

**PROPUESTA DE DISEÑO DE UN PROCESO PARA LA GENERACIÓN DE
ENERGÍA ELÉCTRICA A PARTIR DE LOS RESIDUOS DE LA PRODUCCIÓN
DE CAFÉ.**

DANIEL ARENAS CASTELLANOS



PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

BOGOTÁ D.C., Octubre 2009

**PROPUESTA DE DISEÑO DE UN PROCESO PARA LA GENERACIÓN DE
ENERGÍA ELÉCTRICA A PARTIR DE LOS RESIDUOS DE LA PRODUCCIÓN
DE CAFÉ.**

Trabajo de Grado.

Presentado por:

DANIEL ARENAS CASTELLANOS

DIRECTOR

ING. FABIO ALDANA



PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

BOGOTÁ D.C., Octubre 2009

Dedico este trabajo a mi familia.

Agradezco a los profesores Fabio Aldana, Yezíd Pérez, Gabriel Zambrano, Carlos Fúquene, Jorge Silva, Javier Pradilla y Ricardo Vásquez por su orientación en este trabajo y en mi carrera.

Tabla de Contenido

TABLA DE CONTENIDO	7
ÍNDICE DE TABLAS	11
ÍNDICE DE FIGURAS	13
INTRODUCCIÓN	15
1. BIOMASA Y ENERGÍAS RENOVABLES	17
1.1. LAS FUENTES RENOVABLES DE ENERGÍA.....	17
1.2. BIOMASA: CARACTERÍSTICAS, FUENTES DE OBTENCIÓN Y CLASIFICACIÓN.....	18
1.3. BIOMASA EN COLOMBIA	20
1.4. PROCESOS DE APROVECHAMIENTO DE BIOMASA.....	21
1.4.1. PROCESOS TERMOQUÍMICOS DE TRANSFORMACIÓN.	23
1.4.1.1. COMBUSTIÓN	23
1.4.1.2. PIROLISIS	25
1.4.1.3. GASIFICACIÓN	26
1.4.2. PROCESOS BIOQUÍMICOS DE TRANSFORMACIÓN.	28
1.4.2.1. GASIFICACIÓN POR DIGESTIÓN ANAEROBIA.....	28
1.4.3. COMBUSTIBLES LÍQUIDOS A PARTIR DE BIOMASA	29
1.4.3.1. LICUEFACCIÓN.....	30
1.4.3.2. FERMENTACIÓN	30
1.5. SELECCIÓN DE LA TECNOLOGÍA	31
2. CARACTERIZACIÓN DE LA REGIÓN.....	35
2.1. LOCALIZACIÓN.....	35
2.1.1. MACRO-LOCALIZACIÓN: EL EJE CAFETERO.....	35
2.1.2. MICRO-LOCALIZACIÓN: MUNICIPIO DE QUIMBAYA, QUINDÍO.....	35
2.1.3. MICRO-LOCALIZACIÓN: MUNICIPIO DE ALCALÁ, VALLE DEL CAUCA	36
2.2. PERFIL ECONÓMICO DE LA REGIÓN	38
2.3. FACTORES LOGÍSTICOS RELEVANTES	39
2.3.1. COMUNICACIONES TERRESTRES	40
2.3.2. ESTRUCTURA EN EL SUMINISTRO ENERGÉTICO	40

2.4.	CONSUMO DE ENERGÍA EN LA REGIÓN ESCOGIDA	42
3.	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL CAFÉ.....	44
3.1.	EL CAFÉ: PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS.....	44
3.2.	COMERCIO DEL CAFÉ	44
3.3.	PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL CAFÉ	46
3.4.	ANÁLISIS DE LOS RESIDUOS DE LA PRODUCCIÓN DE CAFÉ.....	49
3.4.1.	USOS DE LOS RESIDUOS DEL BENEFICIO DEL CAFÉ.....	50
3.4.2.	CARACTERIZACIÓN DE LA CASCARILLA DEL CAFÉ.....	51
3.5.	DISPONIBILIDAD DEL RECURSO EN LAS FINCAS.....	52
4.	DISEÑO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE ENERGÍA A PARTIR DE LA CASCARILLA.....	55
4.1.	MÁQUINAS Y EQUIPO.....	55
4.1.1.	GASIFICADOR.....	55
4.1.2.	GENERADOR	57
4.2.	PROCESO.....	58
4.2.1.	TRATAMIENTO PREVIO DE LA BIOMASA	59
4.2.1.1.	SECADO	59
4.2.1.2.	ALIMENTACIÓN DEL GASIFICADOR.....	59
4.2.2.	GASIFICACIÓN.....	59
4.2.3.	ENFRIAMIENTO DEL GAS	61
4.2.4.	PURIFICACIÓN DEL GAS.....	62
4.2.5.	GENERACIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA.	62
4.2.6.	CONSUMO ESPERADO DE LA PROPUESTA.....	63
4.3.	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO LOGÍSTICO.....	65
4.3.1.	ESQUEMA DEL MERCADO.....	65
4.3.2.	APROVISIONAMIENTO	66
4.3.3.	TRANSPORTE	66
4.3.4.	ALMACENAMIENTO DEL RECURSO BIOMÁSICO.....	66
4.3.5.	MANTENIMIENTO DEL SISTEMA	67
4.4.	POSIBLES LIMITACIONES TÉCNICAS EN EL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE GASIFICACIÓN.	68

5. ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA PROPUESTA.....	70
5.1. COSTOS ESTIMADOS DEL PROYECTO	70
5.1.1. MATERIA PRIMA.....	70
5.1.2. COSTOS DE LA INFRAESTRUCTURA Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO.....	71
5.1.3. COSTO ACTUAL DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA.	73
5.2. ANÁLISIS FINANCIERO DE LA PROPUESTA.....	74
5.2.1. PRIMER ESCENARIO	74
5.2.2. SEGUNDO ESCENARIO.....	75
5.2.3. TERCER ESCENARIO.....	76
5.2.4. CUARTO ESCENARIO	76
5.2.5. QUINTO ESCENARIO.....	77
5.2.6. SEXTO ESCENARIO	78
5.2.7. RESUMEN	78
5.3. ALGUNAS FUENTES DE FINANCIACIÓN	79
5.4. IMPÁCTO SOCIAL DE LA PROPUESTA	80
5.4.1. ESTUDIO DE CASOS.....	81
5.4.2. BENEFICIOS SOCIALES.	83
6. ESTRATEGIAS ORIENTADAS A LA PROPUESTA.....	84
6.1. PROYECTOS DE GENERACIÓN DE ENERGÍA A PARTIR DE RECURSOS RENOVABLES FRENTE A LA REGULACIÓN ENERGÉTICA ACTUAL EN COLOMBIA.....	84
6.2. PROYECTOS DE GENERACIÓN DE ENERGÍA A PARTIR DE RECURSOS RENOVABLES FRENTE A LOS MECANISMOS DE DESARROLLO LIMPIO.....	85
6.3. ESTRATEGIAS.....	88
6.3.1. PRIMERA ESTRATEGIA: CREACIÓN DE COOPERATIVAS RURALES.....	88
6.3.2. SEGUNDA ESTRATEGIA: FACILITAR LAS TRANSFERENCIAS DE TECNOLOGÍA.....	89
6.3.3. TERCERA ESTRATEGIA: FAVORECER Y FACILITAR LA DESCENTRALIZACIÓN DEL SUMINISTRO Y MERCADO ENERGÉTICO.....	90
6.3.4. CUARTA ESTRATEGIA: CREAR FACILIDADES FINANCIERAS PARA LOS PROYECTOS.....	90
7. CONCLUSIONES	92
8. RECOMENDACIONES	94
BIBLIOGRAFÍA.....	96

ANEXO A: INFORMACIÓN FINCA EL EDEN	98
ANEXO B: INFORMACIÓN FINCA BUENOS AIRES	99
ANEXO C: INFORMACIÓN FINCA LA MESETA	100
ANEXO D: MIEMBROS DE LA ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL CAFÉ.	101
ANEXO E: ESTADÍSTICA CAFETERA: PRODUCCIÓN MENSUAL EN MILES DE SACOS DE CAFÉ VERDE.....	102
ANEXO F: BASE DE DATOS DEL NREL DE FABRICANTES DE GASIFICADORES:.....	103
ANEXO G: FICHA TÉCNICA BIOMAX 25	104
ANEXO H: FICHA TÉCNICA FGB - 20	105
ANEXO I: FICHA TÉCNICA GENERADOR GENERAC.....	106
ANEXO J: TRILLADORAS DE LA REGIÓN.	110
ANEXO K: PRONÓSTICO DEL IPC.....	111
ANEXO L: FLUJO DE CAJA PROYECTADO A 10 AÑOS DEL VALOR DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA.	113
ANEXO M: FLUJO DE CAJA PROYECTADO A 10 AÑOS DEL VALOR DE LAS TECNOLOGÍAS EN EL ESCENARIO 1.	114
ANEXO N: FLUJO DE CAJA PROYECTADO A 10 AÑOS DEL VALOR DE LAS TECNOLOGÍAS EN EL ESCENARIO 2.	116
ANEXO Ñ: FLUJO DE CAJA PROYECTADO A 10 AÑOS DEL VALOR DE LAS TECNOLOGÍAS EN EL ESCENARIO 3.	118
ANEXO O: FLUJO DE CAJA PROYECTADO A 10 AÑOS DEL VALOR DE LAS TECNOLOGÍAS EN EL ESCENARIO 4.	120
ANEXO P: FLUJO DE CAJA PROYECTADO A 10 AÑOS DEL VALOR DE LAS TECNOLOGÍAS EN EL ESCENARIO 5.	122
ANEXO Q: FLUJO DE CAJA PROYECTADO A 10 AÑOS DEL VALOR DE LAS TECNOLOGÍAS EN EL ESCENARIO 6.	124
ANEXO R: DESCRIPCIONES DE LAS ENTIDADES QUE FINANCIAN LOS PROYECTOS.	126
ANEXO S: LEY 697 DE 2001.....	141
ANEXO T: PROTOCOLO DE KYOTO DE LA CONVENCION MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO.....	145

Índice de Tablas

TABLA 1: PRINCIPALES RESIDUOS AGROINDUSTRIALES EN COLOMBIA. FUENTE: BOTERO, 2006	21
TABLA 2: PRINCIPALES CULTIVOS ENERGÉTICOS EN COLOMBIA PARA LA PRODUCCIÓN DE BIODIESEL. FUENTE: BOTERO, 2006.....	21
TABLA 3: PRINCIPALES CULTIVOS ENERGÉTICOS EN COLOMBIA PARA LA PRODUCCIÓN DE ALCOHOL CARBURANTE. FUENTE: BOTERO, 2006	21
TABLA 4: TECNOLOGÍA EN LA COMBUSTIÓN DE BIOMASA. FUENTE: FAAIJ, 2004.....	25
TABLA 5: REACCIONES QUÍMICAS DURANTE LA GASIFICACIÓN DE LA BIOMASA. FUENTE: BAUEN, 2004...	27
TABLA 6: RESUMEN DE LAS TECNOLOGÍAS MENCIONADAS Y SUS PRINCIPALES APLICACIONES. FUENTE: EL AUTOR.....	31
TABLA 7: GASIFICACIÓN Y COMBUSTIÓN. PRINCIPALES ASPECTOS DE COMPARACIÓN SEGÚN DATOS DE DESEMPEÑO A NIVEL MUNDIAL. FUENTE: FAAIJ, 2004.....	33
TABLA 8: TECNOLOGÍAS DE GASIFICACIÓN Y PRINCIPALES ASPECTOS DE COMPARACIÓN. FUENTE: BUENO, 2008.	34
TABLA 9: COSTO KWH EN LAS FINCAS DE ESTUDIO. FUENTE: EPSA, EDEQ.	41
TABLA 10: COSTO KWH EN LAS FINCAS DE ESTUDIO CONTEMPLANDO EL SUBSIDIO DEL GOBIERNO. FUENTE: EPSA, EDEQ.....	41
TABLA 11: ESTRUCTURA DEL PRECIO DEL KWH EN LAS FINCAS. FUENTE: EPSA, EDEQ.	42
TABLA 12: CONSUMO DE ENERGÍA EN LAS FINCAS DURANTE EL PRIMER SEMESTRE DE 2009. FUENTE: FINCAS "EL EDÉN", "BUENOS AIRES" Y "LA MESETA"	43
TABLA 13: CONSUMO MENSUAL, DIARIO Y COSTOS DE ENERGÍA EN LAS FINCAS BASADO EN DATOS SUMINISTRADOS POR LAS MISMAS. FUENTE: EL AUTOR.....	43
TABLA 14: COMPOSICIÓN DEL GRANO DE CAFÉ EN BASE HÚMEDA. FUENTE: INCAP, 1978.	49
TABLA 15: COMPOSICIÓN DEL GRANO DE CAFÉ EN BASE SECA. FUENTE: INCAP 1978.....	50
TABLA 16: COMPOSICIÓN DE LA CASCARILLA DE CAFÉ. FUENTE: ASHOK, PANDEY, SOCCOL Y NIGAM, 2000.	51
TABLA 17: PRODUCCIÓN DE CAFÉ EN LAS FINCAS DURANTE EL AÑO 2008. FUENTE: FINCAS "EL EDÉN", "BUENOS ARIES" Y "LA MESETA".....	53
TABLA 18: PRODUCCIÓN DE CAFÉ EN LAS FINCAS DURANTE EL AÑO 2009. FUENTE: FINCAS "EL EDÉN", "BUENOS AIRES" Y "LA MESETA".....	53
TABLA 19: PRODUCCIÓN DE CASCARILLA EN LAS FINCAS DURANTE LOS AÑOS 2008 Y 2009. ESTIMADO DE DISPONIBILIDAD DEL RECURSO MENSUAL Y DIRARIAMENTE. FUENTE: EL AUTOR.....	53
TABLA 20: COMPOSICIÓN DEL GAS DE SALIDA. FUENTE: ANKUR SCIENTIFIC ENERGY TECHNOLOGIES LTD Y COMUNITY POWER CORPORATION.....	60
TABLA 21: COMPOSICIÓN DEL GAS SEGÚN APLICACIÓN. FUENTE: BAUEN, 2004.....	63
TABLA 22: CONSUMO BIOMÁSICO DE CADA GASIFICADOR. FUENTE: ANKUR SCIENTIFIC ENERGY TECHNOLOGIES Y COMUNITY POWER CORPORATION.....	63
TABLA 23: COMPORTAMIENTO TEÓRICO DEL PROCESO DE ACUERDO A VARIOS ESCENARIOS PROPUESTOS. FUENTE: EL AUTOR.....	64
TABLA 24: COSTO DE LA CASCARILLA DE CAFÉ POR KG. FUENTE: FINCA "EL EDEN".....	71
TABLA 25: COSTO DE LOS GASIFICADORES EN COP FUENTE: NREL.....	71
TABLA 26: COSTO DE LOS GASIFICADORES EXCENTOS DE IMPUESTOS.....	72
TABLA 27: COSTOS DE INFRAESTRUCTURA PARA EL PROYECTO POR GASIFICADOR. FUENTE: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CANATLUNYA, 2008.	72

