAD SAN ANDRES	NOMBRE	SEMANA DEL 1 -5 DE ABRIL 2013
SILVERIA	María Rosa Carrillo O,	DIA 1
CUATRO ESQUINAS	Escolástica Guzmán	DIA 1
PULINGUI	Carmen Manuela Huamán	DIA 2
BATZACON	María Delfina Acan Lema	DIA 2
LATURUN	María Agustina Ailla Paca	DIA 3
TAHUALAG	Agustino Pacheco	DIA 3
PAQUIBUG-SAN GERARDO	María Cristina Ochoa	DIA 4
CALSHI-HIEBABUENA	Graciela Parreño Duchi	DIA 4
SAN PABLO	María Juana Huamán	DIA 5

Tabla 3.9. Visita a Comunidades- consumo de leña cocinas Mejoradas en San

Andrés Autor: Jinez Ramiro (enero 2013)

3.11.3.1 Itinerario de la Tercera Experimentación en la Medición de Consumo Energético de Biomasa en Comunidades de San Andrés

Nota: Para llevarse a cabo esta investigación de campo se realizaron dos equipos con la misma metodología y los mismos instrumentos por lo tanto este itinerario rige para los dos equipos de tal forma, que si se cambia la metodología, los valores recogidos en el análisis variaría. Como se muestra en la tabla 3.10

DÍA	FECHA	HORA	DETALLE	OBSERVACIONES	RESPONSABLES
Domingo	31/03/2013	17hr00	Llegar al hotel en San Andrés		Esmirna Paño
		18hr00	Compra de insumos para la medición en Riobamba		Andrés Burgos
		19hr30	Cena	Hotel	Ivan Cruz
Lunes	01/04/2013	06hr00	Desayuno	Desayuno en el Hotel	Ivan Cruz
		07hr00	Salir a la comunidad de Silveria y Cuatro Esquinas		Esmirna Paño
		07hr30	Iniciar la medición en las comunidades		Andrés Burgos
		17hr30	Finalizar la medición		Andrés burgos
		16hr00	Cena	Hotel	Ivan Cruz
Martes	02/04/2013	06hr00	Desayuno	Hotel	Ivan Cruz
		06hr45	Salir a las comunidades de Pulingui y Batzacón		Ramiro Jinez y David Allaica
		07hr30	Iniciar la medición en la comunidad		Ramiro Jinez y David Allaica
		17hr30	Finalizar la medición	Hotel	Esmirna Paño
		16hr00	Cena	Hotel	Ivan Cruz
Miércoles	03/04/2013	06hr00	Desayuno	Hotel	Ivan Cruz
		06hr45	Salir a las comunidades de Laturun y Tahuallag		Esmirna Paño
		07hr30	Iniciar la medición en la comunidad		David Allayca
		17hr00	Finalización de la medición		David Allayca
		19hr00	Llegar al Hotel		Esmirna Paño
		19hr30	Cena		Esmirna Paño
Jueves	04/04/2013	06hr00	Desayuno	Hotel	Esmirna Paño
		06hr45	Salir a la comunidad de San Pablo		
		07hr45	Iniciar de la medición en la comunidad		Luis Vega
		17hr30	Finalizar de la medición		Luis Vega
		19hr15	Llegar al Hotel		
		19hr30	Cena	Restaurant	Esmirna Paño
Viernes	05/04/2013	06hr00	Desayuno	Hotel	Esmirna Paño
		06hr45	Reunión de los equipos		Luis Vega
		07hr45	Iniciar la consolidación de la recolección de los datos		Luis Vega
		18hr30	Finalizar el primer encuentro		
		19hr00	Cena		Esmirna Paño
Sábado	06/04/2013	06hr00	Desayuno	Hotel	Esmirna Paño
		06hr45	Reunión de los equipos		Luis Vega
		07hr45	Análisis y resumen de los datos obtenidos		Luis Vega
		18hr30	Finalización y clausura de la primera etapa de experimentación		

Tabla 3.10. Itinerario de Planificación de la Tercera Experimentación con Cocinas Mejoradas Autor: Jinez Ramiro (enero 2013)

3.11.3.2 Instrumentos y materiales usados para medir el consumo de leña, su tiempo de cocción y la contaminación intradomiciliaria en la Tercera Experimentación

Instrumentos

Balanza romana digital

Cronometro- Temporizador Nokia

Medidor IAP

Medidor Aeroqual Serie 500 de CO2

Medidor de humedad

Materiales

Ollas

Leña

Ingredientes

Agua, Arroz de cebada, Avena, Panela, Canela, Carne, Cebolla, Zanahoria, Papas, Aliños. Habas, Culantro, col

3.11.3.3 Información recolectada de la Tercera Experimentación

Cantidad de leña en gramos usada

Tiempo de cocción de los alimentos

Porcentaje de contaminación intradomiciliaria

3.11.3.4 Muestra para la Tercera Experimentación

Nueve señoras que cocinaron en la primera experimentación, quienes representan a las nueve Comunidades de San Andrés como se muestra en la siguiente tabla 3.11

Muestra para Experimentación		
Tipo de leña: Rajas de madera seca con platos típicos del lugar		
Fechas de Experimentación: Semana del 1 al 5 de Abril 2013		
Lugar	Cantidad en gramos	Ingredientes en gramos
SILVERIA	4.000	6 litros de agua
CUATRO ESQUINAS	4.000	Arroz de cebada 250g
PULINGUI	4.000	Avena 126 g
BATZACON	4.000	Panela 1860g
LATURUN	4.000	Canela y clavo 2g
TAHUALAG	4.000	Carne 600 g
PAQUIBUG-SAN GERARDO	4.000	Cebolla blanca 20 g
CALSHI-HIEBABUENA	4.000	Zanahoria 250g
SAN PABLO	4.000	Habas 2500g
		Papas 1.000g
		Culantro 50g
		Col 100g
		Aliños (sal, aceite y ajo) 10g

Tabla 3.11: Segunda muestra de Combustión de energía Biomasa en San Andrés

Fuente: ADRA 2013

3.11.3.5 Procedimiento de la Tercera Experimentación

1. Limpieza de la cocina mejorada para que quede sin restos de la construcción.
2. Limpieza de la plancha en donde se asientan las ollas.
3. Pesar la leña a usarse con la balanza y en forma aleatoria medir la humedad en la leña.

4. Preparación y medición de los ingredientes, agua y materiales a usarse para cocinar.



Gráfico 3.7 Tercera Experimentación- Medición de Ingredientes- Cocinas Mejoradas- San Andrés Autor: Jinez Ramiro 2013

5. Alistar la olla con 4 litros de agua a hervir y otra olla con 2 litros de agua, con sus respectivas tapas.

6. Prende el Medidor IAP y el Medidor de CO₂ Aeroqual con el que se medirá la polución intradomiciliaria y el cronómetro para estipular el tiempo de demora de cocción.

7. Inicia las actividades de preparación y cocción de alimentos en la cocina rústica (fogón).

8. Prender el fuego.

9. Esperar que llegue al punto de ebullición para colocar el arroz de cebada junto con el resto de ingredientes que son: carne, cebolla blanca, zanahoria, col y las papas para dar un sabor agradable al plato de sopa propio de la zona y la avena junto con la canela y la panela para hacer un refresco sabroso. Cada uno de los ingredientes previamente pesados y se los coce hasta que los alimentos están listos para consumir.

10. Se paraliza los equipos de medición, tanto el medidor IAP como el cronómetro.

11. Se coge las ollas con los alimentos preparados y se las vuelve a pesar para valorar la pérdida de ingredientes en el proceso de cocción.
12. Se valora cualitativa los restos del proceso de la leña consumida para buscar restos o confirmar el consumo total de la misma.
13. Registro de los datos arrojados del consumo de leña.

3.12 Método de análisis económico

Cabe recalcar que el presente estudio investigativo tiene el apoyo de la ONG ADRA cuya misión es “trabajar con la gente que padece pobreza y aflicción para crear un cambio justo y positivo a través de alianzas potenciadoras y acciones responsables” por lo tanto, es un honor el haber sido parte de los equipos investigativos y de esta manera poder ser investigador directo-participativo.

El valor de la inversión se determina a partir de los costos que intervienen en el diseño y construcción de la cocina mejorada, los equipos utilizados para la medición del consumo energético y la polución intradomiciliaria; sin embargo; los equipos, instrumentos y equipo técnico fueron dados por ADRA como apoyo a esta investigación.

Para la evaluación del consumo energético y la posible eficiencia que demostrara la cocina mejorada se la realizará de dos maneras: la primera sin considerar el aprovechamiento de la energía biomasa en cocinas rústicas y la segunda cuando ya se prueba el diseño de la cocina mejorada y se logra minimizar el consumo de este tipo de energía que es la leña

Como se ha venido mencionando esta tesis se encamina a la contribución del SUMAK KAWSAY (Buen Vivir), pues busca mejorar el estilo de vida de las Comunidades de San Andrés- Guano sin violar sus costumbres y tradiciones, más bien solucionando sus problemas de salud y la conservación del planeta por medio del ahorro de la energía biomasa. Por tanto gracias a organizaciones como ADRA que son apoyadas con dineros del exterior, la inversión de este tipo de investigaciones son recuperadas al observar un mejoramiento en el estilo de vida de las personas.

3.13 Conclusiones Capítulo 3

- En este capítulo se establece el diseño de la investigación; cuál es la modalidad, el tipo y su metodología, la selección de la población y la muestra, considerando las costumbres y el hábitad de las 400 familias de las comunidades de la Parroquia San Andrés del Cantón Guano de la Provincia de Chimborazo, escogiendo el tipo de muestreo no probalístico, con la técnica de fines especiales.
- Las condiciones de análisis se realiza con el poder calorífico de la leña eucalipto de 15431,27 J/g del sector y su humedad, aplicando las técnicas de investigación como la Observación Directa la Observación participante y llegar a la recolección de los datos y establecer los parámetros de diseño los mismos que se determina en tres fases la primera los resultados de la primera experimentación recolección de datos, la segunda análisis de construcción de acuerdo a principios de construcción de cocinas mejoradas y la tercera los resultados de la tercera experimentación con el diseño de cocina mejorada llegando a un análisis económico.

