

**PROPUESTA TÉCNICA PARA LA MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS
AMBIENTALES GENERADOS POR LA PRODUCCIÓN DE CAL Y LADRILLO
EN EL MUNICIPIO DE SAN FRANCISCO DEPARTAMENTO DEL PUTUMAYO**



JOSÉ LUÍS PABON VALLEJO

**ESCUELA SUPERIOR DE ADMINISTRACIÓN PÚBLICA - ESAP
POSGRADO GERENCIA AMBIENTAL
SIBUNDOY
2007**

**PROPUESTA TÉCNICA PARA LA MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS
AMBIENTALES GENERADOS POR LA PRODUCCIÓN DE CAL Y LADRILLO
EN EL MUNICIPIO DE SAN FRANCISCO DEPARTAMENTO DEL PUTUMAYO**

JOSÉ LUÍS PABON VALLEJO

Trabajo de grado para optar el título de Posgrado en Gerencia Ambiental

**Asesor:
Dr. CELSO MATEUS**

**ESCUELA SUPERIOR DE ADMINISTRACIÓN PÚBLICA - ESAP
POSGRADO GERENCIA AMBIENTAL
SIBUNDOY
2007**

Nota de aceptación

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	8
1. PROBLEMA	9
2. JUSTIFICACIÓN	10
3. OBJETIVOS	11
3.1. OBJETIVO GENERAL	11
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
4. MARCO TEÓRICO	12
4.1. MARCO SITUACIONAL	12
4.2. MARCO LEGAL	15
4.3. BASES TEÓRICAS	15
5. METODOLOGÍA	17
5.1. DOCUMENTOS DE EXPERIENCIAS APLICADAS EN LA REGIÓN CENTRO - SUR DE COLOMBIA	18
5.1.1. Proyecto de sustitución de leña por carbón mineral en las alfarerías del Alto Patía. año 2002.	19
5.1.2 Sustitución de leña por carbón mineral en las industrias ladrilleras de Nariño. Año 1995.	20
5.1.3 Proyectos que se han elaborado en CORPOAMAZONIA Regional Putumayo. Año 1996.	20
5.2 INFORMACIÓN CONSULTADA VÍA INTERNET	21
5.2.1 Gestión Interinstitucional para la recuperación ambiental del Valle de Sogamoso . 1998.	21
5.2.2 Proyecto Piloto con los empresarios de Shambob (Sudán África) Año 1997.	25
6. RESULTADOS	30
6.1. ESTADO ACTUAL EN CUANTO AL USO DE LA LEÑA PARA LA PRODUCCIÓN DE CAL Y LADRILLO DEL MUNICIPIO DE SAN FRANCISCO.	30
6.2 INDUSTRIA LADRILLERA	30
6.3. IDENTIFICACIÓN DE LOS POSIBLES COMBUSTIBLES ALTERNATIVOS	33

6.3.1 Carbón Mineral.	33
6.3.2 Otros Combustibles Alternativos..	34
6.4 PARÁMETROS EN EL DISEÑO DE HORNOS	42
6.4.1 Hornos para quema de ladrillo	42
6.4.2 Hornos para quema de caliza.	46
6.5. PROPUESTA TÉCNICA AMBIENTAL PARA MITIGAR LA IMPACTO AMBIENTAL EN LA PRODUCCIÓN DE CAL Y LADRILLO MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL COMBUSTIBLE SELECCIONADO:	48
6.5.1. Utilización del carbón mineral.	48
6.5.2 Programa de comercialización para el combustible seleccionado..	52
6.5.3. Plan de acción para el fortalecimiento y operatividad de coinducala	56
7. CONCLUSIONES	61
8. RECOMENDACIONES	63
BIBLIOGRAFÍA	64

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Promedio de emisiones atmosféricas (1996)	22
Cuadro 2. Eficiencia energética de hornos.	22
Cuadro 3. Emisiones estimadas mejorando la eficiencia de combustión en hornos.	25
Cuadro 4. Producción Anual De Ladrillo Quemado.	31
Cuadro 5. Producción Anual De Cal.	32
Cuadro 6. Consumos y costos comparativos entre algunos combustibles.	35
Cuadro 7. Poder calorífico de algunos materiales.	36
Cuadro 8. Matriz DOFA para combustibles alternativos	37
Cuadro 9. Matriz DOFA para carbón mineral	37
Cuadro 10. Matriz DOFA para Fuel-Oil	39
Cuadro 11. Matriz DOFA para gas metano	39
Cuadro 12. Análisis comparativo de los sistemas de combustión	40
Cuadro 13. Características del carbón mineral de Cundinamarca recomendado para la región de San Francisco.	52
Cuadro 14. Calidad promedio de los carbones colombianos.	53
Cuadro 15. Demanda estimada de carbón mineral para año 2007 dentro del Valle de Sibundoy.	54
Cuadro 16. Tarjeta para control de calidad del carbón mineral.	55
Cuadro 17. Plan de Acción para la sostenibilidad, competitividad y fortalecimiento institucional - COINDUCALA 2007 – 2011	58

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Utilización de grandes cantidades de leña para la quema de cal y ladrillo	9
Figura 2. Proceso de búsqueda de información	18
Figura 3. Quema de leña en hornos productores de cal y ladrillo	30
Figura 4. Propuesta construcción horno colmena-cocción de ladrillo	42

INTRODUCCIÓN

El municipio de San Francisco, hace parte de la Región del Alto Putumayo, más conocida como el Valle de Sibundoy. Se localiza al nor-occidente del departamento del Putumayo, hace parte del MACIZO COLOMBIANO y de una de las más importantes regiones estratégicas definidas por el SINA, identifica como PIEDEMONTE AMAZÓNICO; región con características ambientales que hace posible la transición entre la región surandina y la Amazonía colombiana. El Valle de Sibundoy, poseedor de una condición especial de microclimas, es un valle circundado por un relieve de cadenas montañosas, con características geológicas y geomorfológicas especiales y muy particulares a la que se suman una red hidrográfica abundante que se esparce por toda la Región. Esta connotación, la hacen una Región primordial por la oferta de bienes y servicios ambientales como el agua, recursos no maderables, minería, bioenergía, agricultura entre otros; dentro de ella se encuentran reservas naturales de importancia para el ecosistema del Piedemonte Amazónico, entre las que se pueden destacar: Cerro Patascoy, el cerro Portachuelo, el Páramo de Bordoncillo, Reserva Natural de la cuenca alta del río Putumayo, Mocoa y el río Blanco entre otras.

San Francisco como los demás municipios que integran el Valle de Sibundoy, tiene una acelerada dinámica ambiental y social, incrementando las demandas de bienes y servicios ambientales; condiciones que hacen frágil el equilibrio de su ecosistema, razón por la cual la planificación, la gestión de sus recursos ambientales y de sus actividades productivas, deben obedecer a un engranaje productivo de desarrollo sostenible.

Este estudio hace parte de un proceso de más de 8 años de intentos por solucionar la problemática ambiental que genera la tala y utilización de madera extraída del bosque húmedo para la producción de cal y ladrillo en el municipio de San Francisco; convirtiéndose en una herramienta para hacer factible la utilización de un combustible alternativo en la actividad de los horneros, agremiados en la cooperativa de industriales de cal y ladrillo COINDUCALA del municipio de San Francisco Putumayo.

Bajo este contexto, el estudio que denominamos **PROPUESTA TÉCNICA PARA LA MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS POR LA PRODUCCIÓN DE CAL Y LADRILLO DEL EN EL MUNICIPIO DE SAN FRANCISCO DEPARTAMENTO DEL PUTUMAYO**. Se desarrolla a partir de la concertación con el gremio de horneros cuyo eje central es la **PRODUCCIÓN SOSTENIBLE** con el cambio de tecnología para la producción de cal y ladrillo con base en la selección de un nuevo combustible, unos hornos más eficientes y el fortalecimiento de la cooperativa COINDUCALA.

1. PROBLEMA

La actividad de quema de cal y ladrillo en San Francisco, es considerada como uno de los renglones más importante de la economía local. Actualmente existen 15 familias que se dedican a esta actividad, con 19 hornos, donde 4 de ellos se encuentran ubicados dentro y sobre el casco urbano. La ubicación de hornos en la parte urbana está ocasionando problemas de contaminación como malos olores, exceso de CO₂ y emisión de humo, gas y partículas que afectan la calidad de vida de los moradores urbanos y vecinos del entorno. además la explotación inapropiada de las minas de arcilla, esta ocasionando fuertes deslizamientos en la zona de ladera, desestabilizando grandes estructuras de suelo.

El principal problema de la industria de cal y ladrillo en el municipio de san francisco es la utilización de grandes cantidades de madera extraída del bosque húmedo tropical que se emplea como combustible para la producción de cal y ladrillo.

Figura 1. Utilización de grandes cantidades de leña para la quema de cal y ladrillo



Por otra parte, los horneros ejercen una actividad productiva en forma artesanal bajo minería de hecho, básicamente de subsistencia; los hornos de fuego dormido para la producción de ladrillo poseen técnicas inapropiadas, poco eficientes y poco rentables; además la calidad del ladrillo no es buena, situación que ha propiciado la inclusión de ladrillo de la ciudad de Pasto que es de mejor calidad y a un precio competitivo.

El desarrollo de su actividad en hornos poco eficientes tiene un elevado consumo de leña, aproximadamente 16.720 m³/año para una producción media de 415.000 ladrillos /año y 4.824 Tn cal/año, con una quema por mes en promedio. La leña es extraída casi en su totalidad de la parte alta de la subcuenca del río Blanco y del cerro Portachuelo.

2. JUSTIFICACIÓN

San Francisco como los demás municipios que integran el Valle de Sibundoy, tiene una acelerada dinámica ambiental y social, incrementando las demandas de bienes y servicios ambientales; condiciones que hacen frágil el equilibrio de su ecosistema, razón por la cual la propuesta que se plantea en el presente estudio garantiza que se utilice otro tipo de combustible diferente a la madera para la cocción de cal y ladrillo.

En el año de 1996 CORPOAMAZONIA, desarrolló un programa para identificar los problemas y necesidades de la comunidad productora de cal y ladrillo; en este proceso se priorizaron una serie de problemas, siendo el mas importante la utilización de madera de los bosques nativos de la región para la quema de cal y ladrillo en el Municipio de San Francisco.

Con este estudio es importante lograr instituir en cada uno de los horneros la formación que se necesita para crear conciencia de los daños que se originan al talar el bosque y la importancia de cultivar el agua y todas las especies nativas que existen en nuestro valle.

Los horneros ejercen una actividad productiva en forma artesanal bajo minería de hecho, básicamente de subsistencia; los hornos de fuego dormido para la quema de ladrillo poseen técnicas inapropiadas, poco eficientes y poco rentables; además la calidad del ladrillo no es buena, situación que ha propiciado la inclusión de ladrillo de la ciudad de Pasto que es de mejor calidad y a un precio competitivo.

En este proyecto se analizan los posibles combustibles que se sustituirían por la leña. También se desarrolla un estudio de mercado, en el cual se tiene en cuenta la calidad y cantidad de producto producido por los caleros y ladrilleros del municipio.

Corpoamazonía se ha preocupado por muchos años de los problemas ambientales y ha aportado como estudios y análisis situacionales de los recursos naturales, que día a día se explotan de manera incontrolable.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Formular una propuesta técnica ambiental para mitigar el impacto ambiental en la producción de cal y ladrillo en el Municipio de San Francisco, mediante la implementación de un combustible alternativo.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Evaluar el estado actual en cuanto al uso de la leña como combustible para la producción de cal y ladrillo en el Municipio de San Francisco Putumayo.
2. Identificar el Sistema alternativo de combustión de acuerdo con el tipo de combustible y el estudio de parámetros técnicos de hornos a utilizar.
3. Diseñar la propuesta de la implementación de un plan de acción para el fortalecimiento de la cooperativa que agremia a los horneros de la región COINDUCALA.

Figura 2. Utilización de hornos de fuego dormido - artesanales.



4. MARCO TEÓRICO

4.1. MARCO SITUACIONAL

Siendo un municipio poblado principalmente por campesinos de origen nariñense ha cimentado durante toda su historia una estructura económica basada en la agricultura y la ganadería.

Aunque es el único municipio del Valle de Sibundoy que desde hace más de 50 años ha explotado renglones alternativos como el industrial con la producción de cal y ladrillo quemado, debido a la limitada visión de las personas dedicadas a esta explotación, que se han dedicado a estas actividades con una cultura extractivista, sin la visión empresarial que permita una evolución tecnológica para mejorar la productividad, minimizar los impactos ambientales y ser competitivos a nivel regional y nacional, es una industria que se ha quedado en el pasado, razón por la cual no se han proyectado a otros mercados e inclusive, paulatinamente ha perdido los de la misma región..

El desarrollo de su actividad en hornos poco eficientes tiene un elevado consumo de leña, aproximadamente 16.720 m³/año para una producción media de 415.000 ladrillos /año y 4.824 Tn cal/año, con una quema por mes en promedio. La leña es extraída casi en su totalidad de la parte alta de la subcuenca del río Blanco y del cerro Portachuelo. Las especies de madera que más se corta están: Amarillo, Incienso, Olluco, Motilón, entre otras, aspecto que obedece a la facilidad de tala, transporte y comercialización del producto.

Con el inicio de la explotación de la mina de mármol en los años '70, se vislumbró una nueva dinámica económica para el municipio y la región, pero la explotación artesanal de este producto no le permitió ser competitivo a pesar de la buena calidad del mismo; a esto se sumó la escasa visión de los concesionarios, que por su insuficiente capacidad empresarial y de compromiso con la región, prefirieron trasladarse a la ciudad de Pasto para procesar el mármol y obtener sus derivados.

La agricultura ha tenido algunos auges con los cultivos de maíz, frijol y frutales como el lulo y tomate de árbol. Pero esta actividad decayó por los bajos precios, problemas fitosanitarios a pesar de esto, cultivos como el frijol son promisorios al igual que los frutales, plantas medicinales e industriales.

Las áreas de cultivos están representadas por parcelas o huertas caseras y corresponden a cultivos limpios y semilimpios. Tiene una extensión de área de 67.1 Ha, los cuales se ubican en gran parte de las zonas bajas, los tipos de cultivos encontrados son: maíz, papa, frijol voluble y hortalizas.

El sector Forestal esta poco desarrollado, no hay cultivos de maderables. La explotación de madera, se realiza de manera extractivista, al igual que la explotación de carbón de palo, sin embargo la mayor explotación forestal se da por la antitécnica y lamentable extracción masiva de leña de las partes altas de la cuencas, con graves consecuencias ambientales y pérdida de biodiversidad.