TABLA 28: COSTOS DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO. FUENTE: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CATALUNYA, 2008.	73
TABLA 29: COSTOS ESTIMADOS DEL PROYECTO POR GASIFICADOR. FUENTE: EL AUTOR.	73
TABLA 30: COSTOS ANUALES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO POR GASIFICADOR. FUENTE: EL AUTOR.	73
TABLA 31: PRONÓSTICO DEL IPC. FUENTE: EL AUTOR.	74
TABLA 32: CONSUMO ANUAL DE CASCARILLA ESCENARIOS 1 Y 2. FUENTE: EL AUTOR.	74
TABLA 33: COMPARACIÓN VPN EN COSTOS PARA EL ESCENARIO 1. FUENTE: EL AUTOR.	75
TABLA 34: COMPARACIÓN VPN EN COSTOS PARA EL ESCENARIO 2. FUENTE: EL AUTOR.	75
TABLA 35: CONSUMO ANUAL DE CASCARILLA ESCENARIOS 3 Y 4.	76
TABLA 36: COMPARACIÓN VPN EN COSTOS ESCENARIO 3. FUENTE: EL AUTOR.	76
TABLA 37: COMPARACIÓN VPN EN COSTOS ESCENARIO 3. FUENTE: EL AUTOR.	77
TABLA 38: CONSUMO ANUAL DE CASCARILLA ESCENARIOS 5 Y 6. FUENTE: EL AUTOR.	77
TABLA 39: PRODUCCIÓN TEÓRICA DE ENERGÍA ESCENARIOS 5 Y 6. FUENTE: EL AUTOR.	77
TABLA 40: COMPARACIÓN VPN EN COSTOS ESCENARIO 5. FUENTE: EL AUTOR.	78
TABLA 41: COMPARACIÓN VPN EN COSTOS ESCENARIO 6. FUENTE EL AUTOR.	78
TABLA 42: DIFERENTES ALTERNATIVAS DE FINANCIACIÓN PARA EL PROYECTO. FUENTE: DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN, 2003.	80
TABLA 43: PORCENTAJES DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA SEGÚN LA FUENTE. FUENTE: ACOLGEN, 2008.	84

Índice de Figuras

FIGURA 1: ORIGEN Y USO DE LAS FUENTES DE RENOVABLES DE ENERGÍA. FUENTE: ASIGNATURA FUENTES DE ENERGÍA.....	17
FIGURA 2: GENERACIÓN DE BIOMASA.....	19
FIGURA 3: MAPA DE LA BIOMASA EN COLOMBIA. FUENTE: BOTERO, 2006.....	20
FIGURA 4: PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN DE LA BIOMASA EN ENERGÍA. FUENTE: MCKENDRY, 2002..	22
FIGURA 5: PRODUCTOS DE LA GASIFICACIÓN DE BIOMASA. FUENTE: BAUEN, 2004.	26
FIGURA 6: SISTEMA DE DIGESTIÓN ANAEROBIA. FUENTE: ASIGNATURA PRODUCCIÓN LIMPIA.....	29
FIGURA 7: CICLO DE VIDA DE LOS BIOCOMBUSTIBLES. FUENTE: LABORATORIO NACIONAL DE LA ENERGÍA RENOVABLE, EEUU.	30
FIGURA 8: UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE QUIMBAYA, QUINDIO. FUENTE: GOOGLE MAPS.	36
FIGURA 9: UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE ALCALÁ, VALLE DEL CAUCA. FUENTE: GOOGLE MAPS.....	38
FIGURA 10: MAPA DE LA PRODUCCIÓN CAFETERA EN COLOMBIA. FUENTE: FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS.....	45
FIGURA 11: PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL CAFÉ. FUENTE: EL AUTOR.	46
FIGURA 12: IZQUIERDA: CAFÉ CEREZA. DERECHA: CAFÉ PERGAMINO. FUENTE: FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS.....	46
FIGURA 13: SUBPROCESO DE BENEFICIO HÚMEDO DEL CAFÉ. FUENTE EL AUTOR.	48
FIGURA 14: SUBPROCESO DE BENEFICIO SECO DEL CAFÉ. FUENTE: EL AUTOR.	48
FIGURA 15: SUBPROCESO DE INDUSTRIALIZACIÓN DEL GRANO DE CAFÉ. FUENTE: EL AUTOR.	49
FIGURA 16: SISTEMA DE GASIFICACIÓN BIOMAX 25. FUENTE: COMUNITY POWER CORPORATION.....	56
FIGURA 17: SISTEMA DE GASIFICACIÓN FGB 20 DE LA FINCA TOSOLY, SANTANDER COLOMBIA. FUENTE: ANKUR SCIENTIFIC ENERGY TECHNOLOGIES LTD.....	56
FIGURA 18: PROCESO DE GASIFICACIÓN Y GENERACIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA. FUENTE: COMUNITY POWER CORPORATION.	58
FIGURA 19: ESQUEMA DE LA GASIFICACIÓN "DOWNDRAFT". FUENTE: COMUNITY POWER CORPORATION	61
FIGURA 20: ESQUEMA DEL ENFRIAMIENTO. FUENTE: COMUNITY POWER CORPORATION.....	61
FIGURA 21: ESQUEMA DE PURIFICACIÓN DEL GAS. FUENTE: COMUNITY POWER CORPORATION.	62
FIGURA 22: ESQUEMA DEL MERCADO PARA EL PROYECTO.	65
FIGURA 23: ESQUEMA PROPUESTO DE CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA. FUENTE: EL AUTOR.....	81

Introducción

En la actualidad la sociedad se enfrenta a un dilema determinante para nuestro futuro: El alto precio de las fuentes tradicionales de energía, la alta demanda de energía para el desarrollo de todas las actividades humanas y las consecuencias medioambientales que implica el uso de ésta. Se hace indispensable la investigación y desarrollo de fuentes alternativas de energía con el fin de satisfacer el aumento de la demanda energética, complementar los canales de distribución actuales, reemplazar los sistemas de generación obsoletos, reducir la emisión de gases “efecto invernadero” aumentar la oferta energética en los países en vías de desarrollo de una forma sostenible etc.

Las tecnologías que usan fuentes renovables en la generación de energía, tales como biomasa, eólica, solar, hidráulica o geotérmica están en capacidad de proveerla de una forma sostenible, con emisiones netas de gases de efecto invernadero cercanas a cero. De las anteriores tecnologías, la generación de electricidad a partir de biomasa cobra un papel relevante en el abastecimiento energético y cooperación en el desarrollo de comunidades rurales y zonas no interconectadas en los países en vías de desarrollo. Cabe apuntar que el uso de la biomasa en la generación de energía, principalmente energía eléctrica, crea oportunidades de emprendimiento en estas comunidades lo que les permite aumentar sus posibilidades de desarrollo con el fin de generar un mejor bienestar social.

Una de las fuentes renovables de energía de mayor evolución en el mundo es la biomasa, de hecho es la más primitiva de las fuentes de energía conocidas por el hombre. En los últimos años las tecnologías dedicadas a su aprovechamiento han permitido desarrollar combustibles para transporte y generación de energía eléctrica y térmica a partir de los recursos biomásicos.

Uno de los principales retos de los países en vías de desarrollo es el de electrificar las regiones aisladas de los principales núcleos urbanos, sin embargo las redes centrales no siempre logran cubrir la demanda, lo que no permite que familias residentes en áreas rurales, algunas de estas, zonas no interconectadas, tengan acceso de forma económica a la energía eléctrica. La biomasa es una fuente de energía apropiada para éste tipo de comunidades, es ambientalmente amigable y los recursos biomásicos son fácilmente obtenibles.

Las familias pobres de áreas rurales en países en vías de desarrollo aún usan combustibles tradicionales como madera o residuos agrícolas para satisfacer su demanda energética inmediata y suplir algunas de sus actividades productivas, sin embargo en muchos casos este uso no se hace de forma sostenible, provocando problemas ambientales y problemas de salud a las personas.

La introducción de sistemas de generación de energía a partir de Biomasa, ampliar el acceso a la información que se tiene de ésta, apoyar el entrenamiento técnico que se requiere para su aprovechamiento y ampliar el apoyo económico a las regiones que puedan ser usuarias de dichos sistemas, son medidas que se deben llevar a cabo.

A través del diseño del proceso de generación de energía eléctrica a partir de los residuos de la producción de café, particularmente la cascarilla o cisco, el análisis de su potencial a nivel técnico-económico y de su impacto social en una comunidad cuya actividad económica principal sea la producción cafetera, podemos llegar a conclusiones que

pueden ser extrapolables a otros escenarios similares en el resto del país. Así mismo el análisis del marco legal que en la actualidad cubre este tipo de proyectos puede ser revisado.

Se propone pues como objetivo de este proyecto Diseñar una propuesta para un proceso de generación de energía eléctrica a partir de los residuos de la producción de café, específicamente la cascarilla o cisco, en una determinada comunidad¹ cuya actividad económica gire en torno a la producción de café, determinando sus limitaciones técnicas.

Este proyecto es un primer acercamiento teórico y técnico cuyo fin es determinar la viabilidad de implementar tecnologías para el aprovechamiento energético de los residuos de la agro-industria cafetera, en particular la generación de electricidad usando la cascarilla o cisco del café en comunidades cuya principal actividad económica sea la explotación cafetera, como las fincas 'El Edén' y 'Buenos Aires' en Alcalá, Valle del Cauca y 'La Meseta' en Quimbaya, Quindío. Por lo tanto, su aporte está destinado a documentar, estudiar y analizar un escenario en el cual se implementaran dichas tecnologías, teniendo en cuenta consideraciones financieras, económicas, ambientales, tecnológicas, sociales, culturales, y políticas, para finalmente determinar cuantitativa y cualitativamente los beneficios para todos los actores involucrados y la posibilidad de éxito de un proyecto de este tipo.

1. BIOMASA Y ENERGÍAS RENOVABLES

En este primer capítulo presentamos una introducción a las fuentes renovables de energía, con énfasis particular en la biomasa. Se hará una evaluación de acuerdo al potencial técnico que ofrece cada una de las tecnologías de aprovechamiento energético de los recursos biomásicos con el fin de determinar la más apropiada para un proyecto de micro-generación de energía eléctrica.

1.1. LAS FUENTES RENOVABLES DE ENERGÍA

Las fuentes de energía renovables son producto de tres eventos conocidos que acontecen en nuestro sistema Solar. Básicamente las fuentes de energía renovables provienen del poder del Sol, del interior de la Tierra, y de la atracción gravitacional entre los planetas. La siguiente figura muestra el origen y utilización de las distintas fuentes renovables de energía:

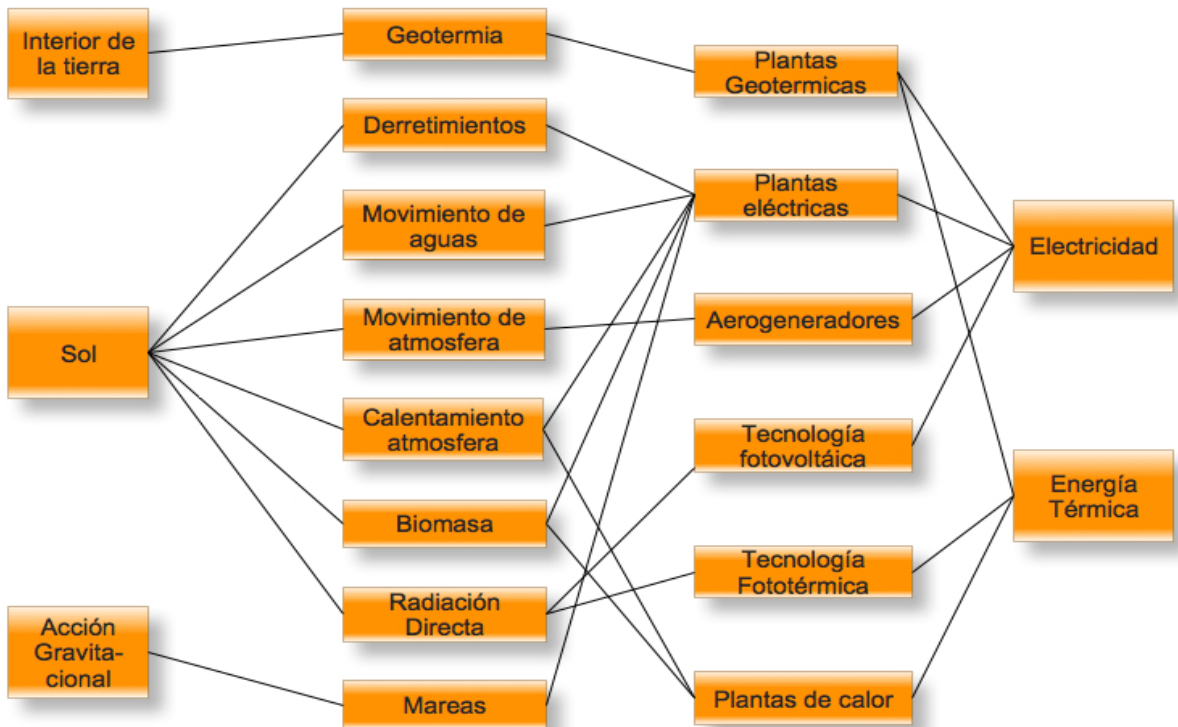


Figura 1: Origen y uso de las fuentes de renovables de energía. Fuente: Asignatura Fuentes de Energía

Las fuentes renovables de energía han acompañado el desarrollo de la civilización desde sus inicios, siendo la Biomasa la primera en ser usada y la tecnología hidráulica una de las primeras en ser desarrolladas.

Entre las energías renovables nos enfocaremos en la formación de biomasa a partir de la energía solar. Esto es posible por el proceso denominado fotosíntesis mediante el cual las plantas que contienen clorofila en sus células, transforman el dióxido de carbono de la atmósfera, el agua de productos minerales sin valor energético y los nutrientes del suelo en materiales orgánicos con alto contenido energético. La biomasa, mediante estos procesos, almacena a corto plazo la energía solar en forma de 'carbono' (C). La energía almacenada en el proceso fotosintético puede ser posteriormente transformada en energía térmica, eléctrica o carburantes de origen vegetal, liberando de nuevo el carbono en forma de dióxido de carbono (CO₂) almacenado.²

1.2. BIOMASA: CARACTERÍSTICAS, FUENTES DE OBTENCIÓN Y CLASIFICACIÓN

La biomasa, principalmente en forma de madera, es la fuente de energía más antigua usada por la humanidad. Tradicionalmente la energía de la biomasa se ha usado a través de combustión directa y este proceso incluso hoy, es ampliamente usado alrededor del mundo. Igualmente La bioenergía tiene el potencial de ser 'mundialmente modernizada', producida y utilizada de forma eficiente, a un costo competitivo, usando tecnologías que la conviertan a gas, líquido, o electricidad directa.³

Definición: 1. Materia total de un ser vivo determinado que se expresa en peso por unidad de área o volumen. 2. Materia orgánica generada en un proceso biológico, provocado o espontáneo, utilizable como fuente de energía.⁴

En general hablamos de biomasa como materia viva, de la cual podemos aprovechar su potencial energético para la generación de energía o combustibles aprovechables por el hombre.

Clasificación: La biomasa se clasifica según su origen en 3 grandes grupos:

- Biomasa natural: es aquella que produce la naturaleza sin la intervención del hombre o de otras especies.
- Biomasa residual: es aquella generada como residuo a partir de las actividades del hombre como: Ganadería, Industria agrícola, Industria maderera, Industria depuradora, residuos orgánicos del consumo etc.
- Cultivos Biomásicos: Es aquella biomasa que se cultiva con el fin de ser destinada a la producción de energía, sea por combustión directa o por transformación del recurso en un combustible más refinado.⁵

2 Castells, Xavier. (2005). Tratamiento y valoración energética de residuos. Fundación Universitaria Iberoamericana. Pag 117 -122

2 Demibras, Faith, Mustafa Balat, and Havva Balat. «Potential contribution of biomass to the sustainable development.» Journal of Energy Conversion and Management, 2009.