CAPITULO IV

4. ANÁLISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS

Una vez que se ha argumentado en el capítulo anterior, se analizará e interpretará los datos que arrojaron las investigaciones de campo, los mismos que permitieron conocer detalladamente el consumo de la energía biomasa en cocinas rústicas, cuya información sirve de apoyo para determinar los parámetros de diseño y construcción de la cocina mejorada y una evaluación breve del mejoramiento del aprovechamiento de la energía biomasa con la implementación de las cocinas mejoradas.

4.1 Análisis del consumo de biomasa (leña) en Cocinas Rústicas

El consumo de biomasa con relación al tiempo de cocción de los alimentos, indica que se procesaron los datos arrojados por los equipos de medición que se usó en las pruebas de campo durante la semana del 21 al 25 de Enero del 2013. Así arrojaron los siguientes datos como se muestra en la Figura 4.1.

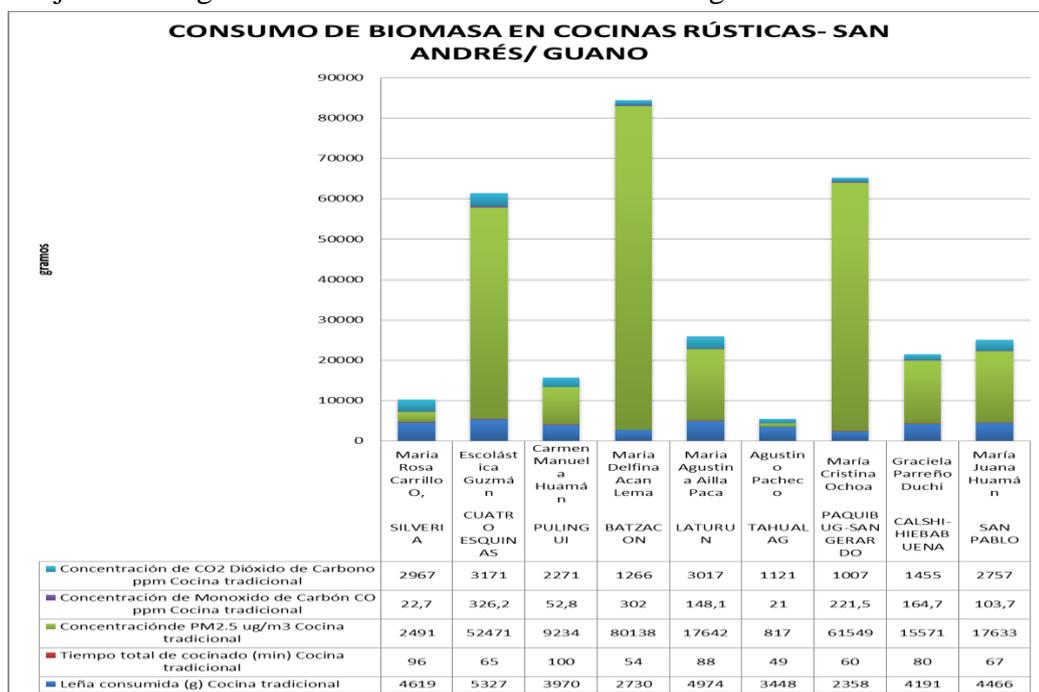


Figura 4.1 Consumo de energía biomasa cocinas Rusticas *Autor: Jinez Ramiro (2013)*

Al observar la figura 4.1 se pueden analizar los datos que arrojaron los equipos de medición, donde se demuestra el consumo de la leña con un tiempo mínimo de 60 min y máximo de 100 minutos, esto depende del estilo de preparación de los alimentos de cada una de las cocineras o llamadas para esta investigación como Madres guías. En términos generales podemos identificar que existe un promedio de consumo de leña de 4.009,22 gramos, solamente gastados en una comida que se tomó como muestra, sin olvidar que de acuerdo con otras investigaciones de la ONG ADRA, donde indica que aproximadamente por día se consume 7.000 gramos, se demuestra que los pobladores de estas comunidades destinan mayor cantidad de leña a la preparación de una comida; por cuanto para encender la leña después de largas horas de no haber usado la cocina el fogón está frío lo que hace más difícil su encendido y demora al usuario en sus labores cotidianas, provocando en muchas ocasiones que solamente coman dos o una sola vez en el día, causando problemas de salud gástricas.

El PM2.5 mide las partículas finas de CO₂ y CO, que son las que contaminan el ambiente intradomiciliario, causando graves problemas de salud en cuanto al aspecto respiratorio de todas las personas que se encuentren dentro del lugar donde está ubicada la cocina rústica o tradicional, que en muchas instancias era un cuarto que solamente tenía una puerta como escape para la salida de gases de la cocina, perjudicando gravemente a las personas que se encuentren en el lugar.

4.2 Análisis de los parámetros de diseño de la cocina mejorada

Con la ayuda del programa AutoCAD se pudo plasmar la idea de los parámetros de diseño de la cocina mejorada, considerando que se debía minimizar el consumo de energía biomasa, el tiempo de cocción de los alimentos, y la reducción de CO₂ y CO con lo que se disminuye la contaminación intradomiciliaria.

Además, se tomó en cuenta las necesidades de los posibles beneficiarios de este proyecto investigativo, para que continúen preservando sus costumbres y tradiciones como pueblos ancestrales del Ecuador. En la cocina Mejorada se establecieron las siguientes medidas 0,80m de ancho por 1,01m de largo dentro de los cuales están las siguientes partes como se observa en la tabla 4.1.

DIMENSIONES DEL PROTOTIPO DE LA COCINA MEJORADA	
AREA	m
ARMAZON	1,01 X 0,80 X 0,70 con seguridad de chimenea de 0,50 x 0,21
CAMARA DE COMBUSTIÓN	0,47 X 0,20 X 0,17
PLANCHA METÁLICA CON LAS HORNILAS 1 Y 2 EMPOTRADAS	TOTAL DE 0,61 X 0,33 X 0,02
	1 Y 2 DE 0,265 DONDE EL 1 REDUCCION A 0,18 Y EL SEGUNDO REDUCCION A 0,19;0,12
CHIMENEA	0,70 X 3uni X 0,10DIAMETRO c/u

Tabla 4.1: Dimensiones de la cocina mejorada Autor: Jinez Ramiro 2013

4.2.1 Costo de la Cocina Mejorada

En la siguiente tabla 4.2 se estima como valores de materiales y servicios para la elaboración de una Cocina Mejorada.

COSTO ESTIMADO DE UNA COCINA MEJORADA				
MATERIALES Y SERVICIOS	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	COSTO EN US \$	COSTO PARCIAL US \$
Adobe o Bloques	Unidades	30	0,60	18.00
Ladrillos	Unidades	50	0,25	12.50
Planchas de fierro fundido 63cm.x 35cm.x1.7cm. con dos horquillas (incluye aros graduables)	Unidades	1	40.00	40.00
La Chimenea incluye 3 piezas de tubo galvanizado: 2 piezas y 1 con sombrero Chino	Juego	1	18.00	18.00
Hierro corrugado de 14 mm.	Metros	4	1,50	6,00
Cementina	Libras	45	0,06	2,70
Cemento	Bolsa	2	7.00	14.00
Arena fina	Carretilla	1	10.00	10.00
Arena gruesa	Carretilla	1	5.00	5.00
Mano de obra	Jornal	2	20.00	40.00
Transporte de materiales	Global	1	22.00	22.00
			Costo total US\$	188.20

Tabla 4.2: Costo de la cocina mejorada Autor: Jinez Ramiro 2013

Con los materiales usados y la mano de obra de la misma se ha llegado a determinar un costo total de la cocina de 188,20 (ciento ochenta y ocho con 20/100 dólares).

Sin embargo, con el apoyo de organizaciones como ADRA por ser una organización sin fines de lucro, cuya finalidad es ayudar a las personas pobres y de extrema pobreza se pudo obtener este valor para llevar a cabo este prototipo de cocina.