La actividad ganadera bovina es una de las más importantes en los municipios del Valle de Sibundoy, desarrollándose especialmente en la zona plana de la cuenca del río Putumayo y, en menor proporción, en las áreas de ladera altamente intervenidas. La ganadería de leche es la que mayor impulso ha recibido en las últimas décadas, seguida por la destinada a la de producción de carne en canal y por la actividad de comercio de ganado en pie, que se realiza con el departamento de Nariño.

Por otra parte los pequeños productores y las posibilidades de establecer nuevas explotaciones, se ven imposibilitados y afectados por la presencia de productos de Nariño y que en algunos casos entran de contrabando desde el Ecuador, esta situación se complica aún más en consecuencia a las características medioambientales del Valle de Sibundoy.

El Municipio de San Francisco cuenta con excelente oferta de agua con características físicas y químicas de excelente calidad para el establecimiento de este tipo de explotaciones especialmente en las zonas de ladera, recurso hídrico que proviene de zonas paramunas. Este componente productivo se puede considerar de alta proyección y rentabilidad y tiene además promisoriedad para el montaje y establecimiento de factorías para su procesamiento.

La piscicultura tiene un bajo grado de desarrollo principalmente el cultivo de trucha, aunque hay infinidad de corrientes de agua y clima apropiado no hay un mayor desarrollo por falta de incentivos.

San Francisco se encuentra ubicado sobre un amplio mosaico de rocas de origen ígneo, metamórfico y sedimentario. De estas formaciones rocosas se extraen en el territorio municipal los siguientes subproductos:

Calizas: Abastecen más de 20 hornos en el municipio que producen alrededor de 1.000 toneladas mensuales de cal viva que abastece parte de la demanda de los departamentos vecinos.

Mármol: La explotación de mármol es otra actividad que se desarrolla sin ninguna técnica, el cual se extrae en la vía que conduce a Mocoa(en el sitio conocido como murallas) y que se lo utiliza para la fabricación de baldosas; también se ha encontrado mármol en la parte alta del Río San Francisco.

Pizarra: Existe una (1) mina cuyo material es aprovechado en el mantenimiento de las vías de comunicación del municipio. Su explotación genera muchos problemas ambientales.

Piedra Bola (Nódulos): Se explota en la mina de calizas ubicada sobre las quebradas La Soledad y Chorlaví.

Grava: Son fragmentos de roca no consolidados (2 – 15 mm. de diámetro) que se extraen del lecho de los ríos San Francisco y Putumayo, y que se utiliza en el afirmado de las carreteras.

Arena: Utilizada en la industria de la construcción del Valle de Sibundoy, explotándose en una mina ubicada en el pie de la cuchilla del Portachuelo. Igualmente se extrae del lecho de los ríos Putumayo y San Pedro.

Arcilla: Principal materia prima para la fabricación de ladrillo en bloque. Existen varios sitios de explotación artesanal de este material, los cuales están generando contaminación ambiental y problemas de desestabilización de suelos.

Oro: La explotación de este mineral que se realiza en forma artesanal no tiene ningún tipo de control ambiental, esta actividad se realiza especialmente en el Río San Francisco.

Con una industria familiar y en forma artesanal, el municipio de San Francisco produce cal agrícola y ladrillo quemado, y explota mármol que es transportado a la ciudad de Pasto y se procesa para obtener sus derivados (granito, marmolina, piedra retal).

El renglón industrial más importante del municipio es la producción de cal, cuya materia prima se explota en las canteras de calizas ubicada en el sitio denominado Chorlaví (km. 6 vía San Francisco – Mocoa) y en el lecho de la subcuenca Saladoyaco y cuenca alta del río Putumayo.

Los ingresos que genera la producción de cal ascienden a \$205.020.000 anuales y generando 19 empleos directos y 50 indirectos.

El combustible utilizado para la producción de cal es la leña, explotada indiscriminadamente en los bosques del municipio de San Francisco, que el leñador vende a \$17.000 M3. Los leñadores del municipio de Mocoa han ingresado a este mercado a competir y explotan los bosques vendiendo su producto a \$19.000 M3. La cantidad aproximada de metros cúbicos de leña utilizada para la producción de 4.824 toneladas de cal es de 9.648 Mts³, con un costo total de \$125.424.000 anuales

4.2. MARCO LEGAL

El Estado Colombiano ha creado y puesto en marcha a través del Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT) como el organismo responsable del manejo de los temas ambientales, de la protección y adecuado aprovechamiento de los recursos naturales, que se inició a mediados de la década de los años 80 y se consolidó con la promulgación de la Constitución Política de 1991 y la creación de la Ley 99 de 1993, como también el Ministerio del Medio Ambiente.

Mediante la ley 99 de 1993, que creo el Ministerio del medio ambiente y organizo el sistema Nacional Ambiental, a la vez creo los mecanismos de planificación ambiental , fortaleció el área ambiental y la reglamento, así como el posible ejercer control sobre las actuaciones de las entidades en esta materia.

Los principios fundamentales de la ley 99/83 y la competencias asignadas a las diferentes instancias de orden nacional y regional, ponen en manifiesto la necesidad de trabajar con miras a lograr una gestión ambiental eficiente y costo-efectiva.

De conformidad con la ley 99 de 1993, la política ambiental colombiana seguirá principios generales como: las políticas de población tendrán en cuenta el derecho de los seres humanos a una vida saludable y productiva en armonía con la naturaleza, así como las zonas de paramos, subparamos, los nacimientos de agua y las zonas de recarga de acuíferos serán objeto de protección especial.

La corporación para el desarrollo sostenible del sur de la Amazonia “Corpoamazonía”, se ha preocupado por muchos años de los problemas ambientales y ha aportado estudios y análisis situacionales de los recursos naturales, que día a día se explotan de manera incontrolable.

Institucionalmente el gremio de horneros se encuentran asociados en la Cooperativa de Cal y ladrillo de San Francisco “COINDUCALA”, cooperativa que no tiene la operatividad administrativa por carecer de recursos económicos, personal administrativo capacitado y una sede social donde operar. Aparte, no posee políticas de comercialización de bloque, no de han podido unificar precios de los productos y no se tiene estándares de calidad, por le que no hay ética comercial de los socios; el fortalecimiento institucional es esencial para consolidar la actividad dentro de un ambiente sano y con mejores ingresos para los horneros.

4.3. BASES TEÓRICAS

Se considera el Impacto Ambiental como la alteración, modificación o cambio en el ambiente, o en alguno de sus componentes de cierta magnitud y complejidad originado o producido por los efectos de la acción o actividad humana.

Al hablar de mitigación del impacto ambiental queremos resaltar que el propósito es reducir al máximo la afectación que se está haciendo al medio ambiente en el cual vivimos. La sostenibilidad del territorio requiere proteger las diferentes cuencas, microcuencas y principalmente la cuenca de los ríos Putumayo y San Francisco ya que en medio de los dos está asentada el casco urbano del Municipio. Además de la protección de la inmensa red hidrográfica, se deben conservar las montañas y cerros que circundan la zona ocupada del municipio para que cumplan su función ecológica e hidrológica, controlando las diferentes actividades tanto urbanas como rurales principalmente la ganadería extensiva que puedan degradar los frágiles ecosistemas.

El bienestar social debe ser duradero y no flor de un día, para lo cual es fundamental diseñar políticas de desarrollo económico consistentes con la capacidad del ecosistema para ofrecer y renovar sus recursos. Además cualquier política dirigida a aprovechar las condiciones que ofrece la naturaleza debe realizarse con criterio de conservación y renovación de recursos que permita la sostenibilidad ambiental, de manera que con ello no se borren las oportunidades de desarrollo a las generaciones futuras.

Para la selección de un combustible alternativo que sustituya a la leña, en el proceso de combustión de un horno de alfarería o de caliza, se necesitan definir algunos criterios técnicos, económicos, ambientales, geográficos, sociales, de sistemas productivos y de equipamiento de servicios básicos sobre la Región, de modo que faciliten la toma de decisiones más apropiadas.

Con el presente estudio se busca fortalecer la Cooperativa COINDUCALA, en el manejo administrativo y competitivo de su funcionamiento mediante cursos y talleres para la formación en control de costos, contabilidad y mercadeo, la dotación de elementos básicos de funcionamiento y así generar ingresos y darle el valor agregado al producto producido por los socios.

5. METODOLOGÍA

La información primaria se ha obtenido inicialmente de la investigación de experiencias exitosas dadas en otras industrias de ladrillo y cal, en las cuales se realizó el cambio el uso de la leña, por otro combustible alternativo.

Para la selección de un combustible alternativo que sustituya a la leña en el proceso de combustión de un horno de alfarería o de caliza, se necesitan definir algunos criterios técnicos, económicos, ambientales, geográficos, sociales, de sistemas productivos y de equipamiento de servicios básicos sobre la Región, de modo que faciliten la toma de decisiones más apropiadas.....

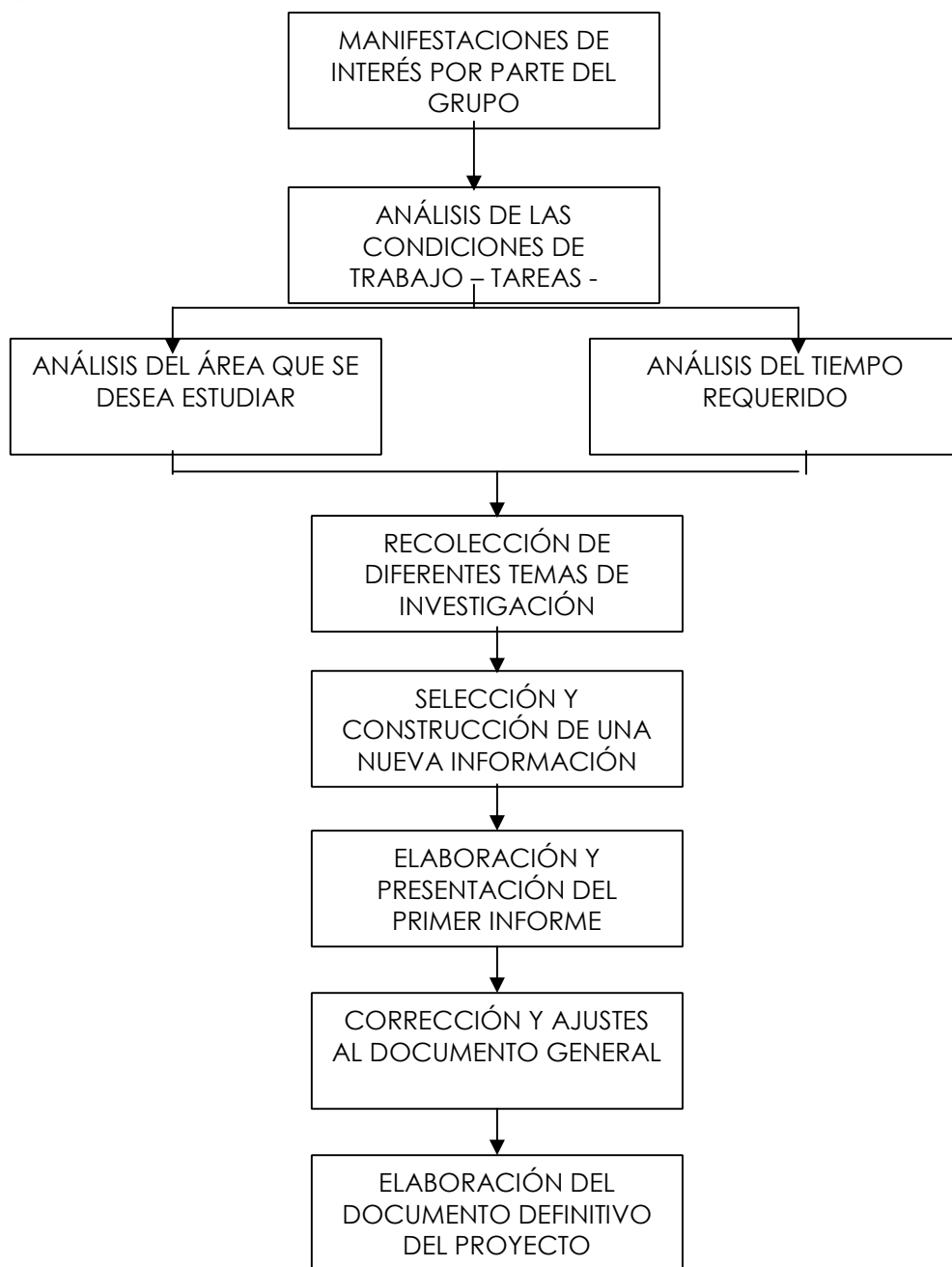
Para lograr nuestro propósito, primero identificamos la situación actual, mediante una breve caracterización de la actividad productiva de los horneros, posteriormente se llevará a cabo una investigación de los combustibles alternativos posibles de aplicar en la Región, de los cuales se elaborarán matrices DOFA y finalmente una matriz estructural con el cruce de la información necesaria para la selección definitiva del combustible a aplicar.

De acuerdo con la región, la materia prima utilizada, el clima y otros factores determinantes, el investigador presentara una propuesta de diseño de hornos más eficientes con otro tipo de combustible, como también controlar la emisión de gases con la implementación de chimeneas adecuadas a los hornos.

El proceso de investigación a realizar tendrá en cuenta un marco teórico el cual estará necesariamente conformado por todas aquellas teorías que se ocupan de la economía de mercado, lo anterior con el fin de realizar un plan de acción para el fortalecimiento de los horneros y en especial de la cooperativa COINDUCALA, con el fin de que sea competitiva en el mercado regional.

La información secundaria se obtendrá a partir de diversas fuentes entre las que se destacan el Internet, estudios y procesos de implementación del carbón mineral en diversas regiones de Colombia a través de Eco carbón. En general se sigue una metodología básica para la búsqueda de información. (Ver figura 1.)

Figura 2. Proceso de búsqueda de información



5.1. DOCUMENTOS DE EXPERIENCIAS APLICADAS EN LA REGIÓN CENTRO - SUR DE COLOMBIA

A continuación se harán breves descripciones de algunos proyectos consultados

5.1.1. Proyecto de sustitución de leña por carbón mineral en las alfarerías del Alto Patía. Año 2002. Mediante acuerdo de cooperación técnica bilateral, entre los gobiernos de la República de Colombia y de la República Federal de Alemania; el proyecto Alto Patía - gtz, formuló el proyecto "Sustitución de leña por carbón mineral en las ladrilleras de los municipios de la región del Alto Patía" (San Pedro de Cartago, Bolívar y Mercaderes Cauca).