4 Definiciones según el diccionario de la Real Academia de la Lengua Española.

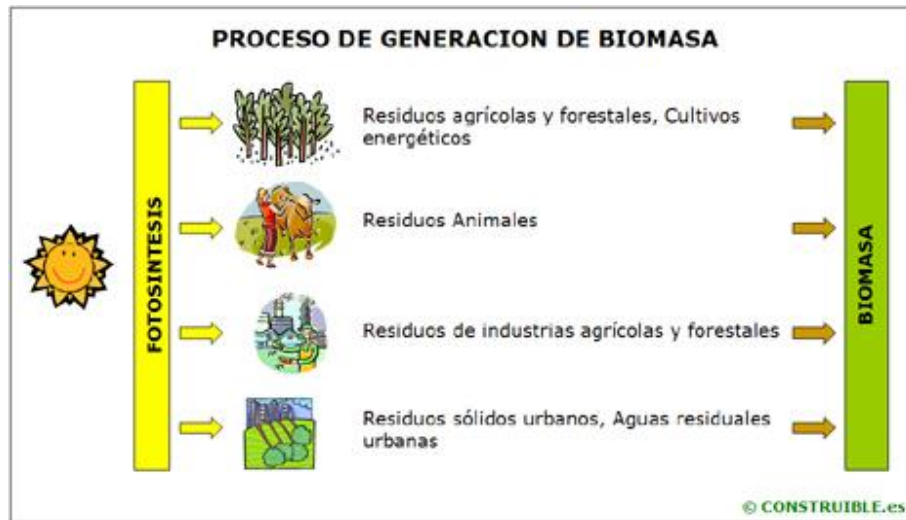


Figura 2: Generación de Biomasa. Fuente: construible.es⁶

La biomasa se puede clasificar no sólo por su origen sino por el tipo de residuo tal como sugiere Faaij (2004). Los recursos biomásicos que se pueden usar para la obtención de energía son diversos. Cuando se habla del aprovechamiento de residuos, se puede hacer una distinción entre residuos primarios, secundarios y terciarios (incluyendo aquí las basuras), todos éstos grupos de subproductos se encuentran disponibles gracias al desarrollo de otras actividades o bien debido a cultivos con propósitos meramente energéticos.

Residuos de orden primario: Se obtienen durante la producción de alimentos, cultivos y explotación forestal. Ejemplos de éstos son residuos de la tala de árboles o cáscaras provenientes del proceso de producción de alimentos (principalmente granos, cereales y maíz). Este tipo de biomasa generalmente se encuentra en el campo, para su aprovechamiento se necesita una logística de recolección y almacenamiento.

Residuos de orden Secundario: Se generan durante el proceso industrial de transformación de los alimentos de cosecha en alimentos procesados. Este tipo de residuos es abundante y generalmente está disponible en grandes plantas industriales de industrias de alimentos y bebidas, madereras o papel.

Residuos de orden Terciario: Este tipo de recurso está disponible una vez la biomasa ha perdido todo su valor como bien de consumo, es decir, en esta categoría se incluyen los tipos de biomasa en forma de basuras, entre estos recursos se encuentran la materia orgánica que se recolecta por los servicios municipales de aseo, la materia orgánica de las aguas negras, madera sobrante de demoliciones y construcciones.

De acuerdo a las clasificaciones anteriores, según origen y tipo de biomasa, podemos clasificar la cascarilla de o cisco de café como biomasa natural y como biomasa de segundo orden, pues el grano debe someterse a procesos previos de despulpe, secado y

5 Klass, Donald. Biomass for renewable energy and fuels. Elsevier, 1998.

6 Obtenido en http://blogueiros.axena.org/wp-content/uploads/2009/08/Energia_Biomasa.jpg, visitado el 29/09/09

trilla antes de entregar la cascarilla como subproducto. En cuanto a la pulpa de la cereza de café, se trata igualmente de biomasa natural de segundo orden.

1.3. BIOMASA EN COLOMBIA

Colombia es un país con abundantes recursos biomásicos. El país cuenta con una gran cantidad de bosques como recurso primario. Sin embargo la principal fuente de generación de biomasa potencialmente aprovechable energéticamente se puede encontrar gracias a factores como la producción industrial de alimentos, las actividades de cosecha y recolección de productos agrícolas, la industria ganadera, la industria maderera y la existencia de rellenos sanitarios.

La figura 3 muestra un mapa donde se identifica la intensidad de fuentes biomásicas en el país. Los lugares más oscuros hacen relación a alta densidad de materia biomásica, y los más claros, se refieren a los de menor densidad de este recurso. Los potenciales se distribuyen para la biomasa primaria, en las áreas rurales con considerable actividad agrícola y bosques, para los residuos sólidos municipales se cuenta con los centros urbanos.

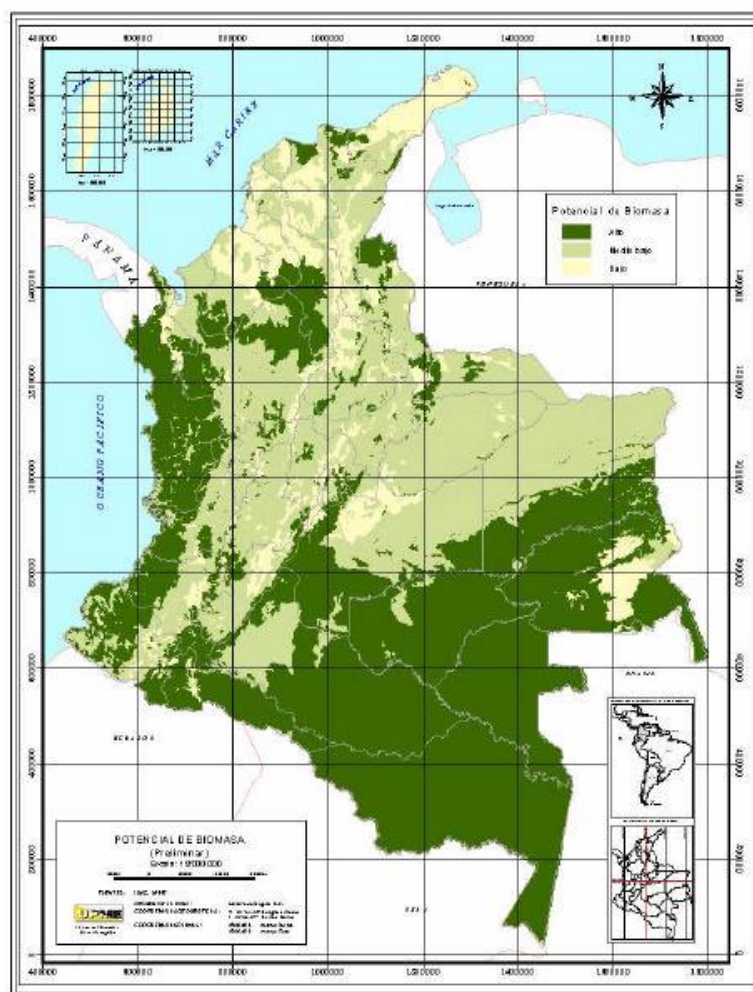


Figura 3: Mapa de la biomasa en Colombia. Fuente: Botero, 2006

La tabla 2 muestra la producción de biomasa a partir de los principales residuos agroindustriales en Colombia en regiones representativas:

Departamento	Bagazo de Caña		Residuos de la Coseña de Caña		Pulpa de Palma Africana	
	Ton	MWh/año	Ton	MWh/año	Ton	MWh/año
Cesar	15,057,249	4247	23,883,914	11,36	3,294,631	2,143
Meta	14,577,059	4112	23,122,233	10,998	3,031,231	1,972
Tolima	12,467,847	3517	19,776,586	9,407	1,981,746	1,289

Tabla 1: Principales Residuos Agroindustriales en Colombia. Fuente: Botero, 2006

Las tablas 3 y 4 muestran los principales cultivos agroindustriales para la producción de biocombustibles.

Departamento	Palma Africana		Girasol		Soya	
	MWh/año	Gal/año	MWh/año	Gal/año	MWh/año	Gal/año
Cesar	1,544	408,612,350	545	147,935,870	334	93,874,530
Meta	1,421	375,944,003	211	57,282,846	129	36,348,875
Tolima	929	245,783,994	74	20,096,528	45	12,752,214

Tabla 2: Principales Cultivos Energéticos en Colombia para la producción de Biodiesel. Fuente: Botero, 2006

Departamento	Caña		Maíz		Papá		Yuca	
	MWh/año	Gal/año	MWh/año	Gal/año	MWh/año	Gal/año	MWh/año	Gal/año
Cesar	2,431	960,128,947	866	341,990,841	0	0	508	200,556,109
Cundinamarca	1,919	757,937,709	299	118,005,778	164	64,844,329	401	158,323,168

Tabla 3: Principales cultivos energéticos en Colombia para la producción de alcohol carburante. Fuente: Botero, 2006

En cuanto a los residuos sólidos, los mayores depósitos son: Bello y Don Matías en Antioquia, Mondoñedo en y Doña Juana, en Cundinamarca. El 85% de las basuras se genera en los hogares y el 15% restante lo produce el comercio, la industria, las instituciones, las plazas de mercado y las vías públicas. El 56% de los centros urbanos de Colombia disponen de las basuras en botaderos a cielo abierto y el 5% los arrojan a los ríos.⁷

1.4. PROCESOS DE APROVECHAMIENTO DE BIOMASA

La transformación de la Biomasa en energía, también llamada Bioenergía, comprende un amplio y diverso grupo de fuentes biomásicas, procesos de transformación y requerimientos de infraestructura de acuerdo al uso final que se desee dar a la energía. Tal y como se comentó anteriormente, la biomasa puede ser obtenida a partir de cultivos especialmente destinados a la producción de energía, como algunos cultivos de caña de azúcar o palma africana en Colombia por ejemplo, cosechando algunos productos forestales como por ejemplo madera, o a partir de residuos orgánicos, sean estos

⁷ Botero, S. Biomasa como alternativa energética, Universidad Nacional de Colombia, 2006.

provenientes de la agro-explotación animal o vegetal o bien de vertederos de desechos en las ciudades. En cualquier caso, sea cual sea la fuente, la biomasa exige ser cosechada o recolectada, almacenada y posteriormente transportada a la instalación donde se pretende hacer uso de ella antes de ser transformada en bioenergía a partir del uso de una tecnología adecuada.

La biomasa puede ser transformada en formas útiles de energía usando diferentes procesos. Los principales factores que influyen la decisión a la hora de escoger el tipo de proceso son el tipo y cantidad de recursos biomásicos disponibles, el uso final que se desea obtener de la energía, las limitaciones ambientales que puedan ser impuestas a este tipo de proyectos, las condiciones económicas y los requerimientos específicos de estos proyectos. Generalmente lo primero que se establece es la forma final de uso de la energía, para diseñar la hoja de ruta del proyecto.⁸(McKendry, 2002)

La biomasa puede ser transformada básicamente en 3 subproductos:

- Productos para la generación de potencia y calor.
- Productos para ser usados como combustibles en el transporte.
- Productos químicos cuyo uso final no tiene que ver con la generación de energía.

Para el aprovechamiento energético de la biomasa, que para efectos del presente trabajo, es el que nos concierne, podemos clasificar las tecnologías en dos grandes grupos de acuerdo con el tipo de transformación que requerimos, estos son “Transformación Termoquímica” y “Transformación Bioquímica”. Particularmente la transformación termoquímica engloba a su vez cuatro subprocesos: Combustión, pirólisis, gasificación y licuefacción. La transformación bioquímica por su parte engloba dos: digestión anaerobia para la producción de biogás y la fermentación para la producción de combustibles líquidos. En la figura 4 se muestra un cuadro resumen con los productos que se pueden obtener de cada transformación.

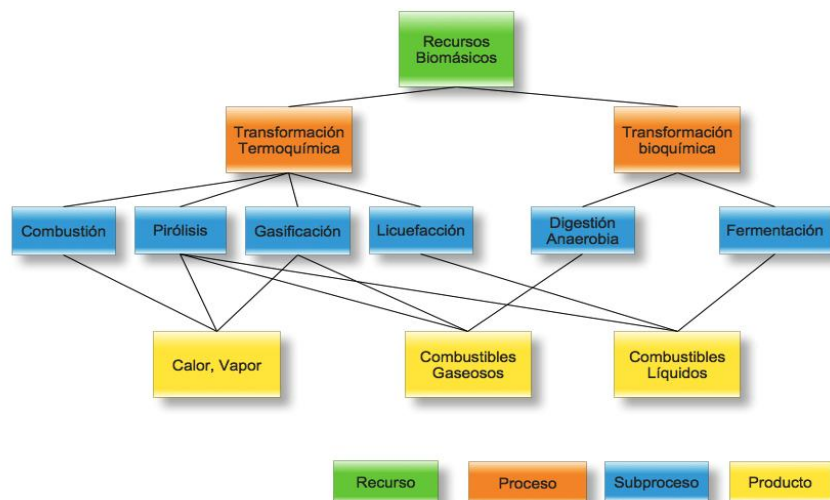


Figura 4: Procesos de transformación de la biomasa en energía. Fuente: McKendry, 2002

⁸ McKendry, P. Energy production from biomass. Part II: Conversion Technologies. Journal of Bioresource Technology, 2002.

A continuación trataremos estos procesos en tres subgrupos: Procesos termoquímicos, procesos bioquímicos, y fabricación de combustibles líquidos, en el que abordaremos en particular la licuefacción y la fermentación.

1.4.1. Procesos Termoquímicos de transformación.

Los procesos termoquímicos son principalmente tres: Combustión pirolisis y gasificación, el proceso de licuefacción es rara vez usado en el aprovechamiento energético de la biomasa.(McKendry, 2002)

1.4.1.1. Combustión

La combustión de un combustible se puede definir como la oxidación total del mismo para producir energía principalmente y algunos subproductos como dióxido de carbono (CO₂) y agua (H₂O). En el caso de la biomasa el proceso consta de varios pasos fundamentales: En primer lugar la biomasa debe ser secada, gran parte de los recursos biomásicos tienen un alto contenido de agua, entre mayor sea el contenido de agua más difícil resulta su aprovechamiento para la producción de energía.⁹

A continuación sigue el proceso de pirolisis en el cual, la materia orgánica es descompuesta por calentamiento en ausencia de oxígeno (O₂). En este proceso se forma carbón y alquitrán, así como algunos gases combustibles. El siguiente paso en la combustión de la Biomasa es la Gasificación. Aquí se forman gases combustibles, principalmente metano. Finalmente el último paso de la cadena es la combustión final en la que los gases se combinan con oxígeno para formar dióxido de carbono (CO₂) y agua (H₂O) y otros subproductos que dependen de los componentes del combustible Biomásico, adicionalmente se generan cenizas.¹⁰

La combustión de la biomasa es usada en un amplio margen de equipos para transformar la energía química almacenada en la biomasa en calor, energía mecánica o electricidad, tal como estufas, turbinas de vapor, turbo-generadores, etc. La combustión de la biomasa produce gases calientes a temperaturas entre los 800 – 1000 °C. Es posible quemar cualquier tipo de biomasa, sin embargo en la práctica la combustión es únicamente viable en biomasa con un contenido de humedad inferior al 50% a no ser que esta se someta a un proceso de secado antes de su combustión. Para biomasa con contenidos de humedad superiores es mucho mejor usar procesos de transformación bioquímicos.¹¹

La combustión de biomasa es la técnica más utilizada para obtener energía del recurso, sea en forma de calor o para la generación de electricidad. Los calentadores domésticos alcanzan eficiencias hasta del 70%.¹² La tecnología predominante sin embargo para la

9 Faaij, Andre. «Biomass Combustion.» *Encyclopedia of Energy*, 2004.

10 Ibid.

11 McKendry, P. *Energy production from biomass. Part II: Conversion Technologies.* *Journal of Bioresource Technology*, 2002.