4.3 Análisis del aprovechamiento de la energía biomasa (leña) en una cocina Mejorada

Para evaluar el consumo de la energía biomasa en cocinas mejoradas, se procesó los datos arrojados por los equipos de medición que se usaron en las pruebas de campo durante la semana del 01 al 05 de Abril del 2013. Así demuestran los siguientes datos. Como se muestra en la figura 4.2

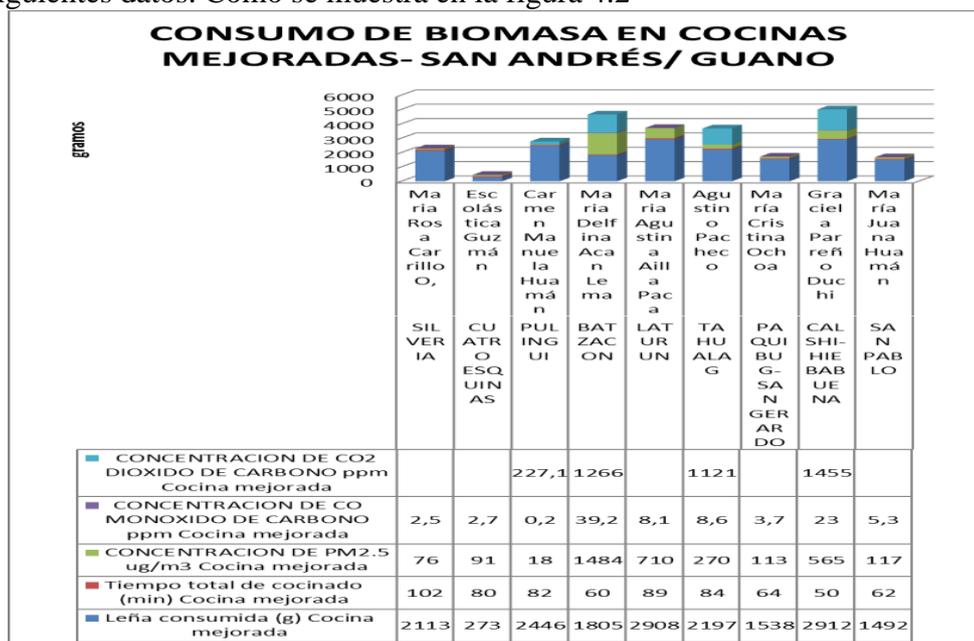


Figura 4.2: Consumo de biomasa Cocinas Mejoradas Autor: Jinez Ramiro 2013

Al observar la figura 4.2 se analiza los datos que arrojaron los equipos de medición donde se demuestra el consumo de la leña con un tiempo mínimo de 50min y máximo de 102 minutos esto depende del estilo de preparación de los

alimentos de cada una de las cocineras o llamadas para esta investigación como Madres guías, considerando que fue la primera vez que usaron esta cocina y la familiarización con la misma fue en el transcurso de la cocción; en términos generales podemos identificar que existe un promedio de consumo de leña de 1964,89 gramos, ahorrando 2044,30 gramos de energía biomasa diarios en relación con las cocinas rústicas; considerando que la muestra se tomó con una sola comida, en relación a los 7.000gramos de consumo diario promedio por familia,

Análisis de concentración de PM2.5

la siguiente figura 4.3 contaminación de partículas intradomiciliaria.

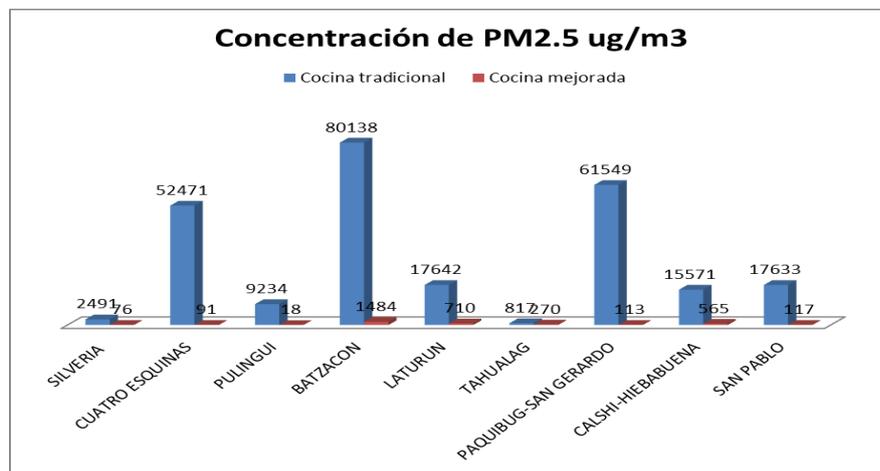


Figura 4.3: Concentración de PM2.5 ug/m3 Cocinas Rústicas VS Cocinas Mejoradas Autor: Jinez Ramiro 2013

El PM2.5 mide las partículas finas de CO₂ y CO, que son las que contaminan el ambiente intradomiciliario se observa en la figura 4.3 que el lugar donde más contaminación hubo fue en Batzacón con 1484PM2.5 ug/m3 con la cocina mejorada sin embargo en el mismo lugar con la cocina rústica se obtuvo una polución del 80.138 PM2.5 ug/m3, lo que demuestra una notable reducción en cuanto de la contaminación.

4.4 Resultados del análisis de Consumo con respecto a la hipótesis

Según el Dr. PRIMITIVO Reyes Aguilar (2007, septiembre), al hablar sobre el análisis de varianza dice que:

ANALISIS DE VARIANZA DE UN FACTOR F LLAMADO TAMBIEN (ANOVA 1 VIA)

El análisis de la varianza de un factor F (ANOVA) es una metodología para analizar la variación entre muestras y la variación al interior de las mismas mediante la determinación de varianzas. Es llamado de una vía porque analiza una variable independiente o Factor ej.: Velocidad. Como tal, es un método estadístico útil para comparar dos o más medias poblacionales. El ANOVA de un criterio nos permite poner a prueba hipótesis tales como:

$$H_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \dots = \mu_k$$

H_1 : *Al menos dos medias poblacionales son diferentes*

Los supuestos en que se basa la prueba t de dos muestras que utiliza muestras independientes son:

1. Ambas poblaciones son normales.
2. Las varianzas poblacionales son iguales, esto es, $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$.

El estadístico tiene una distribución muestral resultando:

$$F_c = \frac{s_b^2}{s_w^2}$$

El valor crítico para la prueba F es:

$$F_\alpha(k-1, k(n-1))$$

Donde el número de grados de libertad para el numerador es $k-1$ y para el denominador es $k(n-1)$, **siendo α el nivel de significancia. k = número de muestras.**

Regla de decisión

$FC > Ft$ Se rechaza la hipótesis nula y por lo tanto acepta la alternativa;

$FC < Ft$ Se acepta la hipótesis nula.

4.4.1 Análisis de Resultados de la Hipótesis

Evaluación de la Hipótesis con relación al consumo de Biomasa

En la Parroquia de San Andrés Cantón Guano Provincia de Chimborazo y de cada una de las comunidades que son nueve se escogió una familia por comunidad, haciendo como cabeza la madre, quien estuvo involucrada directamente en el proceso de valoración de las cocinas tanto rústicas como mejoradas las mismas que en el análisis determinaremos si este consumo nos ayuda a probar nuestra hipótesis.

En la tabla 4.3 se selecciona el equivalente de leña consumida en gramos de la cocina Rústica con respecto al equivalente de leña consumida de la cocina Mejorada, así se establece por medio del Análisis de Varianza de un Factor F, la relación entre éstas dos

Cuadro Comparativo entre Cocinas Rústicas y Cocinas Mejoradas

LOCALIDAD Comunidad	NOMBRE	EQUIVALENTE DE LENA CONSUMIDA (g)	EQUIVALENTE DE LENA CONSUMIDA (g)	REDUCCION DE EQUIVALENTE DE LENA CONSUMIDA
		COCINA RUSTICA	COCINA MEJORADA	%
Silveria	María Rosa Carrillo O,	4619	2113	54,25
Cuatro Esquinas	Escolástica Guzmán	5327	273	94,88
Pulinguí	Carmen Manuela Huamán	3970	2446	38,39
Batzacón	María Delfina Acan Lema	2730	1805	33,88
Laturun	María Agustina Ailla Paca	4974	2908	41,54
Tahualag	Agustina Pacheco	3448	2197	36,28
Paquibug- San Gerardo	María Cristina Ochoa	2358	1538	34,78
Calshi- Hierbabuena	Graciela Parreño Duchi	4191	2912	30,52
San Pablo	María Juana Huamán	4466	1492	66,59

Tabla 4.3: Cuadro comparativo en (g) de leña consumida entre la Cocina Rustica y Cocina Mejorada. Autor: Jinez Ramiro 2013

Para poder probar la Hipótesis se utilizará el Análisis de Varianza que es un método estadístico útil para comparar dos o más medias poblacionales. Por medio del Análisis De Varianza De Un Factor F así:

Hipótesis Alternativa: 1

Con el establecimiento de los parámetros de diseño para una cocina mejorada sobre la base de un balance energético adecuado será posible disminuir los altos consumos energéticos de biomasa de eucalipto en los hogares de la parroquia San Andrés del cantón Guano provincia de Chimborazo.

Hipótesis Nula: 2

Con el establecimiento de los parámetros de diseño para una cocina mejorada sobre la base de un balance energético adecuado no habrá cambios en los altos consumos energéticos de biomasa de eucalipto en los hogares de la parroquia San Andrés del cantón Guano provincia de Chimborazo.

Nivel de Significancia 3:

Alfa α 0.01 que es igual al error es la probabilidad a tomar la decisión de rechazar el Ho nulo cuando es verdadera.

El estadístico de prueba Análisis de Varianza de un Factor 4: compara los resultados de los dos tratamientos (tipo de cocina) con respecto a la variable dependiente.

Cálculo: 5 De los datos plasmados de las nueve familias de cada comunidad en relación a nuestra Cocina Tradicional o Rústica y Cocina Mejorada.

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Cocina tradicional	9	36083	4009,22222	995038,194
Cocina mejorada	9	17684	1964,88889	673458,611

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>
Entre grupos	18806844,5	1
Dentro de los grupos	13347974,44	16
Total	32154818,94	17

<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
18806844,5	22,5434588	0,00021832	4,493998478
834248,4028			

Regla de decisión 6: según el resultado de FC se cumple la decisión.

$FC > F_t$ Se rechaza la hipótesis nula y por lo tanto acepta la alternativa

$FC < F_t$ Se acepta la hipótesis nula

Resultados:

F_t 8,530965286

F_C **22,5434588**

Conclusiones

Debido a que el F calculado es mayor que el F tabulado entonces rechazamos la Hipótesis nula y **aceptamos** la Hipótesis Alternativa

Que dice: Con el establecimiento de los parámetros de diseño para una cocina mejorada sobre la base de un balance energético adecuado será posible disminuir los altos consumos energéticos de biomasa eucalipto en los hogares de la parroquia San Andrés del cantón Guano provincia de Chimborazo.