Los procesos ejecutados en el proyecto buscan generar conciencia y compromiso en los alfareros, con buenas prácticas de trabajo que conlleven a mejorar su nivel de vida y el desarrollo de la comunidad.

Para cumplir con todas las metas se inicia con una socialización del proyecto y la investigación e implementación de un nuevo combustible (carbón mineral) de origen orgánico, del cual se destaca que para un horno pampa se requieren ciertas especificaciones como:

- ❑ Granulometría o tamaño del mineral
- ❑ Contenido de cenizas
- ❑ Contenido de materias volátiles
- ❑ Contenido de azufre
- ❑ Poder calorífico

Para continuar con el desarrollo del proyecto se realizan las siguientes actividades:

- *Selección y adecuación de hornos:* Primer paso para iniciar el proceso organizativo fue la selección de los hornos por parte de ellos mismos.

Pruebas piloto y demostración con carbón mineral: La metodología utilizada mediante el sistema aprender - haciendo con una capacitación personalizada, donde interactúan el técnico con el saber de los alfareros para superar la resistencia al cambio sobre procesos culturales que se han venido desempeñando como es la combustión con leña en los hornos de quemado de ladrillo; combustibles como el carbón mineral que por sus características térmicas, abundancia y economía son una solución real hacia un oficio tan importante pero tan deprimido por la escasa rentabilidad que genera.

Las experiencias con carbón mineral arrojaron resultados positivos sobre manejo, eficiencia, calidad, economía y aceptación entre los alfareros así: Manejo, Eficiencia, Calidad del producto y Economía.

- ❑ *Búsqueda de canales para la comercialización del carbón:* En este sentido, una actividad que debe sentar las bases del proyecto es la comercialización del carbón, cumpliendo especificaciones de calidad, precio y fácil adquisición.

Empresa: Coincarboy Ltda.
Teléfono: 0987- 705751
Ciudad: Sogamoso - Boyacá

Empresa: Fenalcarbón
Teléfono: 091- 3152826
Ciudad: Santafé de Bogotá - Cundinamarca

Empresa: Comercializadora Central de Carbón de Cundinamarca
Teléfono: 0918- 526248
Ciudad: Zipaquirá - Cundinamarca

Empresa: Carboneras Elisondo
Teléfono: 092- 6674213
Ciudad: Santiago de Cali - Valle

5.1.2 Sustitución de leña por carbón mineral en las industrias ladrilleras de Nariño. Año 1995. ECOCARBON LTDA amplía el programa de sustitución de leña por carbón mineral en el departamento de Nariño, en la cual se aplica la transferencia tecnológica adoptada en otros departamentos, demostrando la viabilidad y las ventajas comparativas del uso del carbón por la leña en la cocción de ladrillos utilizando los mismos hornos en actividad.

Para el desarrollo de este proyecto EMCARBON le brindó al alfarero la asistencia técnica necesaria para adecuar los hornos y aprender el proceso de quema con carbón. Se realizan cuatro quemas de prueba en cada sede determinando la posibilidad de uso del carbón, tanto técnica como económicamente; al finalizar las pruebas se concluye que los gastos por mil ladrillos es de:

	LEÑA	CARBÓN
Tiempo de quema	72 Hrs	24 Hrs
Cantidad de combustible	1 m3	110 Kg
Costos	\$10.000	\$7.000

De acuerdo a la anterior tabla se concluye que el ahorro de costos, cantidad de combustible y tiempo es considerablemente notorio, lo cual permite un estudio y análisis de la implementación de una nueva tecnología.

La modificación se basa principalmente en la construcción de cámaras de aire y parrillas que permitan la entrada de oxígeno para la combustión.

5.1.3 Proyectos que se han elaborado en CORPOAMAZONIA Regional Putumayo. Año 1996. “Evaluación técnica y socioeconómica para el mejoramiento de los hornos para la producción de cal y ladrillo en el municipio de San Francisco, Departamento del Putumayo”.

En el año de 1996 la corporación, desarrolló un programa para identificar los problemas y necesidades de la comunidad productora de cal y ladrillo; en este proceso se priorizaron una serie de problemas, los cuales generaron alternativas de solución.

Durante este proceso se logro instituir en cada uno de los horneros la formación que se necesita para crear conciencia de los daños que se originan al talar el bosque y la importancia de cultivar el agua y todas las especies nativas que existen en nuestro valle.

Se planteó por primera vez la construcción de una ciudadela industrial, donde se maneje en forma conjunta todo el proceso, incluido el control de los gases y demás impactos ambientales.

Al querer implementar este método de producción, encontramos que la comunidad es reacia al cambio tradicional, ya que implica variaciones en el comportamiento económico y estructural de la misma comunidad, además la participación de los horneros es autocrática, ya que no se ha creado en ellos la cultura del trabajo en sociedad.

En este proyecto se determina la localización y extensión del área que se utilizaría para la ciudadela industrial, en conjunto se analizan los posibles combustibles que se sustituirían por la leña. También se desarrolla un estudio de mercado, en el cual se tiene en cuenta la calidad y cantidad de producto producido por los caleros y ladrilleros del municipio.

Con este y otros proyectos, Corpoamazonía se ha preocupado por muchos años de los problemas ambientales y ha aportado como en el presente, estudios y análisis situacionales de los recursos naturales, que día a día se explotan de manera incontrolable.

5.2 INFORMACIÓN CONSULTADA VÍA INTERNET

5.2.1 Gestión Interinstitucional para la recuperación ambiental del Valle de Sogamoso¹. 1998. En el Valle de Sogamoso existen grandes depósitos de piedra caliza e industrias alfareras; están localizadas en los municipios de Nobsa y Tibasosa al norte del Valle.

En el aspecto ambiental, existe un alto grado de contaminación atmosférica por emisión de gases y material particulado, que según la Alcaldía y la Secretaría de

¹ GÓMEZ, Sandra y PINTO RIAÑO, Nubia Trabajo de grado en Administración Industrial. Publicado por Red de Desarrollo Sostenible de Colombia.

Salud, la contaminación por fuentes fijas se discrimina así: Acerías Paz del Río y Cementos Boyacá, el 19%; hornos de calizas el 28% y chircales el 53%.

El sector alfarero además de ser la principal causa de contaminación en la región, es insumo importante para la industria de la construcción y fuente importante de ingresos para muchas familias residentes en el área. El proceso de obtención de ladrillo se realiza de manera tradicional a base de hornos hechizos o fuego dormido, carentes de tecnologías de eficiencia productiva y con un alto impacto por deficiencia en la combustión del carbón, energético utilizado en el proceso.

Los niveles de emisiones por la quema del carbón en la zona son los siguientes:

Cuadro 1. Promedio de emisiones atmosféricas (1996)*

Partículas Ton /año	Monóxido de C Ton /año	Dióxido de C Ton /año	Dióxido de S Ton /año	Oxido de N Ton /año
678	3.940	1.690	1.318	216

Fuente: Proyecto: Reducción de la contaminación atmosférica mediante el cambio tecnológico en la actividad alfarera en el Valle de Sogamoso, Boyacá, Colombia.

* Estimadas de acuerdo al consumo de carbón.

Las enfermedades respiratorias son el problema de salud más importante del valle, siendo su causa principal, la elevada contaminación del aire. La misma fuente, para el año 1994, muestra en primer lugar de morbilidad, como consecuencia de las infecciones respiratorias agudas en el 57,3% de los casos.

En cuanto a la situación socioeconómica, se tiene que las ladrilleras son en su mayoría organizaciones familiares con bajo nivel educativo, precarias condiciones de salud y difícil acceso a servicios básicos. Esto condiciona a que los chircales sean un modelo económico de subsistencia y no de acumulación; los ingresos de estas familias ascienden a US\$1.475 /año. También cuentan con débiles esquemas de comercialización, falta de diversificación de productos y uso ineficiente de la energía.

La ineficiencia de los sistemas de combustión causan grandes consumos de carbón desperdiciando su potencial energético durante el proceso. Estos desperdicios del recurso pueden disminuirse considerablemente al mejorar los sistemas de combustión; sin embargo, la dificultad radica en la falta de voluntad por parte de los propietarios y en la informalidad del sector.

En la siguiente tabla se muestra las eficiencias energéticas de diversos hornos utilizados para la cocción del ladrillo (unidad de 7 Kg)

Cuadro 2. Eficiencia energética de hornos.

TIPO DE HORNO	Kcal/Kg	Kg carbon / und
Fuego dormido **	2.800	2.8
Colmena	1.400	1.4
Zigzag	500	0.5
Hoffman	450	0.45
Túnel	350	0.35

Fuente: Proyecto: Reducción de la contaminación atmosférica mediante el cambio tecnológico en la actividad alfarera en el Valle de Sogamoso, Boyacá, Colombia.

** Horno más utilizado en el Valle de Sogamoso.

La situación planteada condujo a la suscripción de un convenio interinstitucional para la recuperación ambiental de los sectores alfarero y calero del valle de Sogamoso. Forman parte de dicho convenio (9) instituciones oficiales del orden nacional, regional y local.

Con base en el estudio de sensibilización se identificaron diferentes alternativas, consistentes en la reubicación y la conformación de formas asociativas a través de las cuales se realice la implementación de tecnologías de producción más limpia, el mejoramiento de la eficiencia y diversificación de productos; el cambio de actividad económica mediante el desarrollo de procesos de capacitación.

En estas condiciones las instituciones integrantes del Convenio, consideran que la cooperación internacional debe orientarse hacia el diseño e implementación de alternativas ambiental, tecnológica, social y económicamente viables para las industrias alfarera y calera, incluida la diversificación de productos que pueden obtenerse.

La estrategia general consistió en generar una serie de alternativas de solución:

1. Mantener la situación actual en perjuicio del entorno incluyendo a los habitantes, debido a los problemas de orden social que puedan presentarse al iniciar procesos de transformación tecnológica.
2. Crear parques industriales cuyo giro corresponda al indicado para la zona, de acuerdo al Plan de Ordenamiento Territorial de la región, que diferencia zonas residenciales de las de explotación minera y de producción. Esta alternativa incluye reubicar industrias de acuerdo con los usos del suelo, y el cambio radical de tecnologías empleadas, por sistemas más eficientes como puede ser el uso de otro tipo de hornos en la actividad alfarera.
3. Mejorar las condiciones de las ladrilleras sin afectar su actividad, situación que ha detenido en varias ocasiones proyectos de mejoramiento tecnológico y ambiental. Esta opción presenta una solución intermedia entre las anteriores.

ACCIONES IMPLEMENTADAS

La segunda alternativa fue la seleccionada para mejorar la problemática de la región; los hornos de fuego dormido fueron sustituidos por los de tipo colmena. Este cambio ofrece algunos beneficios como la disminución del consumo de carbón y, por consiguiente, de las emisiones correspondientes. Sin embargo, estos hornos muestran una deficiencia que realmente solo utilizan 40% del total de la energía suministrada para la cocción del ladrillo, mientras que 50% queda en los gases de combustión.

La propuesta formulada por PROPEL apuntó a hacer una optimización en el uso de la energía en este tipo de hornos, mediante la recuperación de calor de los gases de combustión para el precalentamiento de aire primario y la regulación de la relación aire /combustible. Al regular el exceso de aire para que no sea superior a 100% y recuperar energía de los gases de combustión de tal forma que éstos salgan a una temperatura inferior a 120 °C, se consiguen ahorros hasta de 40% en el consumo de carbón. Así se obtiene una eficiencia de funcionamiento cercana a la del horno Zigzag con una inversión considerablemente menor.

RESULTADOS

El beneficio inmediato al cambiar un horno de Fuego Dormido por un tipo Colmena operado con recuperación de energía y regulación del exceso de aire, es la disminución en el consumo de carbón de 2.8 a 0.8 Kg carbón /unidad. Tomando como referencia la producción media anual actual se tiene una reducción considerable en el consumo de carbón al cambiar de horno:

Horno de Fuego Dormido:	14.063 Tn/año
Horno Colmena:	4.018 Tn/año

De los datos anteriores se obtiene una disminución de 70% en el consumo de carbón. Gracias al concepto de núcleos productivos es posible aumentar sensiblemente la producción, disminuyendo el impacto que puede tener la actividad alfarera en el medio ambiente por concepto de emisiones de gases y partículas.

Bajo este esquema las emisiones anuales provenientes de sistemas mejorados son:

Cuadro 3. Emisiones estimadas mejorando la eficiencia de combustión en hornos.

Partículas Ton /año	Monóxido de C Ton /año	Dióxido de C Ton /año	Dióxido de S Ton /año	Oxido de N Ton /año
34	160	1.446	53	36

Fuente: Proyecto: Reducción de la contaminación atmosférica mediante el cambio tecnológico en la actividad alfarera en el Valle de Sogamoso, Boyacá, Colombia.

CONCLUSIONES DEL PROYECTO

Dada la situación actual del Valle de Sogamoso, el de mayores índices de contaminación atmosférica en Colombia, resulta necesario el inicio de procesos de reconversión que permitan mejorar tanto la situación ambiental, como la eficiencia energética del sector alfarero.

Es primordial concebir dentro un proceso de reflexión y participación íntegro, en torno a la región, el Plan de Ordenamiento Territorial para el Valle de Sogamoso. La falta de planificación y manejo del proceso extractivo de la arcilla, genera procesos de degradación paisajística y de suelos. El POT debe mirar el área geográfica de acción del sector ladrillero como pieza estratégica con unidades de análisis como unidades productivas, tecnológicas con carácter de largo plazo y otras que se consideran importantes. Se recomienda el montaje de un SIG con variables pertinentes al Valle de Sogamoso, tales como áreas de explotación de arcilla, centros de producción, sistemas de transporte, flujos de energía entre otros.

5.2.2 Proyecto Piloto con los empresarios de Shambob (Sudán África) Año 1997.

Situación previa a la iniciativa

Shambob es un pueblo de escasos recursos económicos, con una población de 526 habitantes, donde dos de cada tres varones se dedican a la fabricación de ladrillos, un trabajo inestable y estacional. Mientras estos trabajadores conocían perfectamente su oficio, no tenían ningún tipo de formación empresarial.

La fabricación de ladrillos es una actividad económica muy importante en Sudán; esta actividad agrupa a 5.000 trabajadores sólo en la zona de Kassala. En su mayor parte se encuentran en manos de empresarios que poseen o arriendan la tierra; ellos se quedan con la mayor parte de los beneficios.

Tradicionalmente, los miembros de la tribu Beja residente en Shambob eran pastores u granjeros, pero, tras la sequía de 1985, se vieron obligados a buscar nuevas fuentes de ingreso, en este caso, la fabricación de ladrillos.

Establecimiento de prioridades.