12 Kammen, Daniel M., Robert Bails, and Antonia V. Herzog. *Clean Energy for Development and Economic Growth: Biomass and other renewable energy options to meet energy and development*

generación de electricidad se emplean calderas de pequeño poder, cerca de 1MW, donde la combustión directa de la biomasa es usada para generar vapor, que luego es introducido a través de una turbina, sin embargo, según McKendry en estas tecnologías las eficiencias rondan entre el 20% y el 40%.

Los gases resultantes de la combustión de la biomasa pueden ser usados para una amplia variedad de aplicaciones tales como:

- Pequeños sistemas de producción de calor para calefacción directa de hogares, cocción de alimentos y calentamiento de agua.
- Producción de calor a mayor escala para calefacción de comunidades y pequeños procesos industriales.
- Alcance de altísimas temperaturas para la producción de vapor con propósitos industriales y generación de energía eléctrica a gran escala usando turbinas o motores de vapor.

Existe un amplio número de tecnologías dispuestas para la combustión de la biomasa, en la tabla 4 se presenta un resumen de las más importantes con sus ventajas, desventajas y aplicaciones comunes.

Tecnología de Combustión	Ventajas	Desventajas	Principales aplicaciones
Estufas y calderas de alimentación inferior	Bajo costo, control sencillo.	Alta calidad y cantidad en el suministro de combustible	Generación de calor, en algunos casos hasta 6MWh para comunidades.
Hornos de parrilla	Bajo costo de proceso, infraestructura resistente a la escoria.	Dificultad para usar mezclas de combustible. La combustión no es homogénea, generando emisiones indeseables.	Usual en la incineración de basuras. Se puede llegar a producir una potencia de hasta 20–30MWe.
Combustión de polvo (Dust combustion)	Alta eficiencia, buen control sobre la carga de biomasa, bajas emisiones de óxidos nitrosos.	Se requiere biomasa peletizada o en partículas diminutas. Se necesita el uso de revestimiento especial para el horno de combustión.	Su uso no es común salvo en instalaciones que tengan abundancia de biomasa en forma de aserrín o polvo.
Tecnología de Lecho fluidizado Burbujeante (BFB)	Alta flexibilidad en el uso de material con alta humedad, baja emisiones de óxidos nitrosos, alta eficiencia, bajo flujo	Altos costos de infraestructura y operación. La biomasa requiere ser tratada previo a su uso. Gases con	Capacidad de producción de hasta 20 MWh. Tecnología en plantas para alta capacidad de producción y en

needs in poor nations. Policy Discussion Paper, Environmentally Sustainable Development Group (ESDG) of the United Nations Development Programme (UNDP), 2002.

	de gases.	alta cantidad de partículas, generación de ceniza, la escoria producida maltrata los equipos.	capacidad de recibir diversidad de combustibles.
Lecho de fluido circulante (CFB)	Alta flexibilidad de combustibles respecto a factores como humedad, bajas emisiones de óxidos nitrosos, buena eficiencia y transmisión de calor.	Altos costos de infraestructura y operación. La biomasa requiere ser tratada previo a su uso. Gases con alta cantidad de partículas, generación de ceniza, la escoria producida maltrata los equipos. Proceso improductivo para cargas parciales de combustible	Capacidad de producción de hasta 30 MWh. Tecnología en plantas para alta capacidad de producción y en capacidad de recibir diversidad de combustibles. Existen cerca de 300 plantas de este estilo en el mundo

Tabla 4: Tecnología en la combustión de biomasa. Fuente: Faaij, 2004.

El uso de la combustión como una tecnología de aprovechamiento es ampliamente aceptado para la generación de calor, sin embargo su potencial en la generación de energía eléctrica se reduce a plantas con un gran potencial de generación e inversión.

1.4.1.2. Pirolisis

La pirolisis es la transformación de la biomasa en fracciones líquidas, sólidas y gaseosas a partir del calentamiento de la biomasa en ausencia de aire a temperaturas cercanas a los 500 °C. La pirolisis puede ser usada para producir 'bio-combustibles' principalmente usando la técnica de "bio-flash" posibilitando de esa forma la producción de bio-crudo a partir de biomasa con una eficiencia superior al 80%.¹³ El bio-crudo puede ser usado en motores e igualmente como materia prima para refinerías. Sin embargo estos crudos presentan problemas en su producción tales como la poca estabilidad térmica y su poder corrosivo. Existen algunos procesos tales como reducción de la cantidad de oxígeno en la mezcla y la remoción de todos los compuestos alquénicos por medio de hidrogenación y rompimiento catalítico de las moléculas.

¹⁰Pruebas de ello se registran en estudios de Aston University y DKTeknik, 1993; EU, 1999; Aston University, 1996.

1.4.1.3. Gasificación

El procesamiento termoquímico de la biomasa genera productos gaseosos, líquidos y sólidos e igualmente ofrece la posibilidad de producir combustibles gaseosos y líquidos. La gasificación es un proceso de degradación total consistente en una serie de procesos térmicos y termoquímicos que convierten todo el carbono (C) en la biomasa en un gas, dejando adicionalmente un residuo inerte.

Algunas consideraciones importantes sobre la gasificación de la biomasa son:

- El gas debe ser, generalmente, purificado ya que contiene impurezas, tóxicos y otros gases que pueden entorpecer el proceso de combustión posterior.
- El gas biomásico puede ser usado para generar energía a través de calentadores de agua, motores y turbinas de gas, generando emisiones netas casi nulas. (respecto al ciclo de la biomasa).¹⁴

La gasificación de la Biomasa recoge productos sólidos, líquidos y gaseosos para transformarlos en gases útiles en la generación de energía. La Gasificación es la degradación total del sustrato de carbono (en este caso particular, la biomasa) hasta llevarlo a forma gaseosa. Cuando se usa el oxígeno como agente oxidante los productos de la gasificación son principalmente metano (CH₄), monóxido y dióxido de carbono (CO y CO₂ respectivamente). Adicionalmente durante el proceso se producen otros gases como hidrógeno (H₂) y nitrógeno (N₂), y queda un residuo de materia inerte.¹⁵

La gasificación ocurre de acuerdo a la siguiente secuencia de procesos en la gran mayoría de gasificadores, con pequeñas variaciones los unos de los otros. En primer lugar la biomasa debe ser secada, luego calentada, a continuación ocurre la descomposición térmica y finalmente ocurre la gasificación. El gasificador se calienta para favorecer las reacciones endotérmicas que ocurren en el proceso.¹⁶

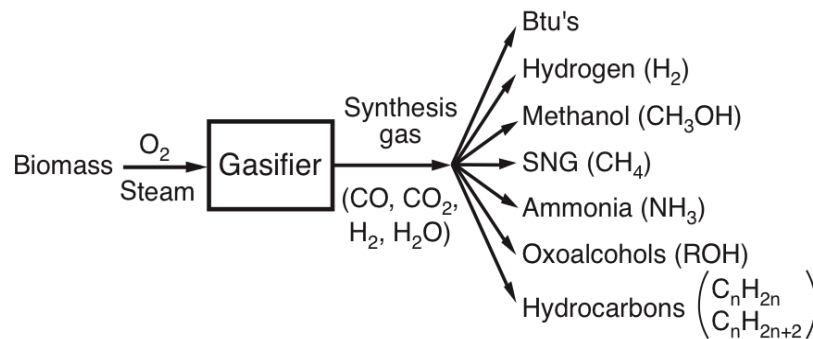


Figura 5: Productos de la gasificación de biomasa. Fuente: Bauen, 2004.

14 Kammen, Daniel M., Robert Bails, and Antonia V. Herzog. Clean Energy for Development and Economic Growth: Biomass and other renewable energy options to meet energy and development needs in poor nations. Policy Discussion Paper, Environmentally Sustainable Development Group (ESDG) of the United Nations Development Programme (UNDP), 2002.

15 Bauen, Ausilio. «Biomass Gasification.» Encyclopedia of energy (Elsevier), 2004.

16 Ibid.

La siguiente secuencia es el proceso típico que se sigue en todos los gasificadores:

- Secado.
- Calentamiento.
- Descomposición térmica (combustión y pirólisis).
- Gasificación.

La siguiente tabla ilustra las reacciones que se producen en los gasificadores:

Tipo	Reacción
Combustión	$C + \frac{1}{2} O_2 = CO$ $C + O_2 = CO_2$
Pirólisis	$4 \cdot C_n H_m = m \cdot CH_4 + (4n - m) \cdot C$
Gasificación	$C + CO_2 = 2 \cdot CO$ $C + H_2O = CO + H_2$ $C + 2 \cdot H_2 = CH_4$
Reacciones en fase de gas	$CO + H_2O = CO_2 + H_2$
Metanización	$CO + 3 \cdot H_2 = CH_4 + H_2O$

Tabla 5: Reacciones químicas durante la gasificación de la biomasa. Fuente: Bauen, 2004.

Cabe mencionar que de este grupo de reacciones, todas son endotérmicas, salvo el caso de la reacción de pirólisis. En gasificadores con calentamiento directo, la energía (en forma de calor) necesaria para las reacciones endotérmicas es proporcionada por las reacciones de combustión que ocurren dentro del gasificador. En los gasificadores con calentamiento indirecto, el calor debe generarse en el exterior del gasificador. Los gasificadores pueden funcionar con presiones cercanas a la atmosférica hasta muy altas presiones de varias atmosferas. En conclusión la temperatura, la presión y el tiempo de proceso son los factores principales que determinan la naturaleza final del gas obtenido.¹⁷

Se pueden distinguir tres tipos de gasificación basándonos en el agente gasificador y la forma en la que se incorpora el calor en el proceso: gasificación con calentamiento directo por aire, gasificación con calentamiento directo por oxígeno y gasificación con calentamiento indirecto. En los dos primeros casos el agente gasificador (aire y oxígeno respectivamente), introducido en el gasificador, quema una pequeña parte de la biomasa para proveer el calor necesario para gasificar el resto del recurso en un ambiente pobre en aire. La gasificación por aire conduce a un producto rico en nitrógeno (entre 50% y 65%) y en consecuencia un poder calorífico relativamente bajo (entre 4 y 8 MJ/Nm³). Los gasificadores de pequeña capacidad son, usualmente, gasificadores de aire, aunque también se ve este tipo de tecnología en algunos gasificadores grandes. En la gasificación con oxígeno es necesario tener una planta de producción de oxígeno, esto incrementa los costos y el consumo de energía, pero conlleva a producir un gas con menor contenido de nitrógeno y por ende un mayor poder calorífico (entre 10 y 18 MJ/Nm³). En ambos procesos se puede agregar vapor de agua, con el fin de que éste actúe como un moderador térmico en el proceso y aumente el poder calorífico del gas resultante. Los

¹⁷ Ibid.

gasificadores de calentamiento indirecto no requieren de la presencia de aire u oxígeno en el proceso pues el calor necesario es generado en el exterior del gasificador. Por ejemplo la biomasa al interior del gasificador puede ser calentada a partir de quemar los residuos sólidos del proceso de gasificación o a través de la transmisión de calor generado en sistemas externos. En estos gasificadores se obtienen gases con un poder calorífico medio y se puede agregar vapor al proceso para incrementar la calidad del gas. El diseño del gasificador tiene un impacto directo sobre la composición del gas producido, los líquidos condensados, las partículas sólidas disueltas y el contenido de agua.¹⁸

Existen varias tecnologías para el proceso de gasificación:

- Gasificadores de lecho fijo
- Gasificadores con lecho fluido circulante
- Gasificadores con lecho de fluido arrastrado
- Gasificadores de baño fundido.

A nivel mundial se pueden encontrar muchos ejemplos de proyectos de micro-generación de electricidad basados en la tecnología de gasificadores de lecho fijo acompañados de motores para generación. Gasificadores más grandes como los de lecho fluido son usados para aplicaciones industriales.

1.4.2. Procesos bioquímicos de transformación.

Los procesos bioquímicos de transformación son aquellos en los cuales agentes biológicos intervienen en el proceso químico de conversión de la biomasa en un energético de uso directo. Los principales procesos de transformación bioquímicos de la biomasa son gasificación por digestión anaerobia y fermentación.

1.4.2.1. Gasificación por digestión anaerobia.

Otro conocido proceso de gasificación es el de aprovechamiento de la biomasa en descomposición. La biomasa debe ser almacenada en grandes silos con presión y temperatura controladas, de forma que las bacterias puedan acelerar la descomposición de la materia orgánica. Los microbios ayudan a fermentar la materia orgánica en ausencia de oxígeno, dando lugar a una mezcla de gases compuesta principalmente por metano. Esta mezcla se le conoce también como biogás y es, generalmente, abundante en rellenos sanitarios.¹⁹

La figura 6, a continuación, muestra a grandes rasgos el diseño de un gasificador para digestión anaerobia de biomasa:

18 Ibid.

19 Bauen, Ausilio. «Biomass Gasification.» Encyclopedia of energy (Elsevier), 2004.

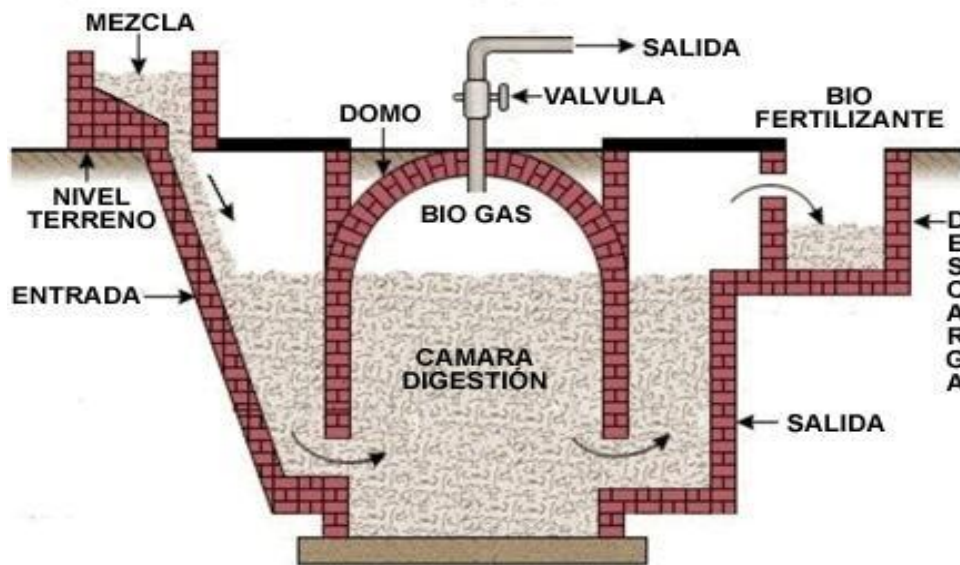


Figura 6: Sistema de digestión anaerobia. Fuente: Asignatura Producción Limpia

La digestión anaerobia es la conversión de material orgánico directamente a gas. Este gas es, en su mayoría, una mezcla de metano (CH_4) y dióxido de carbono (CO_2), aunque también hay presencia minoritaria de otros gases con nitrógeno y azufre. La biomasa se convierte en gas por la acción de las bacterias en un ambiente anaeróbico. El gas producido tiene un contenido energético de entre un 20% y 40% de la capacidad de la biomasa que se usó en la alimentación. La digestión anaerobia ha sido probada como una tecnología comercialmente viable y es usada ampliamente para tratar biomasa en forma de residuos orgánicos con un alto contenido de humedad (entre el 80% y 90%). El biogás producido se puede usar en combustión directa, en turbinas o motores a gas, de igual manera se puede aumentar su calidad (hasta una calidad cercana a la del gas natural) usando tecnologías de remoción de subproductos como el dióxido de carbono. El biogás, usado como combustible para producir energía eléctrica alcanza una eficiencia total de apenas entre un 10 y 16%.²⁰

1.4.3. Combustibles líquidos a partir de biomasa

Uno de los usos más extendidos de la biomasa es el de la generación de combustibles líquidos, principalmente alcohol y biodiesel. El Biodiesel se produce mediante un proceso complejo en el que grasas animales y vegetales se transforman en combustible a través de una serie de procesos químicos. Por su parte para el alcohol se emplea principalmente el proceso de fermentación usando como fuente biomásica cultivos especializados (e.g. Caña de azúcar) LA siguiente figura obtenido de la Agencia Nacional de la Energía Renovable²¹ de Estados Unidos muestra a grandes rasgos como es el proceso, referido al ciclo de vida de los combustibles.