De esta manera se comprueba que la Hipótesis alternativa está acorde a la investigación realizada.

Así como en la siguiente figura 4.4 se establece que para la comprobación de la Hipótesis con respecto al consumo de leña (eucalipto) entre la cocina Rustica y la cocina Mejorada.

Análisis de la reducción de consumo de leña de la cocina rústica vs cocina mejorada, probando la Hipótesis

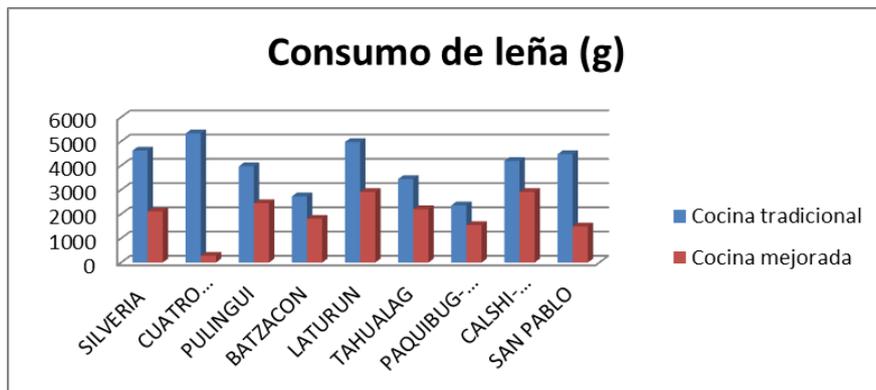


Figura 4.4 cocina Rustica Vs Cocina Mejorada en prueba de hipótesis Autor: Jinez, Ramiro 2013

4.5 Conclusiones Capítulo 4

- Se establecieron los parámetros de diseño de las cocinas mejoradas con la interpretación de los resultados, que garantizan el consumo de biomasa leña de eucalipto con un aprovechamiento de la energía biomasa y de esta manera comprobando la hipótesis por medio del análisis de varianza de un Factor, probando la hipótesis nula o alternativa.
- Se verificó que en los fogones rústicos empleados en las comunidades de la Parroquia San Andrés del Cantón Guano de la Provincia de Chimborazo, tienen bajo nivel de utilización de su capacidad de carga, por el uso de recipientes inadecuados, (hasta 57 % de su capacidad) y grandes pérdidas de energía, ocasionado por factores inadecuados de diseño, selección y explotación y existe un sobreconsumo de biomasa.
- Se mejoraron las condiciones del medio donde se instalaran y usarán las cocinas mejoradas, considerando las costumbres de las comunidades y condiciones de la Parroquia, según las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud y con el apoyo de la Organización No Gubernamental ADRA, lográndose una ubicación correcta dentro del domicilio.

CAPITULO V

5. PROPUESTA

5.1 Título de la propuesta

Determinar los Parámetros de una Cocina mejorada para el uso racional de la energía Biomasa en la parroquia San Andrés del Cantón Guano Provincia de Chimborazo.

5.2 Justificación de la propuesta

Por las necesidades de utilización de cocinas con energía biomasa (leña), y lo que la constitución rige en nuestro país: La conservación de costumbres y tradiciones de los pueblos ancestrales, resulta necesario llevar a cabo una propuesta en la que se pueda determinar los parámetros de diseño de un tipo de cocina que abarque estas expectativas, además de preservar el medio ambiente mediante el aprovechamiento de la energía biomasa como un recurso renovable y reutilizable, que mejore el estilo de vida de quienes la utilizan.

Debido a las enfermedades causadas por el dióxido de Carbono que emite al ambiente el uso de fogones rústicos, y al haber hecho un estudio de análisis de estos factores de riesgo para la sociedad y el medio ambiente como consecuencia del consumo excesivo de leña como combustible para la preparación de los alimentos, es importante dar una posible solución al problema encontrado por medio de la estipulación de parámetros de diseño de una cocina mejorada que sea eficaz en su uso, economice el recurso de biomasa y los resultados de cocción sean más eficaces en el menor tiempo posible.

Con esta propuesta se quiere mejorar las condiciones de vida de los habitantes de la parroquia San Andrés como patrimonio cultural de la provincia aportando con el SUMAK KAWSAY establecido por el gobierno actual en la constitución vigente de nuestro país.

5.3 Objetivo de la propuesta

Proponer los parámetros que determinan la estructura de una cocina Mejorada para las comunidades de la parroquia San Andrés para aprovechar la energía biomasa, conservando el medio ambiente y mejorando el estilo de vida de los usuarios.

5.4 Estructura de la propuesta

La tecnología de fabricación de una cocina mejorada en base a sus parámetros de diseño esquematizado en el que se distribuyen las partes de la cocina y el espacio de ubicación dentro de la casa como se muestra en las figura 5.1 y los detalles de los planos de la cocina mejorada en los Anexos 7 (A-01) y (A-02), Se lo lleva a efecto apoyándose en los resultados de los análisis del consumo energético de biomasa del Capítulo 4.

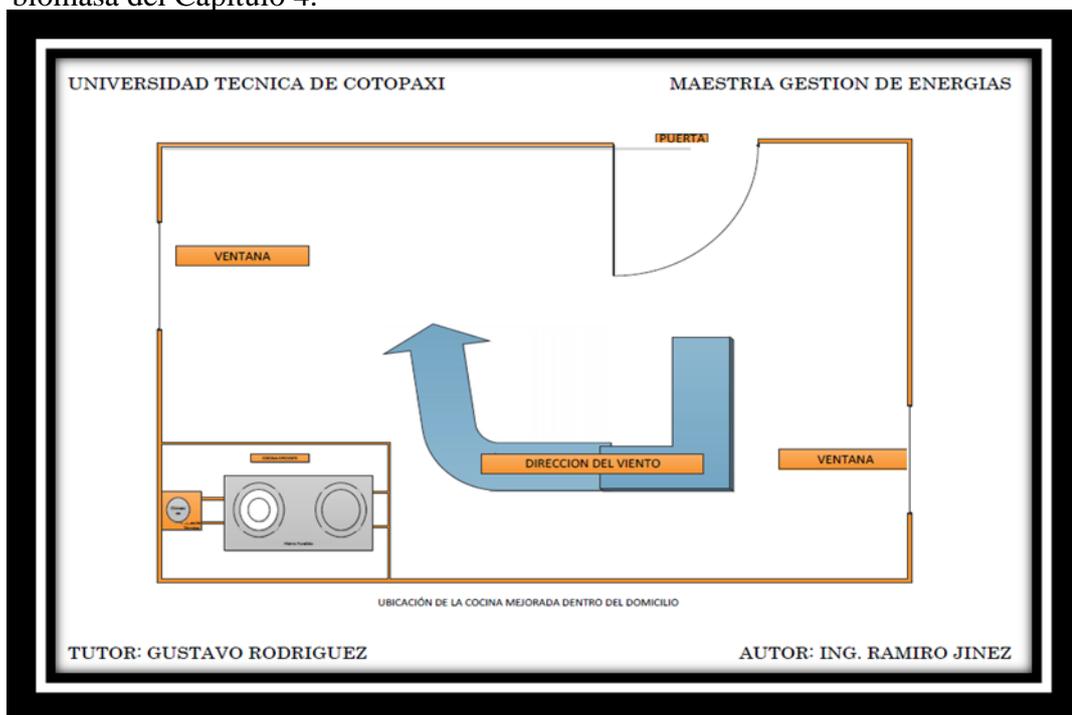


Figura 5.1: Ubicación correcta de la cocina dentro del domicilio.

Autor: Jinez Ramiro 2013.

5.5 Desarrollo de la propuesta

Para el desarrollo de la propuesta se partió de los principios de diseño para estufas de cocción con leña establecidos por la Agencia de Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos y otros socios de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible en Johannesburgo.

Además de apoyarse en los modelos de estufas de cocinas hechas en el Perú pues los pobladores cuentan con características similares a los habitantes del Ecuador, los climas, la temperatura, la geografía son similares con los de nuestro país.

En cuanto a la parte técnica con el soporte de los equipos de medición de la polución (IAP) y del Dióxido de Carbono (Aeroqual), la balanza digital que pesa la leña a consumirse y una vez que ha sido ocupada pesa los residuos y sobrantes de leña para determinar el desperdicio o aprovechamiento de la misma.

A continuación se detalla paso a paso el diseño de la cocina mejorada

5.5.1 Partes de la Cocina Mejorada

EL prototipo de cocina mejorada está compuesta por las siguientes partes que se detallan:

a. Armazón de la Cocina

Es la estructura base, construidos con ladrillo y cemento haciendo tres plataformas cuyas medidas son de 80cm de ancho por 1,01m de largo y con una altura total de 70cm. El gráfico 5.1 muestra la construcción de la estructura base de una cocina mejorada, en particular donde la base fue construida de ladrillo.



*Gráfico 5.1: Construcción del armazón de la cocina mejorada
Autor: Jinez Ramiro 2013*

b. Cámara de Combustión

La cámara de combustión es hecha artesanalmente, sus dimensiones son 20cm de ancho, 47cm de fondo y 17cm de alto. Tiene forma de L con destajes que permite que el calor de la combustión llegue hasta las hornillas (Gráfico.5.2). La cámara de combustión permite concentrar y dirigir el fuego hacia las ollas durante la combustión. En su parte inferior y a sus lados, se le agrega una base calorífica hecha con una mezcla de cemento, cementina y piedra pomex que recubrirá a la cámara de combustión acumulando el calor en este lugar y aprovechando toda la energía producida por la biomasa. La leña se coloca en el interior de la cámara que se recomienda sea seca.