Un estudio inicial señaló la producción de ladrillos como una actividad que ofrecía una buena oportunidad para actuar, por sus condicionantes energéticos y ambientales, de una importancia vital en esta región árida del noroeste de África

A través de la ONG ITDG del Reino Unido, se pudo llevar a cabo el proyecto piloto y se definió una línea básica de trabajo. Las prioridades del proyecto se definieron con la participación de los propios interesados y fueron las siguientes:

- Gestión directa de los trabajadores sobre las empresas
- Ahorro de costos gracias a una mayor eficiencia energética
- Aumento del precio y de la calidad del producto

Formulación de objetivos y estrategias

En esencia, el proyecto pretendía que los fabricantes artesanos de ladrillos se beneficiaran en mayor medida de su duro trabajo; pero para lograrlo debían estar organizados y gestionar su propia empresa. Por otro lado, descubrieron que podían ampliar su margen de beneficios mediante el ahorro energético y el aumento de la calidad del producto final; estas mejoras requerían un esfuerzo de investigación paralelo a las actividades de organización empresarial.

Movilización de recursos

Luego del establecimiento de la cooperativa, se obtuvo un crédito bancario. Dos elementos particulares del proyecto requerían apoyo externo: Los recursos humanos y financieros. El primero implicaba una formación profesional para los socios de la cooperativa, que les permitiera producir ladrillos de mayor calidad, vender mejor su producto, gestionar la cooperativa y negociar con bancos, autoridades locales y otras instituciones la concesión de créditos y ayudas financieras.

Se llevó a cabo una investigación para mejorar la eficiencia de los hornos, probar combustibles alternativos, incluyendo diversos tipos de residuos, así como nuevos métodos de moldeado de la arcilla. El aspecto financiero de estos proyectos se cubrió gracias a donaciones de instituciones como EC, GTZ y numerosos particulares, con la intermediación de ITDG.

El proceso

El proceso de formación profesional de los responsables de la cooperativa incluía gestión empresarial, legislación sobre cooperativas, evaluación de costos, contabilidad y mercadotecnia; el resto de los socios recibía formación para mejorar su capacidad técnica.

El acceso al crédito bancario no fue una labor sencilla y requirió una intensa presión por parte de ITDG y, finalmente, un aval de la organización. La cooperativa consiguió devolver el préstamo dentro del corto plazo otorgado.

Gran parte del trabajo investigador llevado a cabo junto a los socios de la cooperativa ha estado enfocado hacia el aumento de la eficiencia energética y la sustitución de la leña como combustible habitual de los hornos. En un primer intento, se probó a reemplazar los hornos tradicionales de abrazaderas por hornos abovedados alimentados por gasóleo, pero los resultados no fueron satisfactorios. Cambiar el tipo de combustible para alimentar los hornos tradicionales produjo mejores resultados; se estudió en profundidad el excremento de vaca, mezclado tradicionalmente con la arcilla de los ladrillos, pero no empleado para nada más, con el objetivo de optimizar su uso como combustible. Otro combustible analizado fue el bagazo, material de desecho de la industria local del azúcar y disponible en dos formas: Suelto o en briquetas. El resultado de estas investigaciones ha sido la sustitución del 50% del consumo de madera o leña, con la posibilidad de ampliar esta cifra hasta el 75%.

La calidad de los ladrillos producidos se ha visto incrementada gracias a un mejor proceso de moldeado y un secado más controlado. A nivel local, se han levantado un cierto número de estructuras para demostrar las ventajas del nuevo tipo de ladrillo que, gracias a su forma más regular, permite ahorrar en plazos de ejecución y cantidad de mortero empleado, lo que supone un ahorro global a pesar de que el costo del ladrillo sea superior.

Obtener los recursos financieros para mantener esta y otras cooperativas continua siendo el principal escollo.

Resultados Obtenidos

Después de tres años, los resultados obtenidos por el proyecto son los siguientes:

- Un aumento en los ingresos de los socios de la cooperativa de Shambob. Esto ha permitido que algunos socios pudieran mandar sus hijos a la escuela, pagar su seguro médico y hacer algunas mejoras a sus viviendas.
- Las mujeres están siendo aceptadas junto a los hombres en las cooperativas.
- Se ha construido un centro comunitario donde diversas instituciones proporcionan educación y formación profesional.
- Siguiendo el ejemplo de Shambob, se han organizado cooperativas en Kadugli y en Waggar.

- La cooperativa de Shambob está reconocida y tiene la capacidad de acceder a préstamos bancarios, al igual que la de Kadugli; también cuenta con apoyo considerable por parte de las autoridades para la formación y capacitación profesional.
- Al menos la mitad de la leña anteriormente empleada como combustible ha sido sustituida por materiales de desecho, especialmente bagazo, y es probable un aumento de estas cifras.
- Los ladrillos producidos tienen una forma más regular y están mejor cocidos, por lo que encuentran una buena salida al mercado; en la última estación, la producción y las ventas prácticamente triplicaron las del año anterior.

Sostenibilidad

Hasta el momento, el proyecto ha demostrado que es posible reemplazar la mitad y hasta un 75% de la leña empleada por bagazo, un subproducto de la industria del azúcar.

Lecciones aprendidas

- Los trabajadores cualificados pueden gestionar y dirigir sus propias empresas, viendo incrementarse sus ingresos de forma considerable, siempre que se cuenta con servicios de desarrollo empresarial
- No hay grandes cambios en los procesos productivos y el mercado mantiene un clima favorable.
- Obtener el apoyo necesario es importante, y en este caso particular existían experiencias de apoyo a otros sectores económicos como el procesado de alimentos y el de transporte.
- La experiencia previa de ITDG demuestra que es más complicado lanzar nuevas empresas que fabricar productos innovadores con los que no están familiarizados los trabajadores, sin un mercado definido o con unas técnicas de producción que han cambiado drásticamente.
- También se encuentran problemas donde los competidores muestran una actitud agresiva ante los recién llegados.
- Es importante implicar a los productores en el proceso de investigación para mejorar la calidad de los productos.
- El conocimiento y los recursos locales son activos importantes que necesitan ser alimentados y sostenidos antes que rechazarlos a favor de tecnologías ajenas al lugar.
- Existe un gran potencial para el uso de materiales de desecho como combustible en el cocido de ladrillos, con posibilidad de reducir la presión sobre los recursos madereros.

- Los materiales de desecho suelen ser combustibles más baratos que la madera y este hecho, junto a la mayor eficiencia energética, permite mejorar la viabilidad económica de las empresas.

Transferibilidad

La iniciativa de Shambob ya ha sido replicada en otras dos poblaciones del este de Sudán: en Kadugli y en Waggar. Ambas cooperativas están funcionando satisfactoriamente. El principal escollo puede encontrarse en la financiación externa requerida, especialmente para la formación profesional. El proyecto es relativamente joven; sus resultados están dándose a conocer en otros países.

6. RESULTADOS

6.1. ESTADO ACTUAL EN CUANTO AL USO DE LA LEÑA PARA LA PRODUCCIÓN DE CAL Y LADRILLO DEL MUNICIPIO DE SAN FRANCISCO.

Figura 3. Quema de leña en hornos productores de cal y ladrillo



6.2 INDUSTRIA LADRILLERA

La industria alfarera del Municipio de San Francisco, se caracteriza por ser artesanal y una actividad de subsistencia, donde la fuerza de trabajo la aporta en un mayor porcentaje la familia y otro porcentaje de mano de obra, utiliza los jornales para cumplir con las labores de trabajo.

San Francisco cuenta con 4 ladrilleras, que genera 24 empleos directos, beneficiando aproximadamente a 72 personas. La mano de obra, desarrollan actividades en el proceso de fabricación que van desde la extracción y selección de la materia prima hasta el quemado para obtener el producto final. La siguiente tabla muestra la producción de ladrillo dentro del municipio de San Francisco; se incluyen los hornos de cal que también queman ladrillo.

Cuadro 4. Producción anual de ladrillo quemado.

PROPIETARIO	No. HORNOS	PRODUCCIÓN ANUAL	QUEMAS POR AÑO
ANTONIO MENESES	1	24.000	6
ARNULFO ROSERO	1	48.000	6
CAMILO ORTIZ	1	24.000	6
MANUEL DELGADO	1	130.000	24
GUILLERMO GOMEZ	1	10.000	2
EZEQUIEL BOTINA *	1	119.000	12
CARLOS VIVAS *	1	60.000	12
TOTAL	7	415.000	

Fuente. Estudio Ajustes EOT municipio de San Francisco Putumayo/2002

PROCESO ACTUAL PARA LA FABRICACIÓN DEL LADRILLO

- **Extracción y selección de la materia prima;** El 100% de las alfarerías extraen y seleccionan su materia prima de una manera empírica sin ningún método adecuado de explotación, utilizan herramientas como picas, palas y carretas que sirven para transportar el material hasta el sitio de molido. De esta actividad, se subraya que la extracción del barro a pica y pala, representa un sobre esfuerzo considerable para el alfarero.
- **Proceso de la materia prima;** Las alfarerías utilizan bestias (caballos) para homogeneizar y dar plasticidad al barro, para su posterior moldeo.
- **Procesos de moldeo;** Dos de las cuatro alfarerías, elaboran el adobe de forma manual utilizando moldes metálicos o de madera y una mesa, las dos restantes utilizan procesos mecánicos de primer orden, con extrusoras artesanales, que generan mayores rendimientos en la producción.
- **Secado;** El proceso de secado en la región se complica un poco, ya que las condiciones climáticas de la región son de carácter húmedo y frío; Los chircales construyen un galpón con cubiertas en teja de barro, zinc o plástico para almacenar el producto semi terminado.
- **Quema;** El 100% de los alfareros vienen utilizando la leña de bosque como material de combustión en el quemado de ladrillo, provocando una deforestación promedio para los 4 municipios de 9 Hectáreas /mes que corresponden a 108 hectáreas al año.

El propietario de cada fábrica de ladrillo, se encarga de administrar sus recursos y distribuir el producto terminado dentro del Valle de Sibundoy. El nivel de vida de los Propietarios o arrendatarios de cada ladrillera, se puede describir como medio-bajo, ya que cada uno posee los recursos necesarios para la subsistencia; en cambio sus obreros, en su mayoría presentan un nivel de vida bajo. Algunos aun

son analfabetas; razón por la cual también son una población a tener en cuenta para futuros proyectos de beneficio social.

INDUSTRIA CALERA

En San Francisco existen 12 industriales que se dedican a la quema de caliza. Todos los hornos trabajan y producen la cal de forma artesanal, utilizando la ayuda de su familia y complementan con la mano de obra contratada por días o semanas.

La producción de cal, se considera como el renglón de actividad industrial más importante del municipio, cuya materia prima se explota en las canteras de calizas ubicada en el sitio denominado Chorlaví (km. 6 vía San Francisco – Mocoa) y en el lecho de la subcuenca Saladoyaco y cuenca alta del río Putumayo.

La comercialización de la cal se realiza en un 85 % en el departamento de Nariño y el 15% en el mercado del Valle de Sibundoy; este producto no ha podido ingresar al mercado del medio y bajo Putumayo debido a las restricciones legales por ser considerado un precursor químico en la elaboración de base de coca. La siguiente tabla muestra los volúmenes de producción de ca

Cuadro 5. Producción Anual De Cal.

PROPIETARIO	No. HORNOS	PRODUCCIÓN TON/AÑO	VALOR TON \$	VALOR TOTAL	QUEMAS POR AÑO
HERALDO ORTIZ	1	984	42.500	41.820.000	12
BOLIVAR BRAVO	1	1200	42.500	51.000.000	12
ANTONIO MENESES	1	510	42.500	21.675.000	6
ARNULFO ROSERO	1	240	42.500	10.200.000	6
CAMILO ORTIZ	2	420	42.500	17.850.000	6
MARCOS CARLOSAMA	1	300	42.500	12.750.000	6
MILTON ORTIZ	1	960	42.500	40.800.000	12
LUIS MAYORAL	4	210	42.500	8.925.000	4
TOTAL	12	4.824		205.020.000	64

Fuente. Estudio ajustes EOT. Municipio de San Francisco. Año 2002

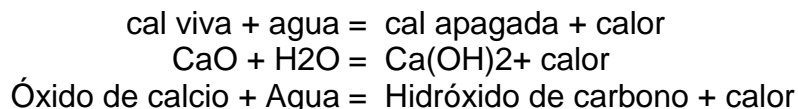
La cal viva se obtiene por calcinación de la piedra caliza en hornos especiales, donde se le somete a temperaturas cercanas a los 1000 °C, provocando la siguiente reacción:

$$\text{piedra caliza} + \text{calor} = \text{gas carbónico} + \text{cal viva}$$

$$\text{CaCO}_3 + \text{calor} = \text{CO}_2 + \text{CaO}$$

$$\text{Carbonato de calcio} + \text{calor} = \text{Anhídrido carbónico} + \text{Óxido de calcio}$$

De la cal viva, mezclada con agua, se obtiene la cal apagada (o cal hidratada, que es hidróxido de carbono Ca(OH)_2):



6.3. IDENTIFICACIÓN DE LOS POSIBLES COMBUSTIBLES ALTERNATIVOS

6.3.1 Carbón Mineral. Colombia dispone de grandes y muy diversos recursos minerales. El carbón constituye el recurso energético más importante tanto por su producción como por el volumen exportado, que hace de Colombia uno de los primeros países del sector.

La producción de carbón ha crecido notablemente con el descubrimiento de nuevos yacimientos situados en la península de la Guajira y en zonas vecinas del César. Es un carbón de alta calidad con gran poder calorífico, apto para la producción de energía y con bajo contenido en cenizas. Las reservas de carbón se estiman en 6.637 millones de toneladas métricas y las comprobadas ascienden a 1.831 millones.

El carbón es un combustible orgánico no homogéneo, el cual se originó a partir de los restos en descomposición de materia vegetal. Es el combustible fósil más utilizado en la generación de vapor, por su amplia disponibilidad y bajo costo. Provee más de un cuarto de las necesidades energéticas del mundo, y sus reservas exceden a las reservas de gas y petróleo.

Sin embargo la contaminación atmosférica producida por el empleo del carbón mineral es grave; efectivamente, hoy en día sabemos que la quema de carbón mineral en bruto arroja a la atmósfera cantidades considerables de azufre, el cual produce lluvia ácida y contamina el ciclo del agua, por no hablar del efecto invernadero provocado por el dióxido de carbono.

El masivo empleo del carbón como fuente calorífica en el mundo y en Colombia, ha permitido depurar el combustible con base en tratamientos preliminares que ayudan a eliminar impurezas y elementos altamente contaminantes; obteniéndose finalmente un producto con altas posibilidades de uso como el carbón mineral tipo coque y semicoque.