²⁰ McKendry, P. Energy production from biomass. Part II: Conversion Technologies. Journal of Bioresource Technology, 2002.

²¹ NREL, National Renewable Energy Laboratory por sus siglas en inglés

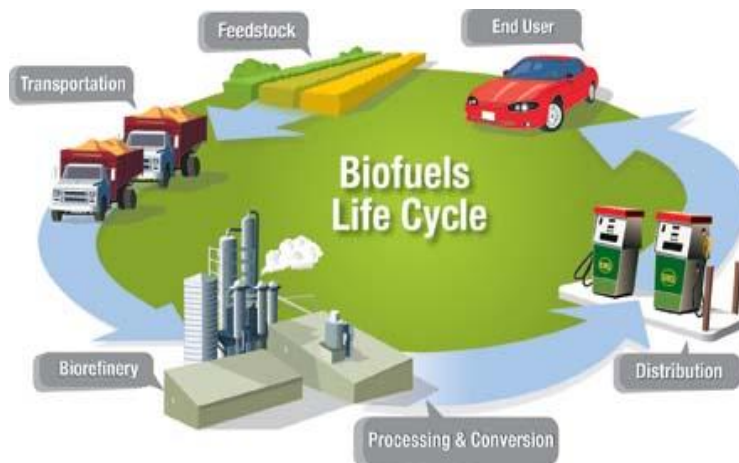


Figura 7: Ciclo de vida de los biocombustibles. Fuente: Laboratorio Nacional de la Energía Renovable²², EEUU.

Para la producción de combustibles líquidos se pueden usar principalmente 3 procesos. El primero fue expuesto anteriormente, es el proceso de pirolisis cuyo principal producto es el 'bio-crudo'. A continuación se mencionan los 2 subprocesos restantes: Licuefacción y fermentación.

1.4.3.1. Licuefacción

La licuefacción de la biomasa es considerada por el WSL²³ como un proceso para la conversión de biomasa en un hidrocarburo (o mezcla de hidrocarburos) líquido y estable en medios con baja temperatura y alta presión. El método de licuefacción que goza de mayor aceptación es el HTU o 'Hydro Termal Upgrading', proceso en el cual se convierte la biomasa presente en ambientes con alto contenido de humedad y alta presión a una mezcla de hidrocarburos oxigenados, sin embargo este proceso a aún se encuentra en etapas de prueba²⁴. Cabe decir que no existe mucho interés en el desarrollo del mismo pues se trata de un proceso más complejo y costoso que la pirolisis, la cual de por si ronda en eficiencias cercanas al 80% como se mencionó anteriormente.

1.4.3.2. Fermentación

La fermentación es una técnica usada comercialmente y a gran escala, en varios países para producir etanol a partir de la caña de azúcar, maíz, trigo y otros granos. En el proceso la biomasa es triturada y a esta se le agregan encimas para ayudar a la conversión de los azúcares en alcoholes, principalmente etanol. A continuación el etanol es purificado en un proceso de destilación. Los residuos sólidos del proceso pueden ser

²² http://www.nrel.gov/learning/re_biofuels.html (portal consultado 25 de mayo 2009)

²³ Warren Spring Laboratory, 1993.

²⁴ McKendry, P. Energy production from biomass. Part II: Conversion Technologies. Journal of Bioresource Technology, 2002.

usados posteriormente como alimento para ganado o como abono para la tierra, adicionalmente cuando se trata de caña de azúcar éste residuo puede ser usado directamente como combustible o como fuente para un proceso de gasificación. La conversión de biomasa con alto contenido de 'lignocelulosa' tal como madera o la cascarilla del café, es más compleja y la fermentación de este tipo de materia se encuentra aún en etapas de prueba ²⁵.

1.5. SELECCIÓN DE LA TECNOLOGÍA

McKendry (2002) afirma que lo primero que se debe determinar en un proyecto de generación de energía a partir de biomasa, es la forma final de uso de esta energía, con el fin de diseñar una hoja de ruta adecuada.

La tabla a continuación resume las principales tecnologías mencionadas y sus aplicaciones.

Tecnología	Principal producto	Principal aplicación
Combustión	Calor	<ul style="list-style-type: none"> • Generación de potencia usando turbinas de vapor. • Sistemas de Calefacción.
Pirolisis	Bio - crudo	<ul style="list-style-type: none"> • Producción de combustibles líquidos y otros derivados del crudo.
Gasificación	Gas Metano	<ul style="list-style-type: none"> • Generación de potencia usando motores a gas. • Sistemas de calefacción.
Digestión Anaerobia	Gas Metano	<ul style="list-style-type: none"> • Generación de potencia usando motores a gas. • Sistemas de calefacción.
Licuefacción	Bio- Crudo	<ul style="list-style-type: none"> • Producción de combustibles líquidos y otros derivados del crudo.
Fermentación	Etanol	<ul style="list-style-type: none"> • Producción de bio combustibles líquidos principalmente para el transporte.

Tabla 6: Resumen de las tecnologías mencionadas y sus principales aplicaciones.
Fuente: El autor.

²⁵ Coombs, J., 1996. Bioconversion Assessment Study. CPL Scientific Ltd, UK (Air – CT92 – 8007).

Para el primer paso en la evaluación se establecen criterios de preselección teniendo en cuenta si:

- El principal producto de la tecnología
- El estado de la misma (investigación y desarrollo, prueba o aplicación comercial)
- El tipo de recurso biomásico que se emplea

Se adaptan o no al proyecto en cuestión.

De acuerdo con lo anterior, y teniendo como foco el objetivo del presente proyecto, el tipo de biomasa a emplear (cascarilla de café) y la sugerencia con la que se inicia esta sección, las tecnologías de pirólisis, digestión anaerobia, licuefacción y fermentación deben ser descartadas de la lista por las siguientes razones:

- **Pirólisis:** Su principal subproducto no puede ser usado en la generación de potencia directamente, debe ser sometido a otras transformaciones, incurriendo en mayor costo.
- **Digestión Anaerobia:** Si bien su principal producto es gas, el tipo de biomasa que se debe emplear en proyectos que impliquen el uso de esta tecnología debe tener un alto contenido de humedad, es decir entre el 80% y 90%, como se explicará posteriormente en el capítulo 3, la cascarilla de café no cumple con este estándar.
- **Licuefacción:** Su principal subproducto no puede ser usado en la generación de potencia directamente, debe ser sometido a otras transformaciones, incurriendo en mayor costo. Se trata de una tecnología en fase de desarrollo.
- **Fermentación:** La principal aplicación de su producto es la producción de combustibles líquidos para el transporte y no la generación directa de energía eléctrica. La fermentación de biomasa con alto contenido de 'lignocelulosa' tal como madera o la cascarilla del café (objeto del presente proyecto) es compleja y aún se encuentra en etapa de desarrollo.

Hecho el anterior análisis pasamos a evaluar las dos tecnologías restantes combustión y gasificación. Apoyado en la tabla 5 y adicionando información sobre las tecnologías comunes de gasificación, a continuación se presenta una tabla con ventajas y desventajas de las mismas de acuerdo a su objeto de aplicación:

Tecnología	Aplicación	Capacidad	Eficiencia	Inversión (Euros/kW)
Combustión	Combustión directa para generación de calor	1 - 5 MW	Desde capacidades muy bajas (chimeneas y hornos de leña) hasta hornos modernos con eficiencia entre el 70% y 90%.	100 a 700
	CHP ²⁶	0.1 - 1 MW	Entre 60% y 90% en generación de calor. Menos del 10% en generación de electricidad	N/A
	Combustión directa para energía eléctrica	20 - 100 MW	20% - 40% en la generación de electricidad	1600 a 2500
	Co-combustión	5 - 20 MW	30% - 40% en la generación de electricidad	cerca de 250
Gasificación	Combustión directa para generación de calor	Cerca de 100 kWth ²⁷	80% - 90%	a partir de 100 dependiendo de la capacidad
	CHP con un motor de Gas	0.1 - 1 MW	15% - 30%	Entre 1000 y 3000 según la configuración
	BIG/CCT ²⁸	30 - 100 MW	40% - 50% e incluso superior en la generación de electricidad	3500 a 5000 para instalaciones pequeñas. 1000 a 2000 instalaciones grandes.

Tabla 7: Gasificación y Combustión. Principales aspectos de comparación según datos de desempeño a nivel mundial. Fuente: Faaij, 2004.

Para la selección de la tecnología apropiada para el proyecto debemos adicionalmente tener en cuenta la cantidad de energía que se necesita, este tema se aborda en el siguiente capítulo, sin embargo esta cantidad es inferior a 1 MW, este factor por si sólo

26 Combined Heat and Power, o cogeneración de calor y potencia

27 kW térmicos equivalentes.

28 Biomass integrated Gasification with Clean Coal Technology, o Gasificación de Biomasa integrada con tecnología de carbón limpio.

limita la elección de tecnología a las tecnologías CHP, tanto de combustión como de gasificación. Finalmente la eficiencia del sistema se convierte en el factor determinante, la tecnología CHP de gasificación de biomasa cuenta con entre un 5% y un 20% más de eficiencia frente a la tecnología CHP de combustión.

Finalmente dentro de las aplicaciones de CHP de gasificación, tenemos La tecnología de lecho fijo, en la que diferenciamos, tecnología de flujo descendente y tecnología de flujo ascendente y tecnología de lecho fluidizado. La tabla a continuación compara estas tecnologías:

	Lecho fijo		Lecho fluidizado
	Updraft	Downdraft	
Biomasa con alto contenido en humedad (25- 50%)	Sí	No	No
Tamaño del combustible uniforme	Poco crítico	Crítico	No crítico
Contenido en alquitranes del gas	Alto	Bajo	Moderado
Productos comerciales de generación de electricidad de pequeña escala (<100kWe)	Medianamente adecuado	Adecuado	No adecuado

Tabla 8: Tecnologías de gasificación y principales aspectos de comparación.
Fuente: Bueno, 2008.

De acuerdo a todas las características anteriormente mencionadas, en los aspectos como humedad de la biomasa, uniformidad del material, y producción de energía de pequeña escala, un gasificador 'Downdraft' resulta ser el más apropiado para la evaluación del proyecto. Adicionalmente cabe decir que esta tecnología es en la actualidad la más usada para proyectos de micro-generación a nivel mundial.

Por ende la tecnología más apropiada para el proyecto que se pretende evaluar en el presente trabajo es la tecnología de gasificación de biomasa 'Downdraft' integrada con un motor de gas. A esta conclusión se llega teniendo en cuenta los siguientes factores:

- Disposición final de la energía a generar.
- Tipo de biomasa con la que se pretende alimentar el sistema.
- Demanda energética de las fincas.
- Eficiencia en la generación de energía eléctrica del sistema.

2. CARACTERIZACIÓN DE LA REGIÓN

Para el presente proyecto se tomaron como objeto de estudio las fincas cafeteas ‘El Edén’²⁹ y ‘Buenos Aires’³⁰ ubicadas en la ‘Vereda La Polonia’ en el municipio de Alcalá, Valle del Cauca y la finca ‘La Meseta’³¹ en la ‘Vereda Santa Ana’ en el municipio de Quimbaya, Quindío, fincas todas con producción cafetera y donde el acceso a la energía eléctrica es precario y costoso. Se trata de fincas colindantes, comunicadas por caminos veredales, siendo la distancia entre ellas de aproximadamente 400 m según indican sus propietarios. La producción de estas fincas así como sus necesidades energéticas las hacen atractivas para la realización del presente estudio.

2.1. LOCALIZACIÓN

2.1.1. Macro-localización: El Eje Cafetero

El Eje cafetero es una región topográfica de Colombia, comprendida en su extensión por los departamentos de Caldas, Risaralda, Quindío, la región nororiental del departamento del Valle del Cauca y toda la región del suroeste de Antioquia. Las ciudades capitales de los tres primeros departamentos mencionados son Manizales, Pereira y Armenia respectivamente. Recibe su nombre gracias al gran papel que ha cumplido la producción de café en la zona.

Las condiciones climáticas con temperaturas que rondan entre los 8°C a los 24°C, geográficas siendo una región cubierta por el bosque tropical andino y geológicas, gozando de la presencia de todos los pisos térmicos gracias a estar en la falda occidental de la cordillera central colombiana, determinan la producción de un café de alta calidad, con periodos de cosecha relativamente cortos y volúmenes relativamente altos.

2.1.2. Micro-localización: Municipio de Quimbaya, Quindío³²

Localización geográfica y extensión: El municipio de Quimbaya se encuentra localizado en la parte noroccidental del departamento del Quindío, limita al norte con el municipio de Alcalá departamento del Valle, al oriente con los municipios de Filandia y Circasia, al sur con el municipio de Montenegro y al occidente con el municipio de Obando también en el departamento del Valle del Cauca. Geográficamente se ubica entre las coordenadas 4° 34" y 4° 40' de latitud norte y 75° 53" y 75° 42' de longitud oeste; la altitud del territorio municipal es en promedio 1,425 m.s.n.m. Tomando como base la regionalización del

29 Ver Anexo A

30 Ver Anexo B

31 Ver Anexo C

32 Información obtenida de <http://quimbaya-quindio.gov.co/nuestromunicipio.shtml?apc=m111--&m=f> el día (23/02/10)

Departamento del Quindío, el municipio de Quimbaya se ubica en la región centro Occidental, caracterizada por aportar la mayor producción del departamento. El municipio de Quimbaya tiene una extensión de 12.669 hectáreas, la cabecera municipal se ubica a 1340 m.s.n.m. y a una distancia de 20 km de la ciudad de Armenia

Límites del municipio: Limita al Norte con el departamento del Valle municipio de Alcalá, al Oriente con los municipios de Filandia y Circasia, al Sur con el municipio de Montenegro y al Occidente con el municipio de Obando departamento del Valle del Cauca.

Extensión total: 126.69 Km²

Extensión área urbana: 2.21 Km²

Extensión área rural: 124.48 Km²

Altitud: 1314 m.s.n.m.(metros sobre el nivel del mar)

Temperatura media: 20°C



Figura 8: Ubicación Geográfica de Quimbaya, Quindío. Fuente: Google Maps.

2.1.3. Micro-localización: Municipio de Alcalá, Valle del Cauca³³

Descripción Física: El Municipio está ubicado en la cordillera central, vertiente occidental, en la hoya hidrográfica del río Cauca, sus tierras son irrigadas por el río La

³³ Información obtenida de <http://quimbaya-quindio.gov.co/nuestromunicipio.shtml?apc=m111--&m=f> el día (23/02/10)

Vieja y la quebrada de Los Ángeles y varias corrientes menores, su cabecera está localizada a los 4° 40' 38" de latitud norte y 75° 47' 15" de longitud al oeste de Greenwich.

Se localiza al extremo Noreste del Departamento del Valle del Cauca, en límites con el Departamento del Quindío. Los límites Geográficos del Municipio son: al norte el municipio de Ulloa, al sur el municipio de Quimbaya, al oriente el municipio de Filandia y al occidente el municipio de Cartago.