La cámara de combustión es construida con materiales que soporten altas temperaturas y de bajo coeficiente de conducción térmica tal que disminuya las pérdidas de calor a través de las paredes internas de la cámara de combustión, por eso se le ha fabricado con ladrillo, cemento, cementina, arena fina y piedra pomex



*Gráfico 5.2 Construcción de la cámara de combustión
Autor: Jinez Ramiro 2013*

c. Plancha de Metal

Son planchas de hierro fundido, las cuales presentan orificios denominados hornillas en donde se ponen las ollas. Estas hornillas están diseñadas con distintas regulaciones para que se puedan usar con diferentes recipientes (gráficos 5.3, 5.3.1, 5.3.2, 5.3.3, 5.3.4). Sus medidas son:

- Los dos agujeros grandes miden 26,5cm de diámetro.
- El primer agujero tiene una reducción de diámetro de 0,18m
- La segunda hornilla con reducciones de 0,19 y 0,12rn respectivamente

Estas dimensiones son tomadas considerando la primera experimentación en la cual se pudo observar el tipo de olla y sus diferentes dimensiones que usaba la gente con los fogones tradicionales como se muestra en el grafico 5.3.



*Grafico 5.3: Plancha de Metal para cocinas Mejoradas
Autor: Jinez Ramiro 2013*



Gráfico: 5.3.1: Plancha dimensión para recipientes grandes de .26m

Autor: Jinez Ramiro 2013



Gráfico: 5.3.2: Plancha dimensión para recipientes medianas de .19m y .18m

Autor: Jinez Ramiro 2013



Gráfico: 5.3.3: Plancha dimensión para recipiente pequeña de .12m

Autor: Jinez Ramiro 2013



Gráfico: 5.3.4: Plancha cerrada

Autor: Jinez Ramiro 2013

Estas planchas fueron fabricadas en el cantón Ambato provincia de Tungurahua bajo las direcciones del Autor Jinez Ramiro con el apoyo del equipo técnico ADRA en un taller de fundición de Acero

Hornillas: Las hornillas es donde se ubican las ollas, que están diseñadas dentro

de la plancha misma; debajo de éste accesorio se encuentra ubicada la cámara de combustión donde ocurre la combustión del combustible. Entre hornillas consecutivas se determinó parámetros de diseño el **lomo de pescado** el que da por convección el calentamiento de la segunda hornilla, estos ductos permiten la circulación del flujo de aire y gases calientes. Lo que permite aumentar la turbulencia y dirigir el flujo del aire caliente hacia las ollas y los gases de combustión hacia la chimenea.

d. Chimenea

Es una estructura de acero inoxidable cuyas dimensiones son: diámetro de 4” con una altitud de 2.10m, separada en tres partes de 70cm y al final se coloca un cono de, cuya función es inducir el ingreso de aire al interior de la cámara de combustión y evacuar el humo al exterior. Esta “fuerza” que jala el humo al exterior se denomina “tiro”. Ocurre porque los gases calientes del fuego son más livianos que el aire circundante, y por tanto suben llevando consigo una corriente de aire caliente a lo largo de la cocina. La fuerza del tiro también succiona aire por la entrada de la cámara de combustión. (Grafico. 5.4.1 y 5.4.2).



Gráfico 5.4.1 Tubos separados para armar la Chimenea Autor: Jinez Ramiro 2013



Gráfico 5.4.2 Chimenea en funcionamiento Autor: Jinez Ramiro 2013

5.5.2 Proceso de Combustión del Combustible

Combustible, oxígeno y alta temperatura son los requisitos para que suceda la combustión. La leña de madera (energía biomasa) es un combustible químicamente complejo el cual se compone primordialmente de carbono, hidrogeno y también oxígeno combinados íntimamente en forma de celulosa, lignina, gomas y resinas. La combustión de la leña tiene las siguientes características:

La madera se quema en dos etapas. Primero, la quema del combustible genera los gases volátiles, dejando carbón sólido, la cual se quemará totalmente conforme incrementa la temperatura en la cámara de combustión.

El oxígeno debe venir del aire, circundante de la zona de combustión.

El tamaño, la forma y el arreglo de las piezas de combustible afectan la tasa y la culminación de la combustión.

a. La Madera se Quema en Dos Etapas

Cuando se agrega un trozo de madera al fuego ocurren cambios químicos por la presencia de calor. Al principio se liberan los gases no combustibles, bióxido de carbono y vapor de agua, a medida que se va incrementando la temperatura se desprenden gases combustibles y alquitrán. Este proceso de

degradación química de la madera se llama pirolisis.

Cuando la temperatura excede los 280°C la proporción de gases inflamables emitidos es suficientemente alta para quemarse, en presencia de oxígeno y a temperatura que excedan la temperatura de ignición del combustible. El gas es encendido por el calor radiante de los leños que ya están quemándose.

Una vez encendidos, los gases pirolizados éstos se queman a una temperatura de 1100 °C, las llamas proveen entonces calor radiante que mantiene y acelera la pirolisis. Las llamas de un fuego de leña son estos gases en combustión.

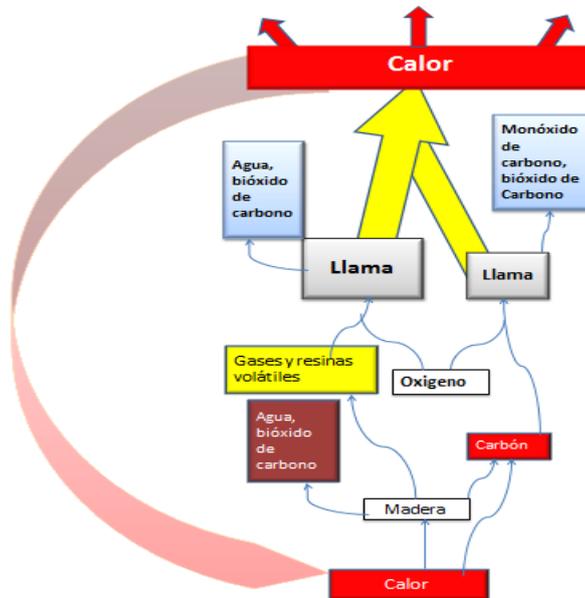


Figura 5.2 Proceso de Combustión. Autor: Aprovecho, 2006, julio

Las llamas probablemente ni siquiera tocan las superficies de la madera. El flujo de gases, que aumenta enormemente con el calor de las llamas, evita que el oxígeno alcance la superficie de la madera. Es solo cuando cesa este flujo de gases que el carbón empieza a quemarse. Se quema únicamente con una débil llama azul y los subproductos de su combustión son principalmente Dióxido de carbono (CO₂) y monóxido

carbono (CO)

Todos estos procesos normalmente están ocurriendo simultáneamente en un fuego de leña (Figura 5.2); el carbón de la superficie de un leño pequeño puede quemarse luego de minutos de haber sido colocado al fuego, mientras que en el centro de un leño grande puede empezar a calentarse.

b) Oxígeno del Aire Circundante a la Zona de Combustión

Para una combustión óptima, es importante el suministro de aire al fuego.

- Si el oxígeno es insuficiente, debido a que el aire tiene flujo restringido o está mal distribuido, ocasionará que parte de los gases combustibles se escapen sin quemarse. Un fuego que produce mucho humo apunta usualmente a un problema de este tipo.
- Hasta cierto punto, el aumento del flujo de aire aumenta la eficiencia de la combustión. Un flujo de aire que excede en gran parte lo requerido para la combustión aleja suficiente calor para bajar la temperatura del combustible por debajo de la temperatura de ignición.
- El exceso de aire también puede bajar la concentración de gases inflamables de tal forma que no ocurren suficientes reacciones químicas para mantener las altas temperaturas necesarias para quemar los combustibles.

c) Tamaño, Forma y Posición de los Leños

La tasa de combustión depende en parte del tamaño de la madera. Un leño grande tiene una proporción mayor de volumen por superficie que uno pequeño, por lo tanto, las piezas pequeñas tienen proporcionalmente más exposición al flujo de aire y se queman más rápido.

Los leños pequeños se calientan rápidamente produciendo llamas vigorosas y poco carbón (Fig. 5.2.1). Esto, porque la pirolisis rápida de la madera cede

una alta proporción de gases inflamables para el carbón restante. El gran torrente de gases volátiles emanado de los leños pequeños puede no quemarse completamente si la provisión de oxígeno es limitada, como en una cocina encerrada.

Los leños grandes se queman en forma lenta y pareja, estos, al mismo tiempo, pueden no quemarse del todo si no hay una fuente externa de calor (como otros leños ardientes) (Fig.5.2.2). Debido a que es necesario conducir calor al interior de la pieza para mantener la temperatura de ignición en la superficie.



Figura 5.2.1: Combustión en leños pequeños. Autor Jinez Ramiro2013



Figura 5.2.2: Combustión en leños grandes. Autor Jinez Ramiro2013

Las piezas rectas de madera arregladas en forma paralela quedan oprimidas e impiden el flujo de aire. Como resultado, los gases se alejaran de las áreas

con temperaturas suficientemente altas antes de mezclarse con el aire correspondientemente para quemarse.

5.6 Costo de la propuesta

El costo de la propuesta para determinar los parámetros de diseño de una cocina mejorada se estipularon en base al costo de la construcción de una cocina mejorada detallado en la Tabla 4.2 del Capítulo 4. Así se obtiene en la siguiente tabla 5.1 el costo total de la propuesta.