El char o coque es la masa residual con alto contenido de carbono, poco oxígeno e hidrógeno y que contiene aún algo de nitrógeno, azufre y la mayor parte de la materia mineral que queda después de la liberación de los volátiles presentes en el carbón².

Recientes investigaciones incluyen procesos de depuración biológica para eliminar

² ECOCARBÓN, Hornos Ladrilleros a Carbón. Carbón. 1998. Pág 21

agentes volátiles altamente contaminantes. Por otra parte en el proceso de control en la emisión de humo y gases contaminantes, la tecnología ha permitido controlar las emisiones contaminantes en más del 40% con chimeneas sencillas equipadas con precipitador de partículas.

6.3.2 Otros Combustibles Alternativos. Países del entorno europeo, cuentan con una media de 13% de sustitución de combustibles tradicionales por alternativos. En España, el sector cementero utilizó en el año 2000, unas 40.000 Tn de combustibles alternativos, es decir 1.19 % del consumo térmico de los hornos clinker. Entre los combustibles más utilizados están los neumáticos utilizados, aceites usados, disolventes y residuos de la madera, etc.

A continuación haremos una breve descripción de combustibles alternativos más empleados para generación de energía térmica.³

BIOMASA LEÑOSA: Se utiliza como combustible en hornos cerámicos para la fabricación de ladrillos. La combustión contempla una serie de pérdidas que reducen su rendimiento hasta un valor medio que ronda el 80%. En nuestra región los aserrines que produce la actividad maderera no son representativos, por eso no son una fuente a tener en cuenta⁴.

ACEITE RECICLADO: El aceite usado por los autos es un residuo tóxico. Por lo que al ser reciclado y empleado como combustible es eliminado. El precio de este producto es más bajo que cualquiera de los otros combustibles, es un combustible autorizado por el Instituto Nacional de Ecología de México, no arroja humo, no es explosivo y su empleo es muy sencillo. El único inconveniente en nuestra región es las bajas reservas de aceite, ya que para implementar esta tecnología es necesario una cantidad considerable e instalaciones de inyectores de propulsión mecánica, eléctrica o manual para su operación, aparte del dispositivo de almacenamiento.⁵

GAS NATURAL: La aceptación del gas natural como sustituto de los combustibles tradicionales; se trata de un gas limpio, sin azufre, con alto poder calorífico, de muy fácil manejo, poco contaminante y que no exige instalaciones de almacenamiento. La única desventaja son los costos de la construcción de miles de kilómetros de gasoductos para su distribución y una total adecuación de hornos y calderas.⁶

LLANTAS USADAS: Los antecedentes más próximos hacen referencia al empleo en ladrilleras de la ciudad de Saltillo (México), donde hace más de 100

³ COMBUSTIBLES ALTERNATIVOS, www.oficem.com.

⁴ BIOMASA LEÑOSA, www.macondo.cps.unizar.es . .

⁵ EXPERIENCIAS ANTERIORES. Proyecto Ladrilleras. México. www.upme.gov.co:

⁶ COMBUSTIBLES ALTERNATIVOS, Op. cit p.6

años se fabrican ladrillos y losetas de barro por métodos artesanales y empleando originalmente leña como combustible; el empleo de llantas en los hornos aunque está prohibido, no se ha logrado erradicar completamente, a pesar de la altísima contaminación, que según estudios de la EPA de EE.UU, la quema de llantas en estos hornos es muy similar a la quema a cielo abierto y en estos casos la emisión de partículas sólidas llega al 10% de lo quemado, lo que presume que en Saltillo se pueden estar emitiendo hasta 400Toneladas por mes de partículas sólidas al aire.

Por otro lado, las emisiones contienen hasta 80 compuestos peligrosos de los cuales 25 son o se sospecha son cancerígenos. Un elemento adicional de alarma es que estas emisiones son altamente mutagénicas (80.000 veces más que los hornos que queman con gas natural).

Dentro de los elementos que han impedido el cambio a otras tecnologías es el bajo nivel cultural y educativo de los ladrilleros, las costumbres, ciertos tabúes y una cultura de no pago a los programas gubernamentales.

La solución más adecuada planteada para esta región y para evitar la alta contaminación es el uso de hornos a base de gas y construido con materiales aislantes como se propuso en 1993, sin embargo el alto costo de la inversión inicial y el alto costo del combustible hacen que esta opción no pueda ser aplicada en Saltillo. Estudios realizados por autoridades locales dieron como resultado el diseño de un sistema de combustión a base de aceite automotriz de desecho, con lo que se logra una disminución de las emisiones contaminantes del orden del 90%, pero su principal ventaja es la eliminación del residuo en si mismo. Sin embargo en la región del Valle de sibundoy, el empleo de este combustible es poco viable en razón a la escasez de la materia prima.⁷

En la siguiente tabla se muestra una comparación de costos y rendimientos entre combustibles de leña y aceite quemado, adaptada a precios de hoy para nuestra Región por el equipo consultor.

Cuadro 6. Consumos y costos comparativos entre algunos combustibles.

COMBUSTIBLE	No LADRILLOS QUEMADOS	CONSUMO DE COMBUSTIBLE	GASTO EN COMBUSTIBLE POR QUEMA	COSTO POR LADRILLO en \$
Aceite reciclado	7.000	400 litros	\$160.000	22.8
Leña	7.000	24 m3	\$408.000	58.28
Carbón mineral	7.000	1.17 Ton	\$107.640	15.37
Biomasa leñosa	7.000	1.33 Ton	\$144.750	20.68

Fuente: proyecto: Gestión interinstitucional para la recuperación ambiental del Valle de Sogamoso. Horneros de San Francisco, páginas web: www.macondo.cps.unizar.es, www.umpe.gov.co, PROYECTO LADRILLERAS (Ojocaliente y Fresnillo México), INE (Instituto Nal de Ecología de México).

⁷ EXPERIENCIAS ANTERIORES., Op. cit. 3

Cuadro 7. Poder calorífico de algunos materiales.

MATERIAL	PODER CALORÍFICO (KJ/Kg)
Gas natural	48000
Plásticos	46000
Fuel-oil	44000
Hulla	29000
Madera y papel	18000

Fuente: pág web: www.anape.es/envasar.htm

Con esta información, se han elaborado matrices DOFA para seleccionar el combustible más favorable para el proyecto. A continuación se describen las diferentes matrices:

Cuadro 8. Matriz DOFA para combustibles alternativos

COMBUSTIBLE	DEBILIDADES	FORTALEZAS	OPORTUNIDADES	AMENAZAS
EPS: POLIESTIRENO EXPANDIDO	<ul style="list-style-type: none"> • Necesidad de clasificación. • Tratamiento del material. • No es fácil de conseguir en grandes cantidades. • No hay materia prima suficiente para abastecer el consumo. • Tiene un mayor valor agregado en otros usos. • Necesita realizar el control ambiental por medio de filtros. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tiene un bajo costo de compra. • Tiene un bajo impacto ambiental. • Tiene una alta capacidad calorífica 4742 Kilocal/kg . • Es un material reciclable. • Es liviano para su transporte y manipulación. • Su elaboración genera trabajos extra. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se puede gestionar su recolección con la empresa de residuos sólidos. • Tiene bajo riesgo de almacenamiento 	<ul style="list-style-type: none"> • Poca oferta en el mercado. • Desconocimiento de la aplicación del material.
BIOMASA	<ul style="list-style-type: none"> • Alta inversión inicial tanto en infraestructura como en costos de operación. • Con la materia prima se elaboran otros productos. • Se afecta con la humedad 	<ul style="list-style-type: none"> • Bajo costo de compra de la materia prima. • Producción mas limpia. • Es rentable a largo plazo. • Tiene una alta capacidad calorífica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Disponibilidad actual de los desperdicios orgánicos generados por el sector primario. 	<ul style="list-style-type: none"> • Riesgo en el almacenamiento por posibles problemas de infestación con insectos o roedores.
ACEITE QUEMADO	<ul style="list-style-type: none"> • Necesita Almacenamiento y manejo del material. • Se requiere hacer una capacitación técnica para los operarios. • Es de difícil combustión. • Difícil consecución de materia prima • Alta inversión inicial (quemadores, impulsor de aire, bomba de alimentación) 	<ul style="list-style-type: none"> • Bajo costo de compra. • Disminuye la contaminación. • Tiene un alto poder calorífico. • Reduce la cantidad de efectos nocivos para el operario. 	<ul style="list-style-type: none"> • Esta entre los combustibles autorizados por instituciones nacionales e internacionales en ecología. • Es un producto de reciclaje. 	<ul style="list-style-type: none"> • Almacenamiento por ser un material líquido ocupa mucho espacio.

Cuadro 9. Matriz DOFA para carbón mineral

DEBILIDADES	FORTALEZAS	OPORTUNIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> ❑ En el proceso de combustión, se generan escorias, inquemados y otros remanentes como la ceniza, la cual reduce el poder calorífico y la eficiencia de los hornos. ❑ Requiere de filtros para el control de partículas y gases contaminantes. ❑ El carbón requiere de limpieza superficial para eliminar impurezas pesadas toxicas en la combustión. ❑ El carbón requiere de proveedores seleccionados que puedan garantizar el producto con base en ensayos físico químicos. ❑ La exposición del carbón a condiciones atmosféricas prevalecientes (humedad y temperatura) puede causar un deterioro en su calidad. ❑ 	<ul style="list-style-type: none"> ❑ El poder calorífico puede estar entre 6000 y 7000 Kcal/Kg, permite un mejor cocimiento, obteniéndose un producto de mejor color, textura, temperatura y resistencia que supera el resultado de otros combustibles. ❑ El país cuenta con variedad de proveedores del combustible favorables a nuestra Región, que garantizan su fácil adquisición. ❑ Sus reservas exceden a las disponibles del gas y petróleo. ❑ Alto rendimiento en la producción a un bajo costo. ❑ El tiempo de quema y enfriamiento, es 4 veces menor al de combustibles orgánicos. ❑ Su condición de agregado, Facilita el almacenamiento a un bajo costo. ❑ El calor perdido en los humos es de solo 268 Kcal/und de combustible 	<ul style="list-style-type: none"> ❑ Existen experiencias regionales en el departamento de Nariño y Cauca, las cuales se pueden recoger para mejorar su implementación. ❑ Existen investigaciones para el control de emisiones en tecnologías de preproducción, producción y postproducción limpia; proyectos que apuntan a minimizar impactos ambientales. ❑ Existen otras actividades dentro de la Región que al igual que la alfarería y quema de cal, requieren carbón mineral como las secadoras de frijol, la quema de residuos peligrosos en la planta de reciclaje, los hornos de fundición de hierro, aluminio y cobre en Santiago. 	<ul style="list-style-type: none"> ❑ Origina gases que contaminan el ambiente y resultan tóxicos para el hombre como: <ul style="list-style-type: none"> • Los óxidos de azufre • Óxido de nitrógeno • Compuestos orgánicos • Monóxido de carbonos. ❑ Las emisiones no controladas generan lluvias ácidas y afectan la salud (ERA). ❑ La falta de conocimiento acerca del carbón mineral, crea en la gente cierta incredulidad que junto a la barrera cultural originada por la leña, crea un ambiente cerrado.

Cuadro 10. Matriz DOFA para Fuel-Oil

DEBILIDADES	FORTALEZAS	OPORTUNIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> • Necesita depósito de almacenamiento • Necesita dispositivo de bombeo • Necesita consumo de vapor para el precalentamiento de tuberías, inyección en mecheros de combustión. • El calor perdido en los humos es alto, asciende a 536 Kilocal/und combustión (asumiendo una T° interna de horno = 800°C.) • Capacitación técnica en mantenimiento y operación de equipos y seguridad industrial. • Alto costo (\$3.150 gal) • No se cuenta con el combustible en el mercado Regional. • No se conoce en la Región, es una tecnología desconocida en el medio. 	<ul style="list-style-type: none"> • Combustible limpio (sin azufre), poco contaminante. • Alto poder calorífico (4.400 Kilocal/und) • Fácil operación • No hay remanentes que evacuar. • Facilita mantenimiento de hornos por ausencia de incrustaciones. • Facilita el control de la T° interna y del proceso de combustión. 	<ul style="list-style-type: none"> • Es una tecnología nueva con alternativas de producción limpia 	<ul style="list-style-type: none"> • Inflamable • Riesgos en el transporte, almacenamiento y manejo

Cuadro 11. Matriz DOFA para gas metano

DEBILIDADES	FORTALEZAS	OPORTUNIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> • Necesita depósito de almacenamiento • Capacitación técnica en mantenimiento y operación de equipos y seguridad industrial. • Alto costo (\$21.500 Cil de 40 lbs) • Transporte es costoso. Se necesita disponer de un carrotanque para abastece a los hornos. • Necesita de control de temperatura y proceso de combustión para evitar la extra-cocción del ladrillo y la cal. • Necesita quemadores, un compresor y una bomba de alimentación del combustible. • Calor perdido en los humos es de 578 Kcal/und de combustible 	<ul style="list-style-type: none"> • Combustible relativamente económico. • Combustible limpio (sin azufre), poco contaminante. • Alto poder calorífico (9.000 a 9.500 Kilocal/m3) • No hay remanentes que evacuar. • Facilita mantenimiento de hornos por ausencia de incrustaciones y escorias 	<ul style="list-style-type: none"> • Es una tecnología nueva con alternativas de producción limpia • Condiciones óptimas de funcionamiento en hornos. • 1 Kcal gas nat = 0.99 Kcal carbón min. = 0.99 Kcal fuel-oil. Entonces su precio equivale al 99% de los otros combustibles. La desventaja se encuentra en el transporte 	<ul style="list-style-type: none"> • Combustible altamente peligroso, peligroso e Inflamable • Riesgos en el transporte, almacenamiento y manejo

Cuadro 12. Análisis comparativo de los sistemas de combustión

SISTEMA	ORGÁNICOS			ARBÓN MINERAL			FUEL -OIL			PEITE QUEMADO			GAS METANO		
	ALTO	MEDIO	BAJO	ALTO	MEDIO	BAJO	ALTO	MEDIO	BAJO	ALTO	MEDIO	BAJO	ALTO	MEDIO	BAJO
CONCEPTO															
VIABILIDAD ECONÓMICA															
VIABILIDAD TÉCNICA															
Impacto Social															
Impacto Ambiental															
Tiempo de quema (7.000 ladrillos)	72 roo					24 roo				22 hor			36 hor		18 hor
Costo Operativo Sistema (quema)	\$ 544,008					\$ 125,640			\$ 168,570			\$ 177,600		\$ 163,250	
Costo unitario por ladrillo quemado	\$ 58.28					\$ 15.37			\$ 21.51			\$ 22.80		\$ 20.75	
Rentabilidad															
No. Total Jornales para quemar 7.000 ladrillos	6					2				2			2		2
Esfuerzo Físico															
Poder calorífico Kcal/und combust			4.306	6.938				4.400			4.554		9.500		
Calor perdido en los humos (pérdidas) Kcal/und					268			536		609			578		
combustible seleccionado															

NOTA:

El combustible seleccionado es el carbón mineral

El carbón mineral, es el combustible que más ventajas comparativas presenta, sin embargo, se establece dentro de esta consultoría, que hay necesidad de construir chimeneas eficientes para que la implementación del combustible sea óptima.