El área ocupada por el Municipio está dentro de la franja altitudinal comprendida entre los 950 y 1.600 m.s.n.m., que incluyen tres zonas de vida bioclimáticas: bosque seco tropical, bosque húmedo premontano y bosque muy húmedo premontano. El área del Municipio se ha calculado en 63,690 kilómetros cuadrados.

Toda el área del Municipio está ubicada en la vertiente occidental de la cordillera central que comprende parte de la Hoya Hidrográfica del Río Cauca. Las tierras del Municipio están irrigadas por el Río La Vieja y las quebradas: Los Ángeles, Bellavista y San Felipe, además de varias corrientes menores.

Área Urbana: La cabecera municipal está ubicada a 1.290 metros sobre el nivel del mar, con una temperatura promedio de 21°C se sitúa en la ladera de la montaña, lo cual es muy característico de los municipios de la zona cafetera. Posee una extensión de 743.961 metros cuadrados y un perímetro de 8.277 metros. Presenta una ubicación estratégica con relación a la zona cafetera de los Departamentos de Caldas, Risaralda y Quindío. Las distancias entre las ciudades capitales de los Departamentos vecinos al Municipio de Alcalá, como Armenia (Quindío) y Pereira (Risaralda), fluctúan entre 20 y 25 Km. a diferencia de Cali que es la capital del Valle del Cauca con la cual se tiene una distancia de 214 Km.

Todas las vías que comunican al municipio con la región, se encuentran pavimentadas y asfaltadas, lo que facilita el amplio movimiento poblacional y el intercambio comercial hacia y entre los diversos Municipios que limitan con el Municipio.

Extensión total: 157 Km²

Extensión área urbana: 8.3 Km²

Extensión área rural: 149 Km²

Altitud de la cabecera municipal: 1.290 m.s.n.m. (metros sobre el nivel del mar)

Temperatura media: 21°C

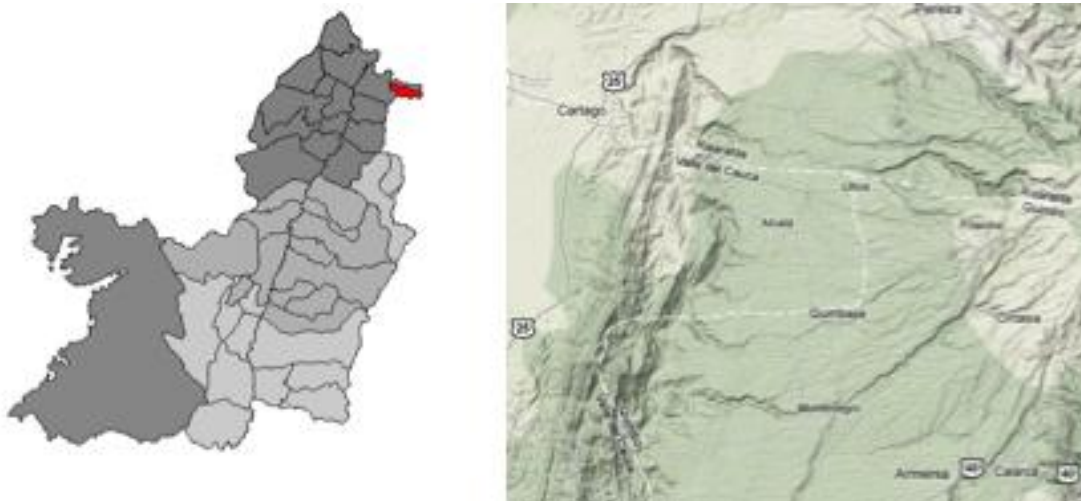


Figura 9: Ubicación Geográfica de Alcalá, Valle del Cauca. Fuente: Google Maps

2.2. PERFIL ECONÓMICO DE LA REGIÓN

Para hablar del perfil económico de la región nos remitimos a los datos otorgados por el estudio de competitividad realizado en el departamento del Quindío. Cabe decir que la ubicación fronteriza del municipio de Alcalá con norte del departamento del Quindío refleja en éste un comportamiento similar a aquel de los municipios ubicados en esta región como lo son Montenegro y Quimbaya. Los datos generales del departamento son presentados a continuación seguidos de un resumen sobre la realidad económica de los municipios de Alcalá y Quimbaya.

La participación del PIB del Quindío en la década del 80 bordeó en promedio el 1.5% y 2.0%, mientras que en el año 2.005 fue del 0.84%, y este producto Interno bruto del departamento (a precios constantes) en el año 2.005 era prácticamente igual al del año 1.998. La participación del sector café en el PIB nacional pasó del 5.69% en 1.990 al 3.90% en el 2.005, y en el PIB departamental su peso era del 15.68% en 1.990 y para el 2.005 se ubicó en el 7.01%.³⁴

En la información del departamento para los últimos años el área agrícola evidencia en café 46.501 has, en plátano y banano 35.965 has, en maíz 1.452 has., en caña panelera 290 has., en yuca 488 has., en frijol 550 has., en cacao 74 has., en arracacha 1.5 has., en papa 26 has., en arveja 12 has. Entre los años 1.984 y el 2.005 el área agrícola pasó de 73.101 hectáreas a 62.693 hectáreas y el área cafetera disminuyó en igual período de 66.743 has. a 47.225 has. En 11 de los 12 municipios del Quindío el área cafetera disminuyó, especialmente en Armenia 4.082 has., Montenegro 4.660 has, Quimbaya 2.321 has., Calarcá 2.043 has., La Tebaida 1.918 has., Filandia 1.677 has., Circasia 1.517 has. En General el sector primario (agricultura, silvicultura, caza y pesca) participa con el 18.86% según cifras del año 2005.³⁵

³⁴ Álvarez , M.A. Elementos para un análisis del modelo de desarrollo del Quindío. 2008.

³⁵ Ibid.

Cabe anotar que según el censo en el año 2006 del DANE sobre la actividad comercial del departamento, un total de 2823 empresas están dedicadas a la elaboración de productos autóctonos de la zona. Este tipo de empresas son las que están generando algún tipo de valor agregado al departamento.

Por su parte la economía local en los municipios de Quimbaya y Alcalá es fundamentalmente rural, depende de la agricultura siendo de mayor importancia el cultivo del café, sigue plátano, tomate, verduras, cítricos, etc. y en segundo renglón la ganadería. En el sector urbano se concentra el comercio, los servicios financieros e institucionales. Otra ocupación importante es la economía informal conformada por los vendedores ambulantes, obreros temporales y cosecheros. El sector En el ámbito local la microempresa presenta las siguientes limitaciones: Baja productividad, competitividad, y rentabilidad debido a problemas como:

- Estrechez del Mercado
- Escasa capacidad de negociación
- Deficiente calidad del producto
- Baja capacidad de comercialización
- Deficientes niveles de producción
- Carencia de recursos de capital
- Escasa disponibilidad y preparación en la mano de obra
- Deficiente formación gerencial de los microempresarios.

Adicionalmente cabe decir que el comercio local se encuentra afectado como consecuencia de los bajos ingresos de la población, los cuales han sido generados por una crisis general del sector rural en consecuencia a sus altos costos de producción que le impiden ser competitivo.

Las condiciones adversas de desarrollo existentes en ambos municipios los colocan como candidatos a tener en cuenta a la hora de llevar a cabo proyectos de emprendimiento con el uso de recursos locales como pueden ser proyectos de generación eléctrica con biomasa.

2.3. FACTORES LOGÍSTICOS RELEVANTES

En este apartado se abordan las vías de acceso a los municipios y a las veredas, así mismo la infraestructura del suministro energético.

2.3.1. Comunicaciones terrestres^{36, 37}

Vías de Acceso a los municipios: El acceso a los municipios de Alcalá y Quimbaya está determinado por 2 carreteras nacionales principales:

- Vía Panamericana tramo Cartago – Armenia: es una vía de calzada sencilla y de orden nacional por la que fluyen vehículos de carga pesada. Se ha constituido en una de las principales vías que comunican los municipios con las demás poblaciones del Valle del Cauca y del Quindío.
- Vía Armenia Quimbaya – Alcalá –Pereira: Es una vía del orden Nacional cuenta con tramos intermunicipales y veredales en Alcalá y Quimbaya, al llegar a la vereda los sauces en el departamento del Valle se convierte en una vía del orden departamental, en este último sector su estado es deplorable, se encuentra cubierta de derrumbes y vegetación por falta de mantenimiento desde hace años.

Estado de las vías urbanas: La infraestructura vial urbana de ambos municipios se encuentra gravemente deteriorada debido a factores como el estado de la tubería de acueducto y alcantarillado, el desgaste natural de la capa de rodamiento existente y la secuela del pasado 25 de enero de 1999 (terremoto del eje cafetero), evidenciados en hundimientos y fisuras ocasionadas por acción directa de la onda sísmica y por el aumento del tráfico de maquinaria pesada luego del mismo. El deterioro produce interrupciones en las relaciones económicas y sociales de los habitantes.

Estado de las vías rurales: los municipios de Quimbaya y Alcalá se componen en su mayor parte en zona rural, siendo esta la que más problema posee en sus vías. Los continuos deslizamientos de tierra obstruyen parcial o totalmente el flujo vehicular de las veredas impidiendo la salida de los productos agrícolas a los centros de comercialización, al igual que la entrada de insumos y mano de obra productiva. Los inconvenientes en estas vías producen traumatismos en la comunicación terrestre, a demás de ser riesgos para los vehículos y pasajeros usuarios de las mismas. En esta categoría podemos clasificar las veredas ‘La Polonia’ y ‘Santa Ana’ donde se ubican las fincas en cuestión.

2.3.2. Estructura en el suministro energético

En las fincas cafeteas ‘El Edén’³⁸ y ‘Buenos Aires’³⁹ ubicadas en la ‘Vereda La Polonia’ en el municipio de Alcalá, Valle del Cauca y la finca ‘La Meseta’⁴⁰ en la ‘Vereda Santa Ana’ en el municipio de Quimbaya, Quindío, fincas todas colindantes y con producción cafetera, el acceso a la energía eléctrica es precario y costoso. La tabla 2 muestra el costo del kWh en las fincas.

36 Información obtenida de <http://quimbaya-quindio.gov.co/sitio.shtml?apc=m1T1--&m=f#vias> el día 23/02/10

37 Información obtenida de <http://www.alcala-valle.gov.co/nuestromunicipio.shtml?apc=m1I1--&m=f#vias> el día 23/02/10

38 Ver Anexo A

39 Ver Anexo B

40 Ver Anexo C

Finca	Municipio	Costo kWh	Proveedor
El Edén	Alcalá, VC	395,61\$	EPSA
Buenos Aires	Alcalá, VC	395,61\$	EPSA
La Meseta	Quimbaya, QI	320,86\$	EDEQ

Tabla 9: Costo kWh en las fincas de estudio. Fuente: EPSA, EDEQ.⁴¹

Estas son las tarifas que se pagan en la finca, sin embargo el costo de la energía eléctrica es aún mayor. El gobierno subsidia parte de este costo por tratarse de estratos rurales 1-2. Las subvenciones se muestran en la tabla a continuación:

Finca	Municipio	Costo kWh	Subsidio del Gobierno		Costo Total	Proveedor
El Edén	Alcalá, VC	395,61\$	194,49\$	33%	590,10\$	EPSA
Buenos Aires	Alcalá, VC	395,61\$	194,49\$	33%	590,10\$	EPSA
La Meseta	Quimbaya, QI	320,86\$	185,09\$	37%	505,95\$	EDEQ

Tabla 10: Costo kWh en las fincas de estudio contemplando el subsidio del gobierno. Fuente: EPSA, EDEQ.⁴²

El consumo de energético de cada una de las fincas depende particularmente de la cantidad de familias que viven en estas y la energía que se emplea en el proceso de beneficio del café.

En las fincas el Edén y Buenos Aires ubicadas en el departamento del Valle del Cauca, compran al energía eléctrica a la Empresa de Energía del Pacífico (EPSA), mientras en la finca La Meseta, en el departamento del Quindío la energía eléctrica es comprada a la Empresa de energía del Quindío (EDEQ). A pesar de las diferencias en el costo del kWh, se pueden sacar algunas conclusiones relevantes respecto al mismo. En primer lugar el costo promedio del kWh es de 350,82\$ lo que equivale a 0,18 USD⁴³. Si tenemos en cuenta que el precio promedio del kWh para el sector residencial en Colombia (según datos del banco mundial)⁴⁴ es de 0,11 USD podemos afirmar que el costo de la energía es muy superior, un 63% superior al precio promedio que pagan los hogares colombianos. Hablamos de que un hogar campesino en la región de estudio paga un sobrecosto del 63% por su consumo de energía. Lo anterior nos lleva a cuestionar la estructura del precio de la energía.

41 Datos recogidos de las facturas eléctricas suministradas por la finca 'El Edén'.

42 Datos recogidos de las facturas eléctricas suministradas por la finca 'El Edén'.

43 TRM 1907\$ por 1USD 22 de marzo de 2010.

44 http://info.worldbank.org/etools/lacelectricity/countryscorecard.asp?country_id=7&gr2=1&gr5=1&selline=#chart Visitada el 22 de marzo de 2010. (precios traídos a valor presente con el IPC)

Empresa	EDEQ		EPSA	
	Costo \$	%	Costo \$	%
Energía	112,4	35%	98,42	27%
Transmisión	21,07	7%	21,44	6%
Distribución	136,09	42%	160,23	45%
Perdidas	22,62	7%	20,22	6%
Restricciones	3,75	1%	6,04	2%
Comercialización	24,9	8%	53,26	15%
Total	320,83		359,61	

Tabla 11: Estructura del precio del kWh en las fincas. Fuente: EPSA, EDEQ.⁴⁵

Cómo podemos observar en la tabla más del 50% del costo del kilovatio hora corresponde a los costos de transmisión y distribución de la energía. Es decir el 65% del costo es causado directamente por el actual modelo de suministro centralizado de la energía. La precariedad de las instalaciones eléctricas dedicadas a las actividades de distribución y transmisión, evidenciadas en la falta de mantenimiento de las mismas, conlleva a múltiples apagones en las fincas todas las semanas, genera el mayor costo dentro de la estructura de costos.

Finalmente, en cuanto a la generación de energía eléctrica por medio del empleo de biomasa, no existe competencia directa en la región. El mismo concepto de generación descentralizada hace que sea difícil encontrar empresas dedicadas a generar energía por intermedio de este recurso para ser comercializada. Ninguna empresa ha puesto en marcha la idea de concebir recursos primarios como lo es la energía eléctrica por medio de fuentes renovables (diferentes a Hidroeléctricas) como es el caso. Cabe mencionar que una de las principales quejas de los finqueros es la falta de potencia y los constantes cortes de luz, igualmente el alto precio que pagan por el servicio.

2.4. CONSUMO DE ENERGÍA EN LA REGIÓN ESCOGIDA

La finca ‘Buenos Aires’ es la de mayor consumo de energía de las tres. En la finca encontramos entre los principales elementos de consumo el beneficiadero de café el cual presta el servicio de beneficio húmedo del grano a la propia finca y las fincas colindantes. Además del beneficiadero existe un hogar campesino de estrato dos rural, dotado de una cocina para los trabajadores del cultivo, la existencia de equipos eléctricos es casi nula, algunos bombillos, un radio y un televisor antiguo son lo más representativo.

Por su parte las fincas “El Edén” y “La Meseta” son fincas meramente productivas, en la finca El Edén habitan 3 familias campesinas, mientras en la finca la meseta sólo habita una. Al igual que en la finca “Buenos Aires” no es común ver equipos eléctricos. El principal consumo de energía en estas fincas se lleva a cabo en el beneficio seco del café, en el cual se usa leña, llantas, desperdicios agrícolas etc, para generar calor y acelerar el proceso de secado.

⁴⁵ Datos recogidos de las facturas eléctricas suministradas por la finca ‘El Eden’.