COSTO DE NUEVE COCINAS MEJORADAS PARROQUIA SAN ANDRES

MATERIALES DE COSTRUCCION	COSTO UNIT.	COSTO TOTAL	MATERIALES DE EQUIPAMIENTO	COSTO UNIT.	COSTO TOTAL
Bloque o Piedra Pomex	\$ 18,00	\$ 162,00	Plancha hierro Fundido	\$ 40,00	\$ 360,00
			Chimenea	\$ 20,00	\$ 180,00
Ladrillo	\$ 12,50	\$ 112,50	Total materiales de Equipamiento	\$ 60,00	\$ 1.288,80
Hierro Corrugado	\$ 6,00	\$ 54,00			
cementina	\$ 2,70	\$ 24,30			
Cemento	\$ 14,00	\$ 126,00	SERVICIOS	COSTO UNIT.	COSTO TOTAL
Arena Fina	\$ 10,00	\$ 90,00	Mano de Obra	\$ 40,00	\$ 360,00
Arena Grueza	\$ 5,00	\$ 45,00	Transporte	\$ 22,00	\$ 198,00
Total materiales de construccion de las nueve cocinas	\$ 68,20	\$ 613,80	Equipos de Medicion	\$ 616,00	\$ 5.544,00
			Total materiales de de Equipamiento	\$ 678,00	\$ 6.102,00

DETALLE TOTAL DE LA PROPUESTA	COSTO UNIT.	COSTO TOTAL
COSTO TOTAL DE LA PROPUESTA	\$ 806,20	\$ 8.004,60

Tabla 5.1: Costo total de la propuesta de la cocina mejorada Autor: Jinez Ramiro

2013

Como se puede observar en la tabla 5.1 el costo total de una cocina mejorada incluido los estudios de campo asciende a 806.20USD. Considerando que se implementó nueve cocinas en la parroquia esta inversión asciende a 8004.60USD. Sin embargo cabe recalcar que el 100% de esta inversión fue realizada por la ONG ADRA como una contribución social en post de mejoras en las áreas rurales del país.

Responsables de la implementación

Esta implementación la realizó ADRA en las nueve comunidades de la parroquia San Andrés capacitando a los usuarios en cuanto al funcionamiento y buen uso de la misma para que sean reproducidas en la comunidad a responsabilidad de cada una que lo necesite.

5.7 Evaluación socio-económico

Mediante esta evaluación, se conoce la probabilidad de éxito de un proyecto, pues en este se identifica índices económicos y la utilidad social y luego se estima el impacto del proyecto sobre cada uno de los índices.

5.7.1 Resultados de la valoración económica de la propuesta:

Determinación de los parámetros de diseño de una cocina mejorada

Las técnicas de evaluación económica de un proyecto son varias, entre las cuales vamos a destacar las siguientes: Flujos económicos, valor presente neto (VAN) y tasa interna de retorno (TIR).

5.7.1.1 Valor presente neto (VAN)

El valor presente neto o llamado también valor actual neto, es un procedimiento que permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros por inversión (ingresos – gastos). El VAN permite definir si el proyecto es rentable o no, así tenemos:

Si el VAN es mayor que cero, la inversión producirá ganancias y el proyecto es viable y si el VAN es menor que cero, la inversión producirá pérdidas y el proyecto debe ser rechazado.

Si el VAN es igual a cero, la inversión no producirá ni ganancia ni pérdida y el proyecto debe ser decidido en función de otros parámetros como puede ser obtención de posicionamiento en el mercado y satisfacción de los clientes. En forma de ecuación el valor presente neto se puede expresar de la siguiente forma:

$$VAN = \text{FLUJOS DE EFECTIVO ESPERADOS} - \text{INVERSIÓN ORIGINAL} \quad \text{Ec. (5.1)}$$

En forma simplificada la ecuación 5.1 puede quedar expresada de la siguiente manera:

$$VAN = \sum Fi * (1 + K)^{-n} - Io \quad \text{Ec. (5.2)}$$

Donde

VAN: Valor presente neto o valor actual neto

Fi: Flujo i-ésimo esperado.

K: Costo de capital o tasa de rendimiento mínima atractiva esperada.

n: Plazo o período de vida útil.

Io: Inversión inicial.

5.7.1.2 Tasa Interna de retorno (TIR)

Se define como la tasa de interés con la cual el valor actual neto es igual a cero. Si el TIR es mayor a la tasa de interés del mercado, entonces se dice que el proyecto es rentable y si es menor a la tasa de interés, entonces tendremos que destinar el dinero a otra actividad. En forma de ecuación la tasa interna de retorno se puede expresar de la siguiente forma:

$$0 = \text{FLUJOS DE EFECTIVOS ESPERADOS} - \text{INVERSIÓN ORIGINAL} \quad \text{Ec. (5.3)}$$

En forma simplificada la ecuación 5.3 puede quedar expresada de la siguiente manera:

$$0 = \sum Fi * (1 + K)^{-n} - I_0 \quad \text{Ec. (5.4)}$$

Donde

VPN o VAN = Valor presente neto = 0

Fi: Flujo i-ésimo esperado.

TIR: Tasa interna de retorno.

n: Plazo o período de vida útil.

I₀: Inversión inicial.

5.8 Evaluación económica

Sobre la base de los costos de construcción de la cocina mejorada y considerando la inversión de la misma, así como el ahorro en cuanto al consumo de leña (energía biomasa), contribuiría con el ahorro económico de las familias de la parroquia San Andrés de Guano en forma particular aquellas de escasos recursos que se encuentran en pobreza y pobreza extrema.

Así se puede observar este ahorro en las tablas 5.2.1 y 5.2.2

COSTO EN RELACIÓN A GRAMOS GASTADOS DIARIOS			
COCINAS RUSTICAS		COCIINA MEJORADA	
CONSUMO G	COSTO \$	CONSUMO G	COSTO \$
4009,22	3,21	1964,9	1,57

Tabla 5.2.1: Costo diario en cocinas de leña en USD Autor: Jinez Ramiro 2013

AHORRO COCINA MEJORADA		
DIARIO	MENSUAL	ANUAL
1,64	49,10	589,25

Tabla 5.2.2: Ahorro económico en cocina mejorada en USD Autor: Jinez Ramiro 2013

Observando la tabla 5.2.1 el costo por el consumo de leña se reduce sustancialmente en la cocina mejorada comprobando el ahorro tanto de energía biomasa como de dinero para los beneficiarios de la misma.

Si se analiza un poco más a fondo se mira en la tabla 5.2.2 el ahorro diario, mensual y anual considerando que el ahorro asciende al 47.9% aproximadamente, es decir 589.25 usd anuales que para una persona de extrema pobreza aprovecharía en otro ámbito que mejore su estilo de vida.

En la siguiente tabla(5.3) se estipula el ahorro en forma de flujo de efectivo que vendría a ser lo que recibe el usuario en dinero por ahorrarlo en la compra de leña.

FLUJO DE EFECTIVO				
AÑO	DIARIO	MENSUAL	ANUAL	9 COCINAS MEJORADAS
1	1,64	49,10	589,25	5303,21
2	1,64	49,10	589,25	5303,21
3	1,64	49,10	589,25	5303,21
4	1,64	49,10	589,25	5303,21
5	1,64	49,10	589,25	5303,21
6	1,64	49,10	589,25	5303,21
7	1,64	49,10	589,25	5303,21
8	1,64	49,10	589,25	5303,21
9	1,64	49,10	589,25	5303,21
10	1,64	49,10	589,25	5303,21
11	1,64	49,10	589,25	5303,21
12	1,64	49,10	589,25	5303,21
13	1,64	49,10	589,25	5303,21
14	1,64	49,10	589,25	5303,21
15	1,64	49,10	589,25	5303,21
16	1,64	49,10	589,25	5303,21
17	1,64	49,10	589,25	5303,21
18	1,64	49,10	589,25	5303,21
19	1,64	49,10	589,25	5303,21
20	1,64	49,10	589,25	5303,21

Tabla 5.3: Flujo de Efectivo Autor: Jinez Ramiro 2013

Para efectos de análisis se ha tomado en cuenta los veinte años de vida útil de estas cocinas con el costo de la leña en el sector, pero estos valores no los gasta en realidad el usuario, ya que son ellos mismos los que se encargan de recolectar la leña proveniente del Eucalipto, de los desechos por llamarlos así, de la tala de esta especie, es lo que usan los beneficiarios como leña pues para la comercialización de éste como madera solamente se escoge el tronco quedando las ramas y hojarasca como desperdicio que es usado como combustible para las cocinas a leña

5.8.1 Valoración Económica

Con el flujo de efectivo anteriormente detallado se llega a obtener el VAN y TIR descritos en la tabla 5.4

CALCULO DEL VAN Y TIR PROPUESTA PARÁMETROS COCINAS MEJORADAS				
AÑO	Flujos de efectivo	Valor Presente	Tasa de Interes	10,65%
0	-8004,6	(\$ 8.004,60)		
1	5303,21	\$ 4.792,78		
2	5303,21	\$ 4.331,48		
3	5303,21	\$ 3.914,58		
4	5303,21	\$ 3.537,80		
5	5303,21	\$ 3.197,29		
6	5303,21	\$ 2.889,55		
7	5303,21	\$ 2.611,43		
8	5303,21	\$ 2.360,09		
9	5303,21	\$ 2.132,93		
10	5303,21	\$ 1.927,64		
11	5303,21	\$ 1.742,10		
12	5303,21	\$ 1.574,43		
13	5303,21	\$ 1.422,89		
14	5303,21	\$ 1.285,94		
15	5303,21	\$ 1.162,16		
16	5303,21	\$ 1.050,31		
17	5303,21	\$ 949,22		
18	5303,21	\$ 857,85		
19	5303,21	\$ 775,29		
20	5303,21	\$ 700,67		
Valor Presente Neto (VPN):		\$ 35.211,81		
		\$ 35.211,81		
Tasa Interna de Retorno (TIR):		66%		

Tabla 5.4: VAN y TIR de la propuesta Autor: Jinez Ramiro 2013

Como se puede observar los valores del VAN es de 35.211,81 y un TIR de 66% que es superior a la tasa de interés promulgada por el Banco Central del Ecuador, por lo cual se determina que es factible la propuesta de este diseño de cocinas mejoradas.