6.4 PARÁMETROS EN EL DISEÑO DE HORNOS

Gran parte del trabajo investigador llevado a cabo junto a los socios de la cooperativa, ha estado enfocado hacia el aumento de la eficiencia energética y la sustitución de la leña como combustible habitual de los hornos.

Luego de haber seleccionado el combustible de operación en los hornos tanto para quema de ladrillo como de la caliza, enfocamos nuestro trabajo hacia un diseño eficiente.

La investigación para mejorar la eficiencia de los hornos, se basa en dos ejes estructurales que resuelven el problema, el primero es buscar el aprovechamiento máximo de la energía calorífica generada dentro de un horno, el segundo aspecto es, la disminución de pérdidas y aprovechamiento del calor que se dispersa en las emisiones de humos. Así, la calidad del ladrillo esta en función de varias variables que tienen que ser resueltas dentro de todo el proceso de manufactura y quemado; entonces queda el precedente de que se hace necesario trabajar en nuevos métodos de moldeado de la arcilla.

Figura 4. Propuesta construcción horno colmena-cocción de ladrillo



6.4.1 Hornos para quema de ladrillo

ACCIONES PARA EL APROVECHAMIENTO MÁXIMO DE LA ENERGÍA CALORÍFICA

Primer axioma: La energía necesaria para encender o prender un horno, es

similar en un horno de poca o mayor capacidad.

De aquí se concluye que un horno necesita más de un hogar para poder reducir el tiempo de encendido.

Segundo axioma: La concentración de la energía calorífica se logra mediante superficies geométricas, sólidas, que favorezcan la reflexión de ondas electromagnéticas - caloríficas.

La figura geométrica de bóvedas o semi-bóvedas, resuelve este problema, al facilitar la dispersión del calor por todo el horno.

CALCULO DE LA EFICIENCIA

El estado energético del horno se puede diagnosticar conociendo su eficiencia, la cual cuantifica la porción de energía del combustible realmente aprovechable en el proceso.

EFICIENCIA (N):

$$N = \frac{E_u \times 100\%}{E_c} \quad \text{donde :} \quad \begin{array}{l} E_u: \text{ Energía útil} \\ E_c: \text{ Energía Combustible} \end{array}$$

$$\text{Por lo tanto } E_c = M_c \times \text{PCS} \quad \text{donde:} \quad \begin{array}{l} M_c: \text{ flujo del combustible Kg/s} \\ \text{PCS: Poder calorífico (carbón)} \end{array}$$

$$E_u = E_s + E_r \quad \text{donde:} \quad \begin{array}{l} E_s: \text{ Energía para secar obra húmeda} \\ E_s = m \times h \quad (h = 2200\text{KW}) \end{array}$$

$$\text{donde :} \quad m = \text{Flujo de masa evaporada}$$

$$E_r = \text{Energía de transformación química} \\ 0 \text{ calor de reacción} = 80 \text{ Kcal/ Kg obra}$$

DATOS: 6.000 ladrillos se quemarían en 24 horas con 1000 Kg de carbón, por lo tanto el cálculo del flujo del combustible es:

$$M_c = 1000 / 24 = 1000 / 1440 = 0.69 \text{ Kg /sg}$$

$$\text{PCS} = \text{Poder calorífico (Carbón de Cundinamarca)} = 7.330 \text{ Kcal / Kg carbón}$$

$$\Rightarrow E_c = M_c \times \text{PCS} \Rightarrow E_c = 0.69 \text{ Kg/s} \times 7.330 \text{ Kcal/Kg}$$

$$\Rightarrow E_c = 5057.7 \text{ Kcal /s} = 5057.7 \times 4.18 = 21.099,38 \text{ Kjulios}$$

⇒ Para el cálculo de la energía para secar la obra húmeda donde el peso del ladrillo Húmedo es de 6.4 Kg y el peso del ladrillo ya quemado es de 4.4 Kg, entonces la masa evaporada es de 2 Kg, donde:

$$E_u = E_s + E_r \Rightarrow E_s = m \cdot x_h = 2 \times 2200 \text{ KJ/Kg} = 4400 \text{ KJulios}$$

$$\begin{aligned} E_r &= 80 \text{ Kcal / Kobra cocida} = 80 \times 4.18 = 334.4 \text{ KJulios} \\ \Rightarrow E_u &= 4400 + 334.4 = 4734 \text{ KJulios} \end{aligned}$$

Por lo tanto la **eficiencia** calculada para los hornos en diseño es:

$$E = \frac{E_u \times 100\%}{E_c} = \frac{4734 \times 100}{21099.38} \Rightarrow E = 22.43 \%$$

La eficiencia de los hornos puede variar desde un valor del 60%, en hornos de quema rápida, tipo túnel, en el sector cerámico, hasta un valor del 20% en hornos de operación discontinua en el sector ladrillero, por lo cual la eficiencia calculada se encuentra dentro del rango permitido para el horno diseñado.

CALCULO DE PERDIDAS DE ENERGÍA

Las pérdidas de energía se deben al flujo de energía contenida en gases que se escapan por la chimenea, a la que se pierde en las paredes y, debido a los in quemados.

Las pérdidas totales en hornos dependen mucho del tipo de horno, la calidad del aislamiento y del tipo de quemador. Ellas pueden alcanzar valores que varían entre un 40% y un 80% del total de la energía aportada.

$$\text{Pérdidas de energía} = P$$

$$\Rightarrow P = E_g + E_w + E_i \quad \text{donde } E_g = \text{Pérdida de energía por chimenea}$$

$$E_w = \text{Pérdida de energía por paredes}$$

$$E_i = \text{Pérdida por in quemados}$$

Para cálculo de la pérdida de energía por chimenea se tiene en cuenta el porcentaje de CO₂ en los gases emitidos, el cual esta estimado en los hornos para quema de ladrillo con carbón en un 13%, así mismo la temperatura del gas de la chimenea a 200 °C , ósea a 417 ° F .

La pérdida por chimenea se estima en 13%. Dato obtenido a partir de la relación: eficiencia de la combustión vs el porcentaje de CO₂ y la temperatura de la chimenea.

Las pérdidas por paredes se estiman en 33%. Dato obtenido a partir de la relación entre los tiempos de operación que estaría en 24 horas, el espesor de la pared que estaría en 50 cm y las características físicas del material en la difusividad térmica del material que esta para el ladrillo en $0.00005 \text{ m}^{2/s}$; teniendo en cuenta que el horno es discontinuo.

La presencia de inquemados en los productos de combustión, representa una porción de combustible no quemado, por lo tanto es energía que dejo de suministrar al proceso. **Este porcentaje de pérdidas se estima que estaría en un 4% .**

Por lo tanto la pérdida de energía en el proceso de operación del horno esta calculado aproximadamente en:

$$P = P_g + P_w + P_i = 13 + 33 + 4 = 50\%$$

Como se dijo anteriormente, las pérdidas totales en hornos dependen mucho del tipo de horno, la calidad del aislamiento y del tipo de quemador. Ellas pueden alcanzar valores que varían entre un 40% y un 80% del total de la energía aportada. De aquí se concluye que las pérdidas calculadas en nuestro horno se consideran moderadas a bajas.⁸

ACCIONES PARA LA REDUCCIÓN DE PERDIDAS

De acuerdo al nuevo sistema de combustión que se adoptara en la industria ladrillera, es necesario reducir las pérdidas teniendo en cuenta lo siguiente:

- Operar los hornos a plena carga y producción
- Aislar adecuadamente las paredes de los hornos
- Precalentar el aire de combustión
- Evitar al máximo que el calor salga del horno
- Mantener la materia prima en zonas aireadas y cubiertas
- Adecuar un sistema de drenaje de aguas lluvias
- Cubrir el horno con un sistema de cubierta, evitando que las paredes se humedezcan

⁸ Los cálculos de pérdidas de energía y eficiencia en hornos para ladrillos, se han basado en procedimientos y tablas del libro: HORNOS LADRILLEROS A CARBÓN, editado por ECOCARBÓN. y el Centro de Investigaciones para el Desarrollo Integral CIDI de la Universidad Pontificia Bolivariana. Medellín Colombia. 1998

EJES ESTRUCTURALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE HORNOS PARA LA QUEMA DE LADRILLO

- ✓ **Diseño Básico:** El horno tiene un diseño bicamara bajo estructura de semi-bóvedas. La cámara de combustión o quemado y la cámara de bizcochado o secado. Posee dos orificios en la parte superior para la evacuación de vapor de agua durante las primeras dos horas de quema, para luego ser selladas.
- ✓ La cámara de secado se ha acondicionado de forma tal que se pueda aprovechar hasta el 70% de la energía calorífica que sale en los humos. Se distribuye desde la cámara de combustión a través de una pequeña abertura que comunica a las dos cámaras y a través del emparrillado por el piso del horno.
- ✓ **Alimentación del horno.** Se ha provisto diez hogares distribuidos en cinco de cada lado, con el propósito de disminuir el tiempo de encendido full.
- ✓ **Aire de combustión.** La distribución del aire se hace por las recamaras ubicadas debajo de los hogares y a través de todo el emparrillado ubicado a lo largo de la cámara de combustión.
- ✓ **Armado del horno:** Una vez armado el emparrillado, se dispone un armado o cargue con una separación mínima de 2 cm entre cada ladrillo, con el propósito de permitir el paso del calor y una cocción regular del ladrillo. .
- ✓ **Chimenea:** Para el control de la emisión de gases, se ha provisto el horno de una chimenea similar a la empleada en los hornos para quema de caliza. Esta chimenea consta de un precipitador de partículas y un filtro en lana de vidrio, que ayuda a controlar las partículas sólidas.

6.4.2 Hornos para quema de caliza. La producción de cal en el municipio de San Francisco, es una actividad artesanal, con más de 70 años de tradición, bajo un modelo económico de subsistencia y no de acumulación. Con un diseño simple pero eficiente, los horneros de San Francisco, producen desde hace décadas, la cal suficiente para abastecer los mercados de Nariño y Putumayo. La elaboración artesanal de la cal es heredera de conocimientos ancestrales, ha sido suficiente para responder a las necesidades inmediatas de la Región.

Por las anteriores razones, la producción de cal no puede transformarse de forma vertical, de la noche a la mañana, en un proceso industrial, se hace necesario un proceso de transición técnica y cultural para llegar hasta el punto de producción industrial, pues los horneros no tienen cultura de producción asociativa, ni mucho menos industrial. Sus principales problemas radican en los débiles esquemas de comercialización, la falta de diversificación de productos y la ineficiencia de los sistemas de combustión que causan grandes consumos de leña y dejan poco

margen de utilidad a los horneros; **con base en estos antecedentes, se plantea una línea básica de trabajo que consiste en mejorar los hornos actuales y sustituir la leña por otro combustible**, de modo que permitan un ahorro energético importante, y ser una solución técnica viable y, económicamente aceptable.

Para el diseño de los hornos de cal, se tiene en cuenta el **aislamiento térmico**. Una construcción bien aislada reduce el consumo de energía con lo cual reduce las pérdidas de energía y desde luego las emisiones de dióxido de carbono que se produce durante la combustión. Estas emisiones de dióxido de carbono son las causantes del "Efecto Invernadero" que tanto preocupa en la actualidad al mundo.

EJES ESTRUCTURALES PARA LA MODIFICACIÓN DE HORNOS EN LA QUEMA DE CALIZA.

AISLAMIENTO TÉRMICO: El aislamiento térmico se consigue agregando a la estructura cilíndrica de mampostería en ladrillo, una capa de vidrio picado con un espesor no inferior a 10 cm, el cual va rodeado con una malla vena que permite su fijación; adicionalmente, se repella esta superficie con un mortero cemento -cal-arena : 1:2:3; esta capa también sirve de protección a las paredes del horno, contra humedad, impidiendo pérdidas de energía importantes por este factor. Igualmente, se hace necesario aislar el piso sobre la superficie del horno, alrededor de la boca de acceso, para desviar el agua de escurrimiento.

AIRE DE COMBUSTIÓN: Para mejorar la relación del aire de combustión interna, se ha provisto el diseño de un emparrillado que distribuye aire suplementario que se toma del túnel diseñado para evacuación de escorias e inquemados. Adicionalmente, se ha diseñado orificios alimentadores de aire, con impulsores mecánicos o eléctricos a la altura del hogar; aunque este aditamento es opcional porque se necesita ser probado para poder medir su funcionalidad y saber que tan conveniente es económicamente.

EVACUACIÓN DE INQUEMADOS Y ESCORIAS: Para la evacuación de inquemados y escorias, se ha planteado la construcción de un túnel que facilita esta tarea y además proporciona aire al proceso de combustión interno.

CONTROL DE EMISIONES: El diseño provee una bóveda en la parte superior, con una cámara de emisiones que desemboca en una chimenea provista de un tubo precipitador de partículas y un filtro en lana de vidrio, que disminuye la contaminación por partículas y gases acumulados.

PROCESO DE CARGUE: La facilidad de cargue es un criterio básico en un horno de caliza, un buen diseño debe facilitar esta actividad; por esta razón, los hornos para quema de caliza se construyen confinados sobre una terraza, donde la boca

de cargue se ubica en la parte superior de la terraza y el hogar en la parte inferior de la misma terraza. El diseño provee el horno de una cámara sobre la bóveda que permite el cargue de caliza dentro del horno; la bóveda en la parte superior esta provista de un orificio que provee de luz cenital para el cargue.

AHORRO ENERGÉTICO: El ahorro energético es fundamental para reducir costos; el diseño provee la construcción en mampostería refractaria, pegada con una mezcla de arcilla y miel de purga. Igualmente, el horno termina en bóveda que evita la pérdida de calor en el proceso de cocción.

6.5. PROPUESTA TÉCNICA AMBIENTAL PARA MITIGAR LA IMPACTO AMBIENTAL EN LA PRODUCCIÓN DE CAL Y LADRILLO MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL COMBUSTIBLE SELECCIONADO:

6.5.1. Utilización del carbón mineral.

Manejo y transporte del carbón.