La tabla a continuación resume el consumo energético de cada una de las fincas de acuerdo a los datos suministrados por las mismas.

Finca	Buenos Aires	El Edén	La Meseta
Mes	Consumo (kWh)	Consumo (kWh)	Consumo (kWh)
Enero	2471	417	-
Febrero	3074	410	-
Marzo	2546	407	256
Abril	2661	395	368
Mayo	2806	515	451
Junio	2518	441	297
Julio	-	-	316
Agosto	-	-	311
Promedio	2679	431	333

Tabla 12: Consumo de energía en las fincas durante el primer semestre de 2009. Fuente: Fincas "El Edén", "Buenos Aires" y "La Meseta"

La tabla 13 muestra en resumen los costos y consumos de energía en las fincas teniendo en cuenta el actual promedio mensual:

Finca	Buenos Aires	El Edén	La Meseta	Total
Promedio Mensual (kWh)	2679	431	333	3443
Costo Promedio Mensual sin sub. (\$)	1,580,878	254,333	168,481	2,003,692
Costo Promedio Mensual con sub. (\$)	1,059,839	170,508	106,846	1,337,193
Consumo Promedio diario (kWh)	90	15	12	117

Tabla 13: Consumo mensual, diario y costos de energía en las fincas basado en datos suministrados por las mismas. Fuente: El autor.

El promedio de consumo mensual de las tres fincas de 3443 kWh. Para satisfacer las necesidades energéticas de las mismas se necesitaría un generador en condiciones de proveerlas con un mínimo de 117 kWh diarios. Para ello se propone el uso de un gasificador cuyo gas sea usado por un generador de entre 15 y 25 kW de potencia.

3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL CAFÉ

A lo largo de este capítulo se dará una introducción al proceso de producción cafetera, abordando temas como las características del café, su importancia económica y el análisis de los residuos de la producción. Finalmente se analiza la producción en la región escogida para el estudio.

3.1. EL CAFÉ: PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS

Se le conoce como cafeto o planta productora de café a un arbusto que se da en la región tropical de la tierra perteneciente a la familia de las rubiáceas, considerada como numerosa ya que abarca 500 géneros y 8.000 especies. Uno de esos géneros es el *Coffea*, que lo constituyen árboles, arbustos, y bejucos, y comprende unas 10 especies civilizadas, es decir, cultivadas por el hombre y 50 especies silvestres. Los granos de café o semillas están contenidos en el fruto del arbusto, los cuales en estado de madurez toman un color rojizo y se les denomina “cereza”, cada una de ellas consiste en una piel exterior que envuelve una pulpa dulce, debajo están los granos recubiertos por una fina membrana dorada que envuelve las dos semillas de café.

El fruto del cafeto cuyas semillas tostadas y molidas se utilizan para el consumo humano está compuesto por:

- Una cubierta exterior llamada pulpa
- Una sustancia gelatinosa azucarada que recibe el nombre de mucílago
- Una cubierta dura que se denomina pergamino o cáscara
- Una cubierta más delgada y fina llamada película
- El grano que es la parte del fruto que una vez tostada y molida se utiliza para la producción del café bebida.

3.2. COMERCIO DEL CAFÉ

El comercio del café es una actividad que mueve millones de dólares cada año. Los países que comercian con café se agrupan en la Organización Internacional del Café 'ICO'⁴⁶. La especie económicamente más importante de café es *Coffea arabica* la cual produce aproximadamente el 80% de la producción mundial, el café robusto constituye cerca del 20%, mientras que algo así como un 1% restante se trata de la producción de especies locales que apenas se usan en el comercio local de donde son cultivadas. Según este organismo las exportaciones de café en el mundo durante el año 2009 de 'café arábigo' fueron de 60 millones de sacos, mientras que de 'café robusto' llegaron a los 34 millones de sacos⁴⁷.

46 International Coffee Organization por sus siglas en inglés. (ver Anexo D)

47 Ver Anexo E

En el campo colombiano una de las principales actividades agrícolas y económicas es la siembra, recolección y procesado del café. Con una zona de producción cafetera de más de 800,000 hectáreas repartido entre 590 municipios cafeteros, se han producido durante los últimos 10 años un promedio de 11,379,000⁴⁸ sacos de café anuales, lo que equivale a casi 683,000 toneladas, según datos de la 'Federación Nacional de Cafeteros'. En cuanto a la generación de empleo la industria del café en Colombia genera 640,000 empleos directos y cerca de un millón de empleos indirectos siendo generadora de el 29% del empleo agrícola, en total la Federación calcula que hay 2 millones de personas que dependen de esta actividad.⁴⁹

El mapa a continuación muestra las zonas de producción cafetera en Colombia:

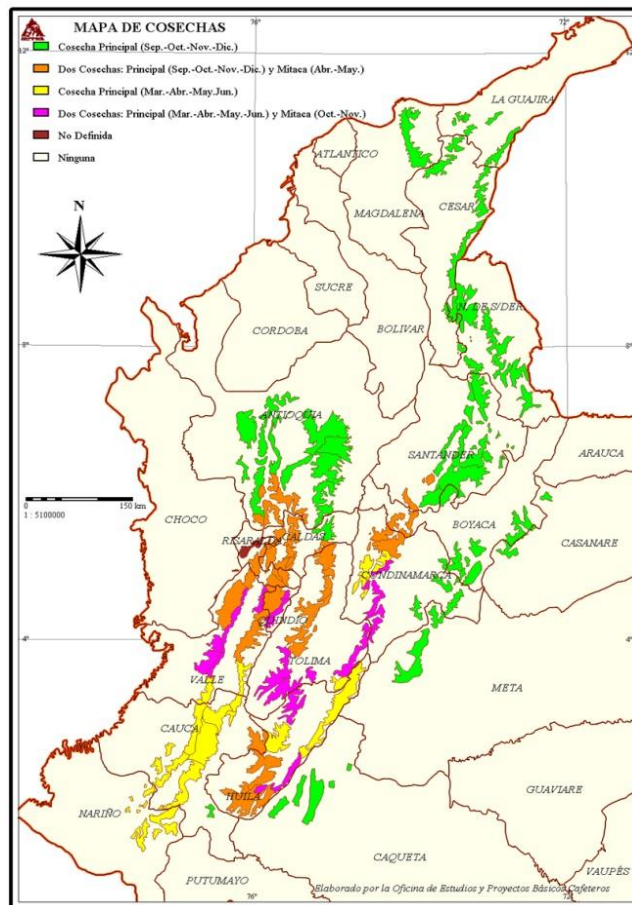


Figura 10: Mapa de la producción cafetera en Colombia. Fuente: Federación Nacional de Cafeteros.

48 Datos obtenidos de la tabla de series estadísticas de la web de la Federación Nacional de Cafeteros (ver anexo F)

49 Caficultura colombiana, La zona cafetera de Colombia, Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, revisado el 20-06-2009, en <http://www.cafedecolombia.com/caficultura/zonacafetera.html>

3.3. PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL CAFÉ

La cadena de producción del café consta de 4 procesos fundamentales:

- Producción del grano
- Beneficio Húmedo del café
- Beneficio Seco del Café
- Industrialización del producto.

Básicamente el proceso consiste en transformar el café desde su forma inicial, o cereza en café tostado que sirva para la preparación de la bebida. La figura 11 muestra a grandes rasgos este proceso:

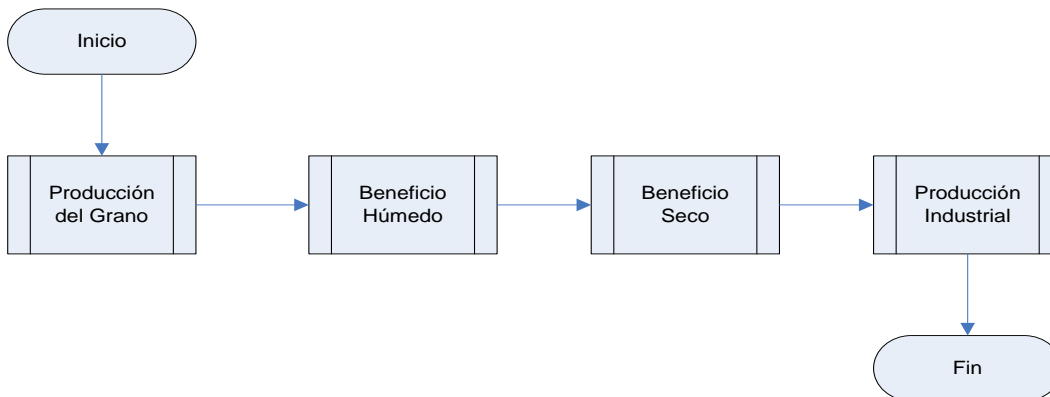


Figura 11: Proceso de Producción del Café. Fuente: El autor.

Producción del grano:

Es la primera etapa del proceso, consiste en la siembra, cuidado del cultivo y recolección del grano. Con el fin de garantizar la calidad del producto final los recolectores cosechan granos que tengan un aspecto amarillo o rojizo.



Figura 12: Izquierda: Café Cereza. Derecha: Café Pergamino. Fuente: Federación Nacional de Cafeteros

Beneficio húmedo del Café:

El proceso inicia con la etapa de recepción y clasificación de los granos de café inmediatamente son cosechados, se busca eliminar los granos verdes y algunas otras impurezas de la carga como hojas ramas o piedras. Inmediatamente después el café se somete al proceso de despulpe. Consiste en separar la pulpa o cáscara del grano de café mediante las máquinas despulpadoras, las que funcionan con base en la presión y la fricción que se ejerce sobre las cerezas por medio de dos superficies, una fija y otra móvil. La finalidad es obtener café sin cáscara. En esta etapa se pueden causar daños físicos al grano con las despulpadoras, como: quebrar, morder o pelar los granos; lo que afecta la calidad del café procesado. El despulpado debe realizarse el mismo día de la cosecha, máximo de ocho a doce horas después de la misma, con el fin de evitar una indeseada fermentación del grano.

Una vez la cáscara ha sido retirada se procede a la eliminación del mucilago. Se trata de una operación cuidadosa y su importancia radica en la selección del proceso ya que esta puede ser por fermentación natural o a través de máquinas. Una deficiente remoción del mucilago puede deteriorar la calidad del grano o crear retardos en las etapas siguientes del beneficio, reduciendo la eficiencia del proceso. El proceso mecánico consiste en introducir el café despulpado en una estructura metálica en la que por medio de presión y fricción sobre el grano se desprende el mucílago o baba. El proceso de fermentación, que puede ser acelerado con el uso de productos químicos, retira naturalmente la baba del grano. Inmediatamente después se procede al lavado de los granos usando agua.

Una vez concluido el proceso de retirar el mucilago, el café es depositado en unas tolvas donde se escurre el exceso de agua, a esta etapa se le conoce como oreado y en ella se elimina entre el 15% y el 20% de la humedad del café. El Oreado es especialmente importante en los picos de cosecha pues facilita el secado. Posterior a ser oreado el café procede a ser secado con el fin de obtener el café pergamino. Existen varias formas de secar el café, las más comunes son usando hornos de secado, la mayoría alimentados por carbón y leña, donde se deja reposar el café entre 18 y 36 horas a una temperatura cercana a los 70°C, o secando al sol. Este último método puede tardar hasta 15 días en retirar entre un 68% y 73% de la humedad restante.

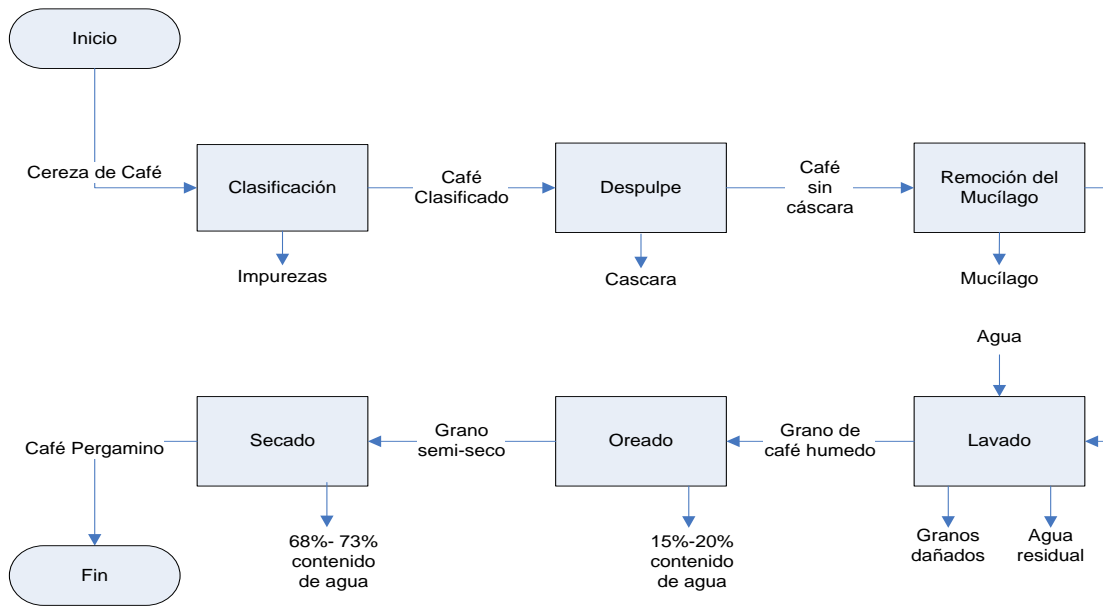


Figura 13: Subproceso de Beneficio Húmedo del Café. Fuente el autor.

Beneficio seco

En el proceso de beneficio seco, el café es transportado a las trilladoras, donde es clasificado de acuerdo a su granulometría y posteriormente trillado para la obtención del 'café oro', producto que pasa al proceso de industrialización. El principal residuo de la trilla de café es la cascarilla o cisco.

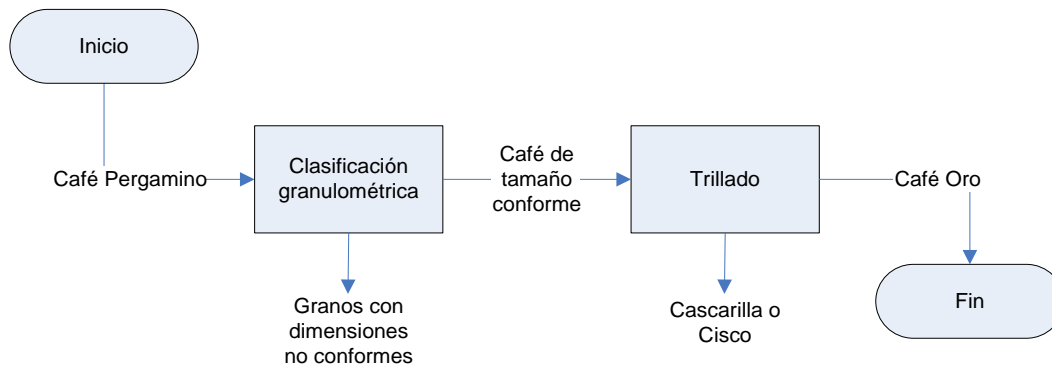


Figura 14: Subproceso de beneficio seco del café. Fuente: El autor.

Industrialización del grano

Se conoce cómo industrialización del grano al proceso por el cual se transforma el café oro en café molido, listo para la preparación de la bebida. El primer paso es la torrefacción del grano, proceso en el cual el café pierde la humedad restante del grano así como algunos aceites volátiles que se encuentran al interior del grano. El proceso ocurre en unas tolvas donde va aumentando la temperatura progresivamente desde los 100°C hasta

los 230°C. En este proceso el café también sufre transformaciones físicas cambiando su color de amarillo oro, a marrón oscuro. Posteriormente el café se pasa a unas planchas de enfriamiento donde se espera a que llegue a temperatura ambiente antes de ser almacenado en silos. A partir de este punto, el café puede ser directamente empacado o pasar a un proceso de molienda.