5.9 Impacto ambiental

La determinación de los parámetros de diseño de una cocina mejorada para el uso racional de la biomasa. Contribuirá a disminuir la tala de árboles y reducir los contaminantes en el ambiente por que se requiere menos leña para el preparado de alimentos y la combustión es más eficaz que en un fogón tradicional. Como se indica la tabla 5.5, la relación en cuanto a la contaminación intradomiciliaria en cocinas rústicas y en cocinas mejoradas se ve claramente la reducción de pm2.5 (Partículas pequeñas), el CO (Monóxido de Carbono) y el CO2 (Dióxido de Carbono), con lo que se comprueba que la contaminación intradomiciliaria disminuye notablemente alrededor de un 88%

CONTAMINACIÓN INTRADOMICILIARIA PROVOCADA POR COCINAS DE LEÑA									
Parroquia San Andrés	CONCENTRACION DE PM2.5 ug/m3		Reducción de concentración PM2.5 ug/m3	CONCENTRACION DE CO ppm		Reducción de concentración CO ppm	CONCENTRACION DE CO2 ppm		Reducción de concentración CO2 ppm
	Cocina tradicional	Cocina mejorada	%	Cocina tradicional	Cocina mejorada	%	Cocina tradicional	Cocina mejorada	%
Promedio de concentración de polucion	23638,037	359,6	92,208333	135,06852	9,844	87,09486	1236,5033	252,8	81,187642

Tabla 5.5: Polución Intradomiciliaria con cocinas de leña Autor: Jinez Ramiro

2013

5.10 Conclusiones Capítulo 5

- En este capítulo se presentó el desarrollo de la propuesta, siendo las especificaciones detalladas de de las partes que forman la cocina mejorada su proceso de combustion el costo que tiene, el VAN , TIR del VAN es de 35.211,81 y un TIR de 66% que es superior a la tasa de interés promulgada por el Banco Central del Ecuador, por lo cual se determina que es factible la propuesta de este diseño de cocinas mejoradas. su Impacto Ambiental claramente la reducción de pm2.5 (Partículas pequeñas), el CO (Monóxido de Carbono) y el CO2 (Dióxido de Carbono), con lo que se comprueba que la contaminación intradomiciliaria disminuye notablemente alrededor de un 88%
- Analizando e interpretando los resultados económicos y de la parte ambiental, se debe decir que la que para las familias pobres de esta Parroquia es un beneficio, ademas que con ayuda de dineros que son enfocados a la parte social se esta dando un mejor estilo de vida del cada familia.

CONCLUSIONES

Durante la presente investigación:

1. La parroquia San Andrés es rural, misma que pertenece al cantón Guano de la Provincia de Chimborazo; esta parroquia cuenta con alrededor de 33 Comunidades de las cuales se escogió a nueve de ellas, donde se procedió a realizar la Evaluación del consumo energético de leña proveniente del Eucalipto que han venido usando las familias de este sector en cocinas rústicas dando un promedio de consumo de leña de 4009.22 gramos en relación a una sola comida en el día.
2. Los parámetros de diseño de una cocina mejorada, basándose en la evaluación de las cocinas rústicas; se los determinó bajo los principios de diseño de cocinas a leña reconocidos por la Organización Mundial de la Salud y con el apoyo de la ONG ADRA; así se estipulo que esta estaría conformada por un armazón de 1,01m por 0,80m con una altura de 0.70m, la cámara de combustión de 0.47m por 0.20m por 0.17m y una sección transversal de 0.26m, una plancha metálica con dos hornillas de 0.63m por 0.33m y por 0.02m y una chimenea que da las protecciones para que los gases salgan por este lugar al exterior de 0.70m por 0.10m de diámetro y por 3 unidades, esto señalo la forma, contextura y tamaño de cada una de las partes de la cocina mejorada; además de la ubicación correcta dentro del domicilio de los beneficiarios.
3. En las comunidades de la Parroquia San Andrés del Cantón Guano de la Provincia de Chimborazo consumían 4099.22 gramos de leña de Eucalipto utilizando las Cocinas Rusticas, con la aplicación de las cocinas mejoradas el consume se disminuye a 1964.9 gramos y en un ambiente intradomiciliario con una polución de alrededor; 382.666 de PM2.5, 10.366 de CO y 1017.275 de CO2.
4. Al evaluar económicamente la propuesta de: “Determinación de los Parámetros de Diseño de una Cocina Mejorada”, cuyos resultados fueron

un VAN de 35211.81 y un TIR de 66%, se demuestra que este proyecto es factible y contribuye a mejorar los niveles de vida de las personas pobres, de las comunidades de la Parroquia San Andrés del Cantón Guano de la Provincia de Chimborazo.

5. Se estableció una metodología para el diseño de cocinas mejoradas con un enfoque energético racional a partir del perfeccionamiento de las partes y agregados utilizados, el establecimiento de nuevas formas y de materiales que mejoran los parámetros del diseño; así como el consumo energético con el uso de biomasa de Eucalipto de las comunidades de la Parroquia San Andrés del Cantón Guano de la Provincia de Chimborazo.
6. Se mejoraron las condiciones del medio donde se instalaran y usarán las cocinas mejoradas, considerando las costumbres de las comunidades y condiciones de la Parroquia, según las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud y con el apoyo de la Organización No Gubernamental ADRA, lográndose una ubicación correcta dentro del domicilio.
7. Se verificó que en los fogones rústicos empleados en las comunidades de la Parroquia San Andrés del Cantón Guano de la Provincia de Chimborazo, tienen bajo nivel de utilización de su capacidad de carga por el uso recipientes inadecuados, (hasta 57 % de su capacidad) y grandes pérdidas de energía.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda implementar este tipo de cocina ya que es fácil de usarse, económica, duradera, y reduce el consumo de leña y la contaminación intradomiliaria. Además mediante el sistema de mingas se puede reproducir el diseño fácilmente y la aportación de los beneficiarios no sería alta una vez que ya están hechos los estudios y las características de sus pobladores son similares
- Se recomienda usar la cocina mejorada en los términos y condiciones estipuladas para que no sufra daños, dar mantenimiento adecuado tanto la limpieza de la Chimenea y de la cámara de Combustión mensualmente para optimizar los recursos
- Se recomienda reusar los desechos vegetales como combustible para estas cocinas para ya no talar bosques y preservar el Ambiente que día a día se va perjudicando por las malas prácticas de uso de la Biomasa
- Incrementar en el diseño de la cocina un soporte contiguo a la salida de la cámara de combustión para sostener los leños y limpiar más fácilmente la cámara
- Que este trabajo sea utilizado como apoyo para futuras investigaciones y sobre todo que sean de carácter social, la misma sirva para poder en el país certificar este tipo de cocinas.

BIBLIOGRAFIA

LIBROS

ACCINELLI, Roberto y otros. Evaluación del cambio de cocinas en el centro poblado de Lliupapuquio, Andahuaylas. Laboratorio de Respiración del Instituto de Investigación de la Altura. Universidad Peruana Cayetano Heredia, 2004

Berkeley Air Monitoring Group. Evaluation of Manufactured Wood – Burning stoves in Dadaab Refugge Camps. Kenya. United States Agency for International Development (USAID), 2007

Departamento de ciencias, Sección química, Laboratorio de Análisis Químico, Pontificia Universidad Católica del Perú.

Harold j. Álvarez Pablo, Tesis de Ingeniero PUCP: Estudio de cocinas mejoradas empleando leña y bosta como combustible. Lima mayo 2009.

Preparado por Robo Bailis, Damon Ogle, Nordica MacCarty y Dean Still con entrada de Kirk R.Smith y Rufus Edwards - para el Centro de Energía y Programa de Salud, Fundación, Prueba de Hervor de Agua (W BT).

Jiménez Fernando, (1986). Tesis de Ingeniero PUCP: Diseño de una terma a carbón, Lima, Perú, p.27.

José Humberto Bernilla Carlos, Tesis: “Diseño de un prototipo de cocina mejorada para la zona andina de la provincia de Ferreña fe.” Lambayeque-Perú del 2005.

Prepared by Rob Bailis for the Household Energy and Health Programme, Shell Foundation, Controlled Cooking Test, Augusto 2004, EE.UU.

RAMÍREZ, Lister. De la serie: Estudios sobre el uso de la madera como combustible en las comunidades nativas por encargo del Centro para el

Desarrollo del Indígena Amazónico (CEDIA): Estudios sobre el uso de la madera como combustible en las Comunidades Nativas N° 06. Perú, 2008.

Reglamento Nacional de Evaluación y Certificación de cocinas mejoradas a leña SENCICO, aprobado por el Consejo Directivo Nacional del SENCICO, en su sesión N°988, del 19 de agosto del 2009.

Samuel F. Baldwin, BIOMASSA STUFE: ENGINEERING IL DISEGNO, SVILUPPO DI, E DISSEMMINATION, EE.UU.

World Health Organization, “Who Guidelines for Indoor Air Quality: Selected Pollutants”, Regional office for Europe.

WINIARSKI, Larry. Aprovecho Research Center, Partnership for Clean Indoor Air (PCIA), Design Principles for Wood Burning Cook Stoves (Principios de diseño para estufas de cocción con leña). Shell Foundation, junio del 2005, pág. 7.

MANUALES

Fuente: Aprovecho Research Center Shell Foundation Partnership for Clean Indoor Air (2006,julio) Principios de diseño para estufas de cocción con leña. Centro de Investigaciones Aprovecho gracias a una subvención de la Fundación Shell, proyectos de energía casera y de la salud y asegurar que sus diseños representan la mejor práctica técnica. Autores: Dr. Mark Bryden, a Dean Still, Peter Scott, Geoff Hoffa, Damon Ogle, Rob Balis y Ken Goyer.