Es importante dar a conocer que en manejo y transporte del carbón se haga todos los esfuerzos para asegurar que las propiedades del mismo no se pierdan, para ello es necesario:

- Transportarlo en sacas
- Transportarlo tapado a la temperatura ambiente
- Evitar el maltrato al cargarlo

Almacenamiento.

Para el almacenamiento del carbón, se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Almacenamiento en pilas
- Apilarse en alturas entre 6 y 8 metros
- El terreno donde se apila debe estar bien nivelado
- Almacenar el carbón cubierto al agua
- Evitar el almacenamiento del carbón en sitios cerrados, esto para evitar la emisión de gases .
- Carbones de distinta procedencia se deben apilar por separado
- El carbón no debe almacenarse al lado del horno .

Selección del Carbón.

Las propiedades del carbón cambian según su procedencia y los métodos operativos tienen que estar acordes con las calidades disponibles, para conocer la

calidad del carbón a utilizar se deben tener en cuenta los siguientes parámetros, de acuerdo a sus porcentajes así:

- Humedad
- Cenizas
- Material volátil
- Carbono fijo
- Carbono
- Hidrógeno
- Nitrógeno
- Oxígeno
- Azufre

Además se debe conocer el poder calorífico, el cual representa la energía de combustión y determina la cantidad de carbón que debe ser quemado para obtener una capacidad dada en el horno. Entre mayor poder calorífico menor es la cantidad de carbón a utilizar..

ACCIONES PARA LA REDUCCIÓN DE PERDIDAS

De acuerdo al nuevo sistema de combustión que se adoptara en la industria ladrillera, es necesario reducir las pérdidas teniendo en cuenta lo siguiente:

- Operar los hornos a plena carga y producción
- Aislar adecuadamente las paredes de los hornos
- Precalentar el aire de combustión
- Evitar al máximo que el calor salga del horno
- Mantener la materia prima en zonas aireadas y cubiertas
- Adecuar un sistema de drenaje de aguas lluvias
- Cubrir el horno con un sistema de cubierta, evitando que las paredes se humedezcan

MANTENIMIENTO DE LOS HORNOS

Es importante realizar un mantenimiento a los hornos, sabiendo que se pueden disminuir pérdidas de energía, que resultan en beneficio de los costos del producto, para lo anterior se debe realizar lo siguiente:

- Es necesario cuidar que el consumo de energía se mantenga y no aumente con el tiempo
- Conserve el aislamiento en condiciones óptimas

- Calcule en la operación del horno parámetros como Kg carbón/kg producto.
- Limpieza constante de las entradas y salidas de aguas lluvias

AHORRO DE ENERGÍA

Reducción de las pérdidas por gases de combustión. La principal pérdida de energía por gases de combustión se debe a la temperatura con la cual sale del horno.

Reducción de pérdidas por in quemados. Cuando la pérdida por in quemados supera el 4 %, se debe tener en cuenta:

- Se debe distribuir el carbón en forma uniforme sobre la parrilla
- No se debe alimentar lechos gruesos de carbón
- Controlar la granulometría y calidad del carbón.

Reducción de pérdidas por las paredes. Se deben utilizar materiales refractarios y aislantes en las paredes, así mismo incrementar el espesor de la misma.

Reducción de las pérdidas debido a la baja carga de operación. El rendimiento del proceso evita pérdidas por la carga de operación.

Reducción de pérdidas por aire falso. Hay que evitar y en lo posible reducir la entrada de aire falso, es necesario mantener los niveles de exceso de aire de combustión.

ASPECTOS AMBIENTALES.

Los impactos ambientales al aire en la industria ladrillera se presenta en relación con el elemento o sustancia contaminante, como es el dióxido de carbono, monóxido de carbono, dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno.

CONTROL DE EMISIONES.

PRECOMBUSTIÓN LIMPIA DEL CARBÓN

La limpieza física, química y biológica del carbón han demostrado unos porcentajes de remoción de azufre de hasta el 90% del total.

- Limpieza física del carbón. Incluyen procesos relacionados con la gravedad específica (separación de agua, separación en seco, clasificación de aire), el cual es el método más empleado hoy en día para el lavado del carbón, separando material indeseable como pequeñas impurezas, rocas, azufre pirítico y cenizas.
- Limpieza química del carbón. El carbón se pone en contacto con un lecho de soda líquida, el azufre reacciona con ella y se retiene.
- Limpieza biológica del carbón. Limpieza encaminada a la remoción del azufre pirítico y a la remoción de azufre orgánico.

COMBUSTIÓN LIMPIA DEL CARBÓN.

Consiste en la remoción de los contaminantes del carbón al tiempo que este se quema, esto va acompañado de un adecuado control de los parámetros de la combustión (combustible, oxidante y temperatura)

POSCOMBUSTIÓN LIMPIA DEL CARBÓN.

La poscombustión involucra la remoción de SO₂, NO y/o partículas de gases de salida después de que abandonan el horno, para lo cual se han diseñado varios equipos retenedores de estas sustancias como:

- Control de partículas. Como principales equipos están los multiciclones, precipitadores electrostáticos, filtros de fibra de vidrio y lavadores venturi.
- Control de óxido de azufre. Como principales equipos están los absorbentes, lavadores compactos y torres de absorción.
- Control de óxidos de nitrógeno. Para el control de los óxidos de nitrógeno se tiene el método del control de combustión, que mediante las condiciones para la combustión se modifican para reducir la formación de NO, y el otro método utilizado es el de poscombustión, en el cual el NO es removido desde el flujo de gases después de la formación.

MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS.

Hace énfasis a las técnicas de disposición de cenizas, como utilizarlas en rellenos, material de pavimento, fabricación de bloques y tubos de concreto-ceniza, aplicaciones en la construcción de presas y cimentaciones. Para la obtención de buenas capacidades de soporte en la actividad de la construcción, se han

obtenido mediante ensayos valores óptimos de mezcla de 25% de cenizas, 68% de material granular y 7% de cal.

6.5.2 Programa de comercialización para el combustible seleccionado. Este estudio concluyo que el CARBÓN MINERAL, es el recurso energético más conveniente para sustituir la leña. Bajo este determinante, se establece un programa básico de comercialización.

Las líneas de trabajo para un programa de comercialización, se sustentan en dos puntos básicos, oferta y demanda del combustible.

LA OFERTA

La oferta de carbón mineral en Colombia es alta, los precios son favorables, por lo tanto se establece que la compra del carbón mineral obedece a tres puntos: primero la calidad del carbón, segundo el proveedor y tercero el transporte.

CALIDAD DEL CARBÓN MINERAL REQUERIDO

Existe una gran variedad de especies, las cuales requieren un análisis que determine las características físicas, químicas y petrográficas del carbón. Es importante realizar dichas pruebas, pues con ellas es posible disminuir el impacto ambiental, evitar problemas en su manejo y disminuir daños irreversibles. El carbón que más se ajusta a los requerimientos de la localidad es el Semi-Coque de la región de Cundinamarca, el cual posee las siguientes características:

Cuadro 13. Características del carbón mineral de Cundinamarca Recomendado para la región de San Francisco.

	DESCRIPCIÓN	VALOR EN %
ANÁLISIS PRÓXIMO	% Humedad	3.91
	% Cenizas	10.32
	% Material Volátil	28.38
	% Carbón fijo	57.52

Fuente: Publicación: Hornos ladrilleros a carbón. Eco carbón 1998

PROVEEDORES

La búsqueda de canales para la comercialización del carbón, debe cumplir con las especificaciones de calidad, precio y fácil adquisición.

Listado de proveedores en Colombia

Empresa: Coincarboy Ltda.
Teléfono: 0987- 705751
Ciudad: Sogamoso - Boyacá

Empresa: Fenalcarbón
Teléfono: 091- 3152826
Ciudad: Santafé de Bogotá - Cundinamarca

Empresa: Comercializadora Central de Carbón de Cundinamarca
Teléfono: 0918- 526248
Ciudad: Zipaquirá - Cundinamarca

A continuación, se incluye una tabla con proveedores de carbón mineral donde se especifican las características físicas, químicas y petrográficas del carbón.

Cuadro 14. Calidad promedio de los carbones colombianos.

Procedencia	Humedad total (%)	Cenizas (%)	Materia volátil (%)	Azufre (%)	Poder calorífico (kilocal/kg)
Checua Lenguazaque (Cundinamarca)	3.9	10.2	28.4	0.84	7.323,6
Suesca Abarracín (Cundinamarca)	3.9	13.3	32.6	0.77	6.807,9
Samacá (Boyacá)	3.9	10.2	28.4	0.84	7.323,6
Tunja Duitama (Boyacá)	17.0	13.4	33.9	3.44	4.026,4
Sogamoso Jericó (Boyacá)	3.7	9.5	24.2	1.08	7.419,6
Dpto Santander	2.8	22.6	28.9	1.7	6.339,4

Fuente: Carbón en grande: Cerrejón sur, Cesarito, Guaimaral, El Descanso y e l Hatillo. Ministerio de Minas y energía, ECOCARBÓN, Noviembre de 1996.

TRANSPORTE

El transporte del carbón mineral, no tiene mayores restricciones, pues es fácil conseguirlo desde los centros de abasto hasta la Región. Por otra parte, el transporte por tonelada entre Bogotá y Pasto, cuesta actualmente (Nov/2007) \$82.000, más un incremento de \$9.000 hasta San Francisco, se tiene un precio total aproximado de transporte, de \$91.000 /Tn.

Los proveedores, en la mayoría de los casos facilitan la consecución de camiones, con sus transportadores de confianza, lo que hace más seguro y fácil de comprar por vía telefónica el producto, sin incurrir en gastos por viáticos de compra.

LA DEMANDA

La demanda del carbón, obedece a la producción y consumo dentro de la Región, se espera que los clientes que demanden el carbón mineral hacen parte al engranaje productivo dentro del Valle de Sibundoy; se incluyen los secadores del centro de acopio de la cooperativa COOFRIMAYO, el colegio industrial de Santiago, los hornos de la empresa de residuos sólidos y por supuesto los horneros de San Francisco.

Por el momento, la demanda de carbón mineral se calcula en:

Cuadro 15. Demanda estimada de carbón mineral para año 2007 dentro del valle de Sibundoy.

DESTINO	CONSUMO ANUAL (Toneladas)	POSIBLE INCREMENTO	
		%	Tn
LADRILLEROS	70,1	18	12.6
CALEROS	350,5	12	42
COOFRIMAYO	21.6	12	1.8
EMPRESA RESIDUOS SÓLIDOS	14,4	7	1
COLEGIO INDUSTRIAL SANTIAGO	5,0	5	0.25
TOTAL	461.6		57.65

Fuente: Esta investigación.

Así, la demanda total de carbón mineral para el año 2007, se estima en 519.25 Tn /año.

Si la compra se programa por bimestres, entonces la cooperativa COINDUCALA, tiene que comercializar 86 Tn cada dos meses.

Finalmente se incluye una tarjeta para llevar el record del carbón comprado y su calidad.

Cuadro 16. Tarjeta para control de calidad del carbón mineral.

LADRILLERA.....			
CONTROL DE LA CALIDAD DEL CARBÓN			
Proveedor		Fecha	
		Laboratorio que realiza el análisis	
Resultados – Análisis próximo			
Humedad total		Poder calorífico	Observaciones
Carbón fijo		Material volátil	
Cenizas		Azufre total	

El carbón varía ampliamente su composición. Estas diferencias en el rango se deben a los diferentes agentes que intervienen en el proceso de formación o carbonificación.

Algunas propiedades de los carbones han sido propuestas como base para realizar una clasificación. Entre ellas se incluyen la composición, la capacidad calorífica, la estructura, criterios físicos tales como el tamaño o la apariencia y la reacción durante su uso o cuando se expone a condiciones específicas.

El carbón hace parte importante como combustible, en los resultados del proceso de quema del ladrillo. Hay muchas clases de carbones, cada una con diferentes características, para el desarrollo del proyecto se elige el más adecuado teniendo en cuenta la relación costo benéfico.

Hay diferentes tipos de prueba que nos determinan la calidad del carbón con que estamos trabajando, entre estos ensayos de laboratorio están:

- Análisis de humedad.
- Análisis de materia volátil.
- Análisis de cenizas.
- Análisis de carbono fijo.
- Análisis de poder calorífico.

Y en una investigación más minuciosa, se pueden realizar las siguientes pruebas:

- Análisis de carbono.
- Análisis de hidrógeno.
- Análisis de nitrógeno.
- Análisis de oxígeno.

Estas pruebas son factibles de ser contratadas para su elaboración pero esto implica unos costos que pueden ser altos en la medida del número de pruebas a

realizar, si conseguimos un proveedor confiable nos evitaríamos estas pruebas e incurrir en mayores gastos de operación.

6.5.3. Plan de acción para el fortalecimiento y operatividad de coinducala En el diagnóstico de la situación actual, la problemática del gremio de horneros no solamente se evalúa en términos ambientales, pues existen condiciones socioculturales que deben superarse antes de entrar en un proceso de cambio de tecnologías en un ambiente desconocido para la mayoría de los beneficiarios del proyecto.

En el estudio de diagnóstico llevado a cabo por CORPOAMAZONÍA en el año de 1996, denominado “Evaluación técnica y socioeconómica para el mejoramiento de los hornos para la producción de cal y ladrillo en el municipio de San Francisco, Departamento del Putumayo”, se identificaron los problemas y necesidades de la comunidad productora de cal y ladrillo; estas mismas necesidades, hoy siguen siendo las mismas, esto nos condujo a determinar que el fortalecimiento de la institución COINDUCALA, es vital para el éxito del proyecto.

En esencia, la cooperativa se puede fortalecer desde su interior, pero para lograrlo debían estar organizados y gestionar su propia empresa.

Bajo este marco de referencia, se planteó un Plan de Acción como mecanismo de alternativas y de control interno, que permita a la cooperativa COINDUCLA superar grandes obstáculos de operación, sostenibilidad y competitividad en la Región.

El plan fue concertado en dos talleres con los mismos socios, quienes expusieron con claridad sus debilidades y plantearon algunas alternativas para superar la condición actual y buscar la sostenibilidad de la institución.

El Plan de acción debería estar dentro de una gran estructura básica que comprenda los componentes:

I. FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL

- Fortalecimiento organizacional y funcional de la cooperativa
 - ✓ Funcionalidad y operatividad de la cooperativa
 - ✓ Fondo rotatorio para eventos de calamidad

- Fortalecimiento social
 - ✓ Capacitación y acompañamiento social
 - ✓ Educación y capacitación no formal

II. COMPETITIVIDAD

- Componente económico
 - ✓ Programa de mercadeo
 - ✓ Comercialización de combustible
 - ✓ Administración, auditoría y control de calidad

- Transferencia e implementación de tecnologías
 - ✓ Implementación de tecnología en hornos de cal y ladrillo
 - ✓ Capacitación en manufacturas técnicas de derivados de arcilla y caliza
 - ✓ Infraestructura y equipamiento socioeconómico

III. SOSTENIBILIDAD

- Uso adecuado del suelo y medio ambiente
 - ✓ Uso adecuado del suelo de intervención
 - ✓ Función social y ecológica de la propiedad
 - ✓ Manejo y control ambiental de hornos
 - ✓ Educación y gestión ambiental

Formulación del Plan de acción para la cooperativa COINDUCALA

Las prioridades del Plan se definieron con la participación de los propios interesados y fueron las siguientes:

Cuadro 17. Plan de Acción para la sostenibilidad, competitividad y fortalecimiento institucional - COINDUCALA 2007 – 2011

ACTIVIDADES	METAS	RESPONSABLES	TIEMPO	PRESUPUESTO
I. FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL				
1.1 Funcionalidad y operatividad de la cooperativa				
Recuperación de cartera a socios (aportes)	Paz y salvo con DIAN, legalización de la cooperativa	Marcos Carlosama Beatriz Ortiz	Mayo 24/2007	1'540.000
Nuevos socios	Vincular talento humano para apoyo de la cooperativa	Marcos Carlosama	Mayo 24/2007	900.000
Asamblea general	Nueva Junta Directiva Ajuste de estatutos Definir Estructura orgánica de cooperativa	Asistencia de Todos los socios	Mayo 24/2007 Hora 5:0 p.m	44.000
Gestionar con gobernación	Consecución de recursos para la sede de cooperativa	Marcos carlosama	Mayo 21/2007	30'000.000
1.2 Fondo Rotatorio				
Creación de un fondo rotatorio para ayuda en eventos de calamidad de los socios	Eventos sociales y de recreación para los socios – unir al gremio Emergencias por accidentes, enfermedades y muerte de socios o sus trabajadores.	Edmundo Ortiz Manuel Delgado	Mayo, junio, julio y Agosto de 2007	100.000
II. FORTALECIMIENTO SOCIAL				
Gestionar cursos y seminarios de educación no formal con el sena Pasto y otras organizaciones sociales	Identidad del socio con la coop. Formación administrativa Legislación cooperativa Mercadeo y comercialización	Jener Zambrano Juvencio Rosero Álvaro Solarte	3 meses a partir del mes de junio/2007	200.000
Cambio de combustible	Mejorar ingreso a horneros Mejorar salarios a sus trabajadores	Todos los socios de la cooperativa	3 mese (Octubre – Diciembre/2007	1'500.000

ACTIVIDADES	METAS	RESPONSABLES	TIEMPO	PRESUPUESTO
	Cursos y talleres en manufacturas en arcilla. Cursos técnicos para mejorar los productos locales	Marceliano Pasaje, Fernando Delgado, Eraldo Ortiz Arnulfo Rosero, Excequiel Botina	6 meses	200.000 cofinanciación
III. COMPETITIVIDAD				
Aumento de precios	Unificación de precios	Todo el gremio	2 meses – junio y julio/2007	100.000
Buscar estrategias de mercado	Cambio y unificación de empaque. Comprar 100.000 empaques estampados Adquisición de máq. Cosedora	Marcos y Milena	2 meses julio y agosto/2007	2'000.000 500.000
Servicio al cliente	Directorio de clientes Publicidad	Nuevo secretario cooperativa, y Manuel	2 meses julio y agosto/2007	50.000
Control de calidad a productos	Análisis físico mecánico y químico para muestras de cal y ladrillo	Directiva y Gerente	6 meses Septiembre/2007 – Marzo/2008	1'000.000
Diversificación de productos	Producir Cal orgánica Otros productos de arcilla (teja, adoquín, bloque) Retal negro de caliza y mármol	Manuel Delgado	6 meses Septiembre/2007 – Marzo/2008	300.000
Comercialización de combustible	Adquirir 65 Ton carbón mineral	Gerente	2 meses	6'000.000
Transferencia de Tecnologías Implementación de tecnologías apropiadas	Construcción y adecuación de hornos de cal y ladrillo Construcción de chimeneas Compra de filtros lana de vidrio	COINDUCALA y otros cooperantes CIM, CAZ, GOBERNACIÓN, ALCALDÍA	4 meses	126'000.000
III. SOSTENIBILIDAD				
3.1 USO ADECUADO DEL SUELO Y MEDIO AMBIENTE				
Formación ambiental integral	Ética ambiental y capacitación en manejo de laderas, control de erosión y explotación adecuada de minas de arcilla y caliza	Todos los socios de COINDUCALA	Noviembre/diciembre /2007	3'000.000

ACTIVIDADES	METAS	RESPONSABLES	TIEMPO	PRESUPUESTO
Recuperación de áreas intervenidas en subcuenca del río Blanco y cerro Portachuelo	Recuperación de rondas hídricas, Aislamiento de 20 Ha para regeneración natural y repoblamiento con especies nativas – siembra de 1000 plántulas	Todos los socios de COINDUCALA, apoyo de CORPOAMAZONÍA	6 meses Septiembre/2007 – Febrero 2008	6'000.000
Uso adecuado del suelo de intervención	Aprovechamiento racional de minas y reubicación de hornos urbanos	COINDUCALA, ALCALDÁ Y demás cooperantes del proyecto	6 meses Agosto/2007 – Enero 2008	21'000.000
Manejo adecuado de hornos	Disposición adecuada de escombros, residuos, control de emisiones y mantenimiento de hornos	COINDUCALA	1 año Octubre/2007 – Octubre/2008	2'000.000
	TOTAL RECURSOS			200'934.000

7. CONCLUSIONES

Todas las actividades del hombre, generan de alguna manera un impacto en su medio ambiente; se pretende que estos impactos sean lo menos nocivos posible para el hombre y su medio ambiente; es por eso que la vinculación de lo ambiental, lo productivo y lo energético estén integrados en una sinergia permanente, en las actividades diarias de la comunidad de los horneros, esto es clave para avanzar en la implementación de modelos productivos y dinámicos sociales, acordes con los principios de Desarrollo Sostenible.

La generación de un proceso de reconversión tecnológica y recuperación ambiental que incluya programas específicos de desarrollo y capacitación para el mejoramiento de la producción, la administración y comercialización, la reconversión de tecnologías, y una política de fomento y diversificación de la producción entre otros aspectos, es clave para la gestión del recurso ambiental y una actividad productiva sostenible y rentable.

La falta de planificación y manejo del proceso extractivo de la arcilla, esta generando movimiento en masa de suelos, amenazas por deslizamiento, procesos de degradación paisajística y del suelo en San Francisco; se espera que con la participación en todos los procesos de transferencia de tecnología, los horneros asuman una actitud racional sobre la explotación del recurso minero, que COINDUCALA y sus socios sean capaces de controlar esta situación.

Esta investigación, concluyo que la alternativa seleccionada para un combustible técnica y económicamente viable, es el carbón mineral, aunque ambientalmente, resulte con un costo adicional en el control de emisiones; pero se considera por el número de hornos activos en San Francisco, que las emisiones no son considerables y son controlables; se espera que todos los hornos implementen la chimenea adecuada; por otra parte, creemos que nuestra Región alcanzará en el mediano plazo, un punto ideal en el control de emisiones, gracias a las políticas ambientales del orden Regional y Nacional que estimulan la implementación de tecnologías apropiadas en los procesos de producción limpia.

Este estudio es presentado para disminuir la tala de bosques y mitigar el impacto ambiental en áreas intervenidas del Municipio de San Francisco Putumayo como lo son el Cerro Portachuelo y la parte alta de la subcuenca del río Blanco y del Río Putumayo. La implementación de nuevas tecnologías y el fortalecimiento Institucional de la cooperativa "COINCUCALA", apuntan al objetivo planteado, por eso, buena parte del trabajo de investigación se ha enfocado a la parte técnica, hacia el aumento de la eficiencia energética y a la sustitución de leña como combustible de los hornos.

Toda esta información será entregada a la organización para que en conjunto con sus asesores se implemente un nuevo proceso de producción.

El proyecto, antes de iniciar tiene grandes expectativas, sus resultados apuntarán a hacer ajustes básicos para su correcta operación, no solamente en el aspecto puramente técnico, sino en la implementación de producción conjunta cooperativa, con una visión Regional empresarial.

Gracias a los datos y experiencias sobre el mejoramiento energético de los hornos, la comunidad de horneros productores de cal y ladrillo, crecerá tecnológicamente en la implementación de nuevos procesos productivos; este progreso debe optimizar y minimizar los costos de fabricación en las industrias de Cal y Ladrillo, mejorar su calidad y precio para garantizar al consumidor un producto competitivo.

Una de las lecciones aprendidas durante el trabajo de investigación con los horneros, fue, que el conocimiento y los recursos locales son activos importantes que necesitan ser alimentados y sostenidos antes que rechazados a favor de tecnologías ajenas al lugar y más bien, éstas deben adaptarse en un contexto local. Por ejemplo, la producción de cal tiene un procedimiento sencillo y práctico que deja algunos ingresos a los horneros y contribuye notablemente en la agricultura de la Región; llegando a la conclusión de que con el cambio de combustible y algunas mejoras en los hornos actuales, se logrará obtener mayor eficiencia energética, mayor rendimiento por producción y mayores beneficios económicos y ambientales.

El principal escollo puede encontrarse en la financiación externa requerida, especialmente para el Fortalecimiento Institucional de la Cooperativa COINDUCALA y la formación integral de sus socios.

La actividad productiva de cal y ladrillo, tiene que ser controlada por las autoridades locales tanto en el control de emisiones como en el uso adecuado del suelo, referido a la reubicación de hornos sobre el perímetro urbano. El municipio de San Francisco, en primera instancia, tienen la obligación de implementar por acuerdo la normatividad ambiental que ya existe al respecto y normatizar la calidad de carbón mineral y las chimeneas para el control de emisiones que deben emplearse e implementarse en la quema de caliza y ladrillo.

8. RECOMENDACIONES

Cambiar los hornos de Fuego Dormido por un tipo Colmena operado con recuperación de energía y regulación del exceso de aire, es la disminución en el consumo de carbón de 2.8 a 0.8 Kg carbón /unidad. Tomando como referencia la producción media anual actual se tiene una reducción considerable en el consumo de carbón al cambiar de horno: Horno de Fuego Dormido: 14.063 Tn/año, Horno Colmena: 4.018 Tn/año, de los datos anteriores se obtiene una disminución de 70% en el consumo de carbón. Gracias al concepto de núcleos productivos es posible aumentar sensiblemente la producción, disminuyendo el impacto que puede tener la actividad alfarera en el medio ambiente por concepto de emisiones de gases y partículas.

Implementar en la comunidad de horneros y en especial en la Cooperativa de Cal y ladrillo del Municipio de San Francisco "COINDUCALA", el plan de acción propuesto en el presente estudio, logrando de esta manera fortalecer la Cooperativa en su parte administrativa, financiera y competitiva en la region.

Destinar un sitio adecuado de acuerdo con el EOT del Municipio, la ubicación y la construcción de una ciudadela industrial, donde se maneje en forma conjunta todo el proceso de producción de cal y ladrillo en forma industrial, donde se tenga en cuenta el control de los gases y demás impactos ambientales.

BIBLIOGRAFÍA

AZAOLA, Miguel y PUNCEL, María. Rocas y Minerales. Biblioteca visual Altea. Altea.

Código Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes. Norma NSR 98

COLEGIO DE ARQUITECTOS DEL ECUADOR-PROVINCIAL DE PICHINCHA. Secretaría Ejecutiva Nacional del Colegio de Arquitectos del Ecuador. Producción de Leyes y Reglamentos. 1997-1999

CORPOAMAZONÍA, Evaluación técnica y socioeconómica para el manejo de los hornos para la producción de cal y ladrillo en el municipio de San Francisco, departamento del Putumayo. Identificación de problemas y necesidades del sector. 1996.

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE Cundinamarca CAR. Guía: Programa de sensibilización sanitario ambiental para la PYME del área de jurisdicción de la CAR. "Guía Ambiental Pequeñas Ladrilleras . 1999.

ECOCARBÓN, Hornos Ladrilleros A Carbón, Editorial Universidad Pontificia Bolivariana, Colombia, 1998.

ECOCARBÓN. Folleto Uso del Carbón en Ladrilleras. 1998

EMCARBON. Folleto "sustitución de leña por carbon mineral en la industria ladrillera de Nariño", EMCARBON, 1995.

GÓMEZ FERNÁNDEZ-CABRERA, Jesús. El Calero Un Oficio Que Se Pierde. 2001

HOLMES, Doris L.. Geología Física. Editorial Omega, S. A.. Tercera Edición. Barcelona, España. 1980

HURLBUT, Cornelius S. Jr. Manual de Mineralogía de Dana. Editorial Reverté, S. A.. España. 1981

INACESA, CAL: Aplicaciones, Recomendaciones, Cal dolomítica, 2003

MINERCOL, ASOPATÍA, GTZ. Proyecto de sustitución de leña por carbón mineral en las alfarerías del alto Patía. Cooperación técnica colombo Alemana. 2002

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, Ley 99 de 1993

Norma INEN 297: Ladrillos cerámicos. Requisitos. CDTS. Centro de Desarrollo Tecnológico Sustentable. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador 1999.

Normas ICONTEC para la construcción. Norma 451

PEACH, Robert W., Manual de ISO 9000, tercera edición, McGraw-Hill interamericana editores, S.A de C.V, México, 1999

PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA. Constitución política de Colombia. 1991

TAURUS, Alfaguara, S A. Madrid, España. 1993

PAGINAS WEB:

www.rds.org.co,

www.carmeuse.co.

www.rds.org.co,

www.carmeuse.co.

www.semarnap.gob/chetumal.com.

www.rockhounds.com/rockshop.

Página del Departamento de Geología de Estados Unidos de América, con publicaciones de Mineralogía y Petrología”.

<http://www.rebasa.com.mx/es>. Pagina de Refractarios Básicos S.A. de C.V., México, 2003.

<http://www.clubflyer.net>

Departamento Técnico Administrativo del medio Ambiente, Bogotá, 2002

<http://www.ateliersaintandre.net/> Pagina de Atelier Saint Andre, La producción artesanal de cal, Última actualización: vier., 3 mayo 2002, P. Grall, © ASA 2001

.

<http://www.isover-andina.com.ar/>

<http://www.arrakis.es>