TESIS

Fuente: PILCO Mamani Verónica (2011), Estudio comparativo de consumo de leña y polución intradomiciliaria (PM2.2 y CO)entre dos modelos de cocinas inkawasis-giz respecto de fogones tradicionales (Tesis de Licenciatura sin publicar) Universidad Nacional San Agustín, Arequipa- Perú.

WEBGRAFÍA

1. Fuente: ADRA (2013). Proyecto de Energización Rural en comunidades de Guano y Pujilí. Consultado: 24/07/2014
2. Fuente: Coiaanpv (2014). Biomasa. La hermanita pequeña de las renovables. Consultado: 31/07/2014. Disponible: http://www.coiaanpv.org/recursos/files/web/documentacion/articulos_de_colegiados/presentaciones_y_ponencias_de_colegiados/biomasa_fredi_lopez_mendiburu.pdf
3. Fuente: Aplicaciones –Nokia 2014. Características Generales del equipo Nokia N8. Consultado: 25/07/2014. Disponible. <http://www.aplicacionesnokia.es/cronometro-para-nokia-n8-c7-500-603-808-pureview>
4. Fuente: Aeroqual 2014. Especificaciones del equipo Aeroqual. Consultado 25/07/2014. Disponible. <http://www.aeroqual.com/series-500-handheld-monitors>
5. Fuente: Dr. PRIMITIVO Reyes Aguilar 2007, septiembre. Análisis de varianza – anova de una vía. Consultado: Análisis de la varianza de un Factor. Páginas. 1-26
6. Fuente: GADPRS (2014). La Parroquia Aspectos Generales Características. Consultado: 24/07/2014 Disponible: <http://www.sanandres.gob.ec/2014/index.php/la-parroquia/aspectos-generales>
7. Fuente: Economía de la energía (2011). Biomasa. ¿Qué es la Biomasa?. Consultado: 24/07/2014 Disponible: <http://www.economiadelaenergia.com/2010/11/biomasa-que-es-la-biomasa/>

8. Fuente: FisicaNet (2009). Tabla de Conductividad Térmica (λ). Consultado: 01/08/2014 Disponible: http://www.fisicanet.com.ar/fisica/termodinamica/b03_conductividad.php
9. Fuente: PCE-Iberica 2014. Especificaciones del medidor de contaminación IAP. Consultado: 25/07/2014. Disponible. <http://www.pce-iberica.es/medidor-detalles-tecnicos/instrumento-de-polvo/medidor-de-particulas-microdust-pro.htm>
10. Fuente: Itacanet (2011).Ventajas que tiene un fuego abierto Consultado: 25/07/2014.Disponible: <http://www.itacanet.org/esp/estufas/MANUAL%20COCINAS%20SENSIBILIZACION.pdf>
11. Fuente: Académica (2014). Tecnología. Consultado: 25/07/2014. Disponible: <http://www.academica.mx/blogs/tecnolog%C3%ADa>
12. Fuente: Unex 2007. Poder calorífico de maderas y residuos agrícolas. Consultado 24/ 07/2014 Disponible: <http://onsager.unex.es/apuntes/termo/tablas-tema-3.pdf>

ANEXOS

ANEXO1 CERTIFICADO ADRA



Agencia Adventista
de Desarrollo y Recursos
Asistenciales del Ecuador

Mariano Paredes N72 - 49 y Rodrigo de Villalobos
(Sector Ponciano Alto) Casilla: 17 - 21 - 1908
Teléfono: (593) 6020080 / 6020081
adra@adra.ec / proyectos@adra.ec
www.adra.ec Quito - Ecuador
Registro Ministerial N° 0325

CERTIFICADO

Por medio del presente certifico, que el Ing. Ramiro Javier Jinez LLangarí identificado con C.I. 060291983-9 estudiante de la carrera de Posgrado Gestión de Energías de la Universidad Técnica de Cotopaxi formo parte del equipo de recolección, verificación y análisis de datos de la línea base y línea de salida que promovió ADRA Ecuador en el marco de la implementación del proyecto "Energización rural en comunidades de Guano y Pujilí, a través de la implementación de cocinas mejoradas".

De la misma manera autorizamos el uso de los datos para fines estrictamente educativos en la elaboración de su tesis.

Quito, 23 de abril del 2014



Ruth Bejarano

Directora de ADRA Ecuador



ANEXO 2: TABLA GENERAL DE BALANCE DE BIOMASA

Anexo 2.1 Tabla de Balance General de Cocinas Rústicas o Tradicionales

WATER BOILING TEST - VERSION 4.2.2 - TEST #1
DATA AND CALCULATION FORM (for one to four pots)*
Shaded cells and arrows require user input; unshaded cells automatically display outputs
Qualitative data

Name(s) of Tester(s)	COCINA RUSTICA	
Test Number	CCT-1	blue: emissions with hood method
Date	27/01/2013	
Location		
Stove type/model		
Type of fuel		

Initial Test Conditions

Data	value	units	label	Data	value	units	label
Air temperature	18,0	°C		Dry weight of Pot # 1 (grams)		g	P1
Wind conditions	Light breeze		▼	Dry weight of Pot # 2 (grams)		g	P2
Fuel dimensions				Dry weight of Pot # 3 (grams)		g	P3
Fuel moisture content (wet basis)	10%	%	MC	Dry weight of Pot # 4 (grams)		g	P4
Gross calorific value (dry fuel)	-	kJ/kg	HHV	Weight of container for char (grams)		g	k
Net calorific value (dry fuel)	-	kJ/kg	LHV	Local boiling point	-	°C	T _b
Effective calorific value (accounting for fuel moisture)	(219)	kJ/kg	EHV	Background concentrations: CO ₂		ppm	CO _{2,b}
Char calorific value	-	kJ/kg		CO		ppm	CO _b
				PM		ug/m ³	PM _b

Notes about this test:

BASIC TEST DATA

**ANEXO 3: PODER CALORÍFICO DE MADERAS
Y RESIDUOS AGRÍCOLAS**

COMBUSTIBLE	PODER C. MEDIO kJ/kg
Bagazo húmedo	10500
Bagazo seco	19200
Cáscara de cacahuete	17800
Cascarilla de arroz	13800
Celulosa	16500
Corteza escurrida	5900
Cosetas de caña	4600
Madera seca	19000
Madera verde (*)	14400
Paja seca de trigo	12500
Paja seca de cebada	13400
Serrín húmedo	8400
Viruta seca	13400
	P. C. SUPERIOR kJ/kg
Cáscara de almendras	36800
Cáscara de nueces	32000
Cáscara de arroz	15300
Cáscara de pipa de girasol	17500
Cáscara de trigo	15800
Corteza de pino	20400
Corcho	20930
Orujillo de aceituna	17900
Orujo de uva	19126
Papel	17500
Jara (8% humedad)	18900 (P.C.I.)

Fuente: Unex 2007

ANEXO 4: Poder Calorífico de Leña San Andrés



Departamento De Ingeniería Química

LABORATORIO DE TERMODINÁMICA



RESULTADOS DE ANÁLISIS

P.C. -13 – 002
O.T.479

PRUEBA: Determinación del poder calorífico

FECHA DE REALIZACIÓN: 30 – 04 – 2013

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA:

Identificación	-
Código del Laboratorio	LTM 004-ABR

SOLICITADO POR: ADRA ECUADOR

EQUIPO UTILIZADO: Bomb Calorimeter Parr

MÉTODO: DIN 51900

RESULTADOS

MUESTRA	P.C (J/g)
LTM 004-ABR	15 431,27

Ing. Luis Mera S.
JEFE DE DEPARTAMENTO
INGENIERIA QUIMICA

Anexo 5: Algunos valores típicos de conductividad térmica (λ).

Material	Conductividad Térmica (W/m·K)
Acero	47 - 58
Acero inoxidable	14-16
Agua	0,58
Aire	0,024
Alcohol	0,16
Alpaca	29,1
Aluminio	209,3
Amianto	0,04
Bronce	116-186
Cobre	372,1-385,2
Corcho	0,04-0,30
Estaño	64,0
Fibra de vidrio	0,03-0,07
Glicerina	0,29
Hierro	80,2
Ladrillo	0,80
Ladrillo refractario	0,47-1,05
Latón	81 - 116
Litio	301,2
Madera	0,13
Mercurio	83,7
Mica Moscovita	0,35
Níquel	52,3
Oro	308,2
Parafina	0,21
Plata	406,1-418,7
Plomo	35,0
Poliestireno expandido	0,025-0,045
Poliuretano	0,018-0,025

Anexo 6: Tabla de leña consumida en cocinas Rústicas o Tradicionales.

ANALISIS DE CONSUMO ENERGETICO DE BIOMASA EN COCINAS RÚSTICAS			
COMUNIDAD	NOMBRE	Cocina tradicional Leña consumida (g)	Leña consumida (%)
SILVERIA	Maria Rosa Carrillo O,	4619	66
CUATRO ESQUINAS	Escolástica Guzmán	5327	76
PULINGUI	Carmen Manuela Huamán	3970	57
BATZACON	Maria Delfina Acan Lema	2730	39
LATURUN	Maria Agustina Ailla Paca	4974	71
TAHUALAG	Agustino Pacheco	3448	49
PAQUIBUG-SAN GERARDO	María Cristina Ochoa	2358	34
CALSHI-HIEBABUENA	Graciela Parreño Duchi	4191	60
SAN PABLO	María Juana Huamán	4466	64
PROMEDIO		4009,222	130,88

ANEXO 7: LÁMINAS DE LOS PARAMETROS ESTABLECIDOS PARA UNA COCINA MEJORADA