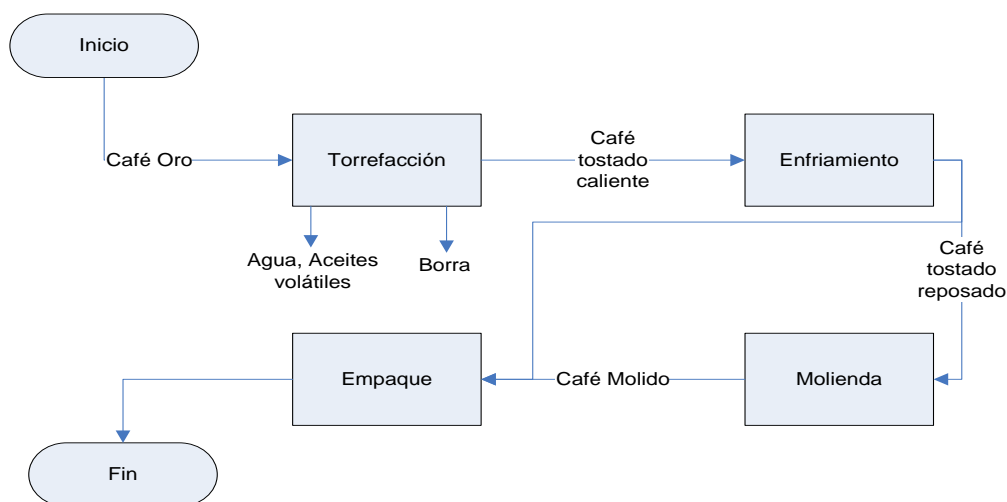


Figura 15: Subproceso de industrialización del grano de café. Fuente: El autor.

3.4. ANÁLISIS DE LOS RESIDUOS DE LA PRODUCCIÓN DE CAFÉ

Para el análisis de los subproductos de las etapas de beneficio del café debemos tener en cuenta la composición del grano, particularmente la variedad *Coffea arábica* pues es esta la que se cultiva en las fincas, en base húmeda y en base seca:

Etapas del grano	Composición	% del grano en base húmeda
Café Cereza	Pulpa	43.20%
	Mucílago	11.80%
Café Pergamino	Cascarilla	6.10%
Café Oro	Grano	38.90%

Tabla 14: Composición del grano de café en base húmeda. Fuente: INCAP, 1978.⁵⁰

⁵⁰ Instituto Nacional de Nutrición de Centro América y Panamá

Etapa del grano	composición	% del grano en base seca
Café Cereza	Pulpa Seca	29%
	Mucílago	4%
Café Pergamino	Cascarilla	12%
Café Oro	Agua y volátiles	16%
	Grano	39%

Tabla 15: Composición del grano de café en base seca. Fuente: INCAP 1978

Las anteriores tablas muestran el porcentaje en peso que pasa de una carga de café al proceso de tostado del café. En cuanto al café industrializado algo más del 90% de la biomasa de cada grano se desperdicia, sólo un 9,5% se emplea en la preparación de la bebida. Entre los residuos que se generan se encuentra la cascarilla o cisco de café que constituye alrededor del 12% del grano en base seca.⁵¹ Haciendo una aproximación, se podría decir que al mes de junio del año 2009 en el que se produjeron cerca a 254 millones de toneladas de café, igualmente se han generado algo más de 30 millones toneladas de cascarilla.

3.4.1. Usos de los residuos del beneficio del café

Tradicionalmente la pulpa y la cascarilla del café han encontrado un rango limitado de aplicaciones, entre estas está la producción de encimas para usos industriales como cafeinaza o pectinaza, hongos (actividad de la cual no se encuentra mucha información), se ha usado la cascarilla para la producción de ácido cítrico y algunos otros compuestos aromáticos usados en la industria alimentaria.⁵² Particularmente la cascarilla se ha usado en Colombia, tradicionalmente como combustible en ladrilleras y en hogares campesinos. Adicionalmente, en algunos cultivos la cascarilla se quema con el fin de generar calor que puede ser usado en el proceso de secado del grano de café. No obstante el porcentaje de uso de la cascarilla no es representativo en cuanto a su producción.

La pulpa del café alcanza en Colombia una producción potencial estimada de 73 millones de toneladas, sin embargo según estudios sólo 2⁵³ millones son producidos para su uso en diferentes procesos. La pulpa del café resulta útil para numerosos usos, entre los más frecuentes se encuentra la fabricación de alimentos para animales en granjas, también se ha usado en la obtención de cafeína, extractos proteínicos para ser usados en la industria alimenticia, fermentación para la producción de alcoholes. En Cenicafé⁵⁴, se ha usado la pulpa para producción de abonos orgánicos con la ayuda de la lombriz de tierra común y en el cultivo de hongos de valor comercial⁵⁵.

50 Rodríguez Valencia, Nelson. Manejo de residuos en la agroindustria cafetera. CENICAFÉ, 1999.

51 Ashok, Pandey, Carlos R. Soccol, and Poonam Nigam. «Biotechnological Potential of Coffee Pulp and Coffee Husk for Bioprocesses.» Biochemical Engineering Journal, 2000: 153-162.

53 Rodríguez Valencia, Nelson. Manejo de residuos en la agroindustria cafetera. CENICAFÉ, 1999.

54 Centro Nacional de Investigación del Café

55 Rodríguez Valencia, Nelson. Manejo de residuos en la agroindustria cafetera. CENICAFÉ, 1999.

Se han llevado a cabo algunos intentos en la industria para producir biogás, tanto con la cascarilla como con la pulpa usando el proceso de digestión anaerobia. De acuerdo con algunos datos estimados a partir de una tonelada de pulpa se podrían obtener algo más de 130 m³ de biogás, lo cual equivale a 1000 litros de petróleo para combustible. Igualmente algunos estudios llevados a cabo en Tanzania con variedades de café específicas como 'Robusto' y 'Arábigo' pueden producir entre 650 m³ y 730 m³ de metano (CH₄) por cada tonelada de residuos sólidos generados. Esta cantidad de gas es mayor, por ejemplo, a la obtenida con una tonelada de residuos sólidos agro-industriales como la cascara del maíz o el bagazo de la caña de azúcar.⁵⁶

En cuanto al mucílago, cada kilogramo de cereza de café, produce cerca de 90 ml de mucílago aprovechable. La alta concentración de azúcares en el mucílago lo hace apto para la producción de melazas y mieles, igualmente es útil como sustrato industrial en procesos de fermentación.⁵⁷

3.4.2. Caracterización de la cascarilla del café

La cascarilla de café es el principal subproducto del beneficio seco del café. La tabla 16 muestra la composición de la cascarilla en base seca.

Composición de la Cascarilla de Café	
Componentes	% (peso en base seca)
Carbohidratos	57.8
Proteínas	9.2
Grasas	2
Cafeína	1.3
Taninos	4.5
Pectinas	12.4

Tabla 16: Composición de la cascarilla de café. Fuente: Ashok, Pandey, Soccol y Nigam, 2000.

Los compuestos presentes en el café son básicamente los mismos tanto en la pulpa como en la cascarilla, sin embargo la composición de cada uno de estos subproductos es muy diferente. Adicionalmente la composición de la cascarilla puede variar de acuerdo a factores como el tipo de suelo o la variedad del cultivo. La cafeína, uno de los estimulantes naturales más poderoso se encuentra presente en la cascarilla en una concentración de aproximadamente del 1.3%, mientras los taninos, que complican el uso del producto para fines como la alimentación animal, representan cerca del 4.5%. En cuanto a los carbohidratos presentes en la cascarilla se trata principalmente de celulosa y lignina. Estos carbohidratos pueden ser usados directamente en un proceso de combustión.

56 Ashok, Pandey, Carlos R. Soccol, and Poonam Nigam. «Biotechnological Potential of Coffee Pulp and Coffee Husk for Bioprocesses.» *Biochemical Engineering Journal*, 2000: 153-162.

57 Rodríguez Valencia, Nelson. *Manejo de residuos en la agroindustria cafetera*. CENICAFÉ, 1999.

Algunos usos tradicionales de la cascarilla del café son en la producción de ácido cítrico en estado sólido a través de un proceso de fermentación. La cascarilla es notablemente más productiva en esta producción que otros insumos como fibra de trigo o fibra de arroz. Cabe mencionar nuevos acercamientos en el uso de la cascarilla para la producción de sustancias aromáticas útiles en la industria de alimentos.⁵⁸

En Colombia, se han llevado a cabo algunos experimentos para probar la efectividad de la cascarilla de café como materia prima en la co-gasificación del carbón. En estos experimentos se usaron mezclas de biomasa de entre el 6% y el 15% de cantidad de biomasa combinada con carbón. Así mismo se concluye que aunque en la gasificación de la biomasa reduce la eficiencia energética, esta reducción no es relevante y por el contrario se obtiene un beneficio en la reducción de las emisiones de CO₂ al usar la biomasa como una fuente renovable de energía.⁵⁹

En la actualidad existe de una iniciativa privada en el país por parte de la multinacional suiza Nestlé de disponer de los residuos del beneficio, particularmente la cascarilla de café. Según Felipe Silva⁶⁰ *“Con una inversión de 12 millones de dólares, hemos hecho realidad el proyecto Cisco, una de las iniciativas ambientales más importantes y ambiciosas en el continente, que consiste en la conversión del residuo resultante de la producción de café en energía... Con la inversión en el proyecto Cisco se aprovechan los residuos sólidos y líquidos de café, lo que resulta en una reducción en las emisiones de gases de efecto invernadero al ambiente, gracias a que se produce menos CO₂ que con los combustibles tradicionales.”*⁶¹ Este es sin duda uno de los proyectos de utilización de biomasa más ambicioso que se desarrolla en la actualidad en nuestro país.

Sin embargo y a pesar de todo el potencial de la cascarilla como residuo de la producción, en Colombia se ha usado tradicionalmente como combustible en ladrilleras y en hogares campesinos. Adicionalmente, en algunos cultivos la cascarilla se quema con el fin de generar calor que puede ser usado en el proceso de secado del grano de café.

3.5. DISPONIBILIDAD DEL RECURSO EN LAS FINCAS

La producción acumulada hasta el mes de septiembre de 2009 de las 3 fincas mencionadas es cercana a las 404 toneladas de café. Sin haber terminado el año se registra un aumento considerable, cercano al 20%, en la producción de café respecto a lo registrado durante el año 2008 cuando se recogieron 340 toneladas a lo largo del año.

58 Ashok, Pandey, Carlos R. Soccol, and Poonam Nigam. «Biotechnological Potential of Coffee Pulp and Coffee Husk for Bioprocesses.» *Biochemical Engineering Journal*, 2000: 153-162.

59 Vélez, John F., Carlos Valdéz, Farid Chejne, and Carlos A. Londoño. «Co-gasification of Colombian Coal and Biomass in Fluidized Bed: An Experimental Study.» *Fuel*, 2008: 424-430.

60 Presidente de Nestlé para Venezuela, Ecuador y Colombia desde el año 2007

60 Archivo/PORTAFOLIO. (2009, 09 9). Nestlé Convierte Residuos Del Café En Energía Limpia. Revizado el 09 29, 2009, en www.portafolio.com.co:

<http://www.portafolio.com.co/archivo/documento/MAM-3597519>

Finca	Producción Acumulada 2008 (kg)	Porcentaje de cascarilla	Total Cascarilla disponible (kg)
El Edén	51000	12%	6120
Buenos Aires	120000	12%	14400
La Meseta	168000	12%	20160
Total	339000	-	40680

Tabla 17: Producción de café en las fincas durante el año 2008. Fuente: fincas "El Edén", "Buenos Aires" y "La Meseta".

Finca	Producción Acumulada 2009 (kg)	Porcentaje de cascarilla	Total Cascarilla disponible (kg)
El Edén	19688	12%	2362,56
Buenos Aires	234000	12%	28080
La Meseta	150000	12%	18000
Total	403688	-	46080

Tabla 18: Producción de café en las fincas durante el año 2009. Fuente: Fincas "El Edén", "Buenos Aires" y "La Meseta".

Los finqueros y las trilladoras de la zona insisten que las mermas, es decir el porcentaje de cascarilla que posible obtener de una determinada producción, son del 20%, siendo este porcentaje sobre el cual se negocia, las investigaciones de CENICAFÉ sugieren que tan sólo el 12% corresponde a cascarilla cómo se explicó anteriormente. Con el 12% como base de cálculo Tenemos una producción de cascarilla cercana a las 50 toneladas durante el año 2009.

En la tabla 19 se establece un promedio de producción de cascarilla de café teniendo en cuenta los datos recogidos del año 2008 y 2009:

Finca	Producción Cscarilla 2009 (9 meses) (kg)	Producción Cscarilla 2008 (kg)	Producción total x finca	Promedio Mensual x finca (kg)
El Edén	2362	6120	8482	404
Buenos Aires	28080	14400	42480	2023
La Meseta	18000	20160	38160	1818
Producción promedio mensual total				4245
Cascarilla diaria disponible				141.5

Tabla 19: Producción de cascarilla en las fincas durante los años 2008 y 2009. Estimado de disponibilidad del recurso mensual y diariamente. Fuente: El autor.

En total se puede contar con cerca de 140 kg de cascarilla diaria para el propósito de generación de la energía eléctrica en un sistema de gasificación. En el siguiente capítulo se indican las tecnologías seleccionadas, su consumo y producción de energía.

4. DISEÑO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE ENERGÍA A PARTIR DE LA CASCARILLA

En los capítulos anteriores se analizaron factores decisivos para la propuesta, entre ellos la tecnología que debe ser empleada para la generación de energía eléctrica con residuos biomásicos, las características de la región en donde se pretende analizar la propuesta y la descripción del recurso biomásico y su importancia en el marco que se está estudiando. A continuación se abordarán los temas de proceso relevantes a la propuesta. A partir de una descripción del proceso se proseguirá con un análisis de la maquinaria y equipo teniendo en cuenta las posibles limitaciones técnicas, la caracterización de las operaciones en la propuesta y la determinación de los factores logísticos.

4.1. MÁQUINAS Y EQUIPO

4.1.1. Gasificador

De acuerdo con lo estipulado en la última sección de capítulo 2, las fincas requieren una generación superior a las 115 kWh diarios. Para ello es necesario el uso de un generador con capacidad de 10 kW o superior funcionando al menos 12 horas al día. Esta meta es alcanzable con las opciones comerciales que se encuentran en el mercado en materia de gasificadores cuyo producto puede ser usado en motores de gas.

En la actualidad existen diferentes proveedores a nivel mundial de equipos de gasificación CHP, con diferentes tecnologías de funcionamiento. Para el presente trabajo se seleccionaron dos alternativas, de la base de datos de fabricantes⁶² de gasificadores del NREL⁶³ de los Estados Unidos. Ambas alternativas cuentan con un funcionamiento similar:

- **Biomax 25:** Este equipo es fabricado por “Community Power Corporation” un fabricante de tecnología para el aprovechamiento de la biomasa localizado en Littleton Colorado. Este gasificador está en capacidad de producir hasta 25kW de potencia con una alimentación de biomasa con alto contenido de celulosa (superior al 40%) de 22kg por hora.⁶⁴ A continuación se muestra la figura del dispositivo, a la izquierda del mismo se puede ver el sistema de alimentación, el módulo de gasificación en el centro y a la derecha un generador de gas.

62 Ver Anexo F

63 Laboratorio Nacional de la Energía Renovable o National Renewable Energy Laboratory, por sus siglas en inglés.

64 Ver Anexo G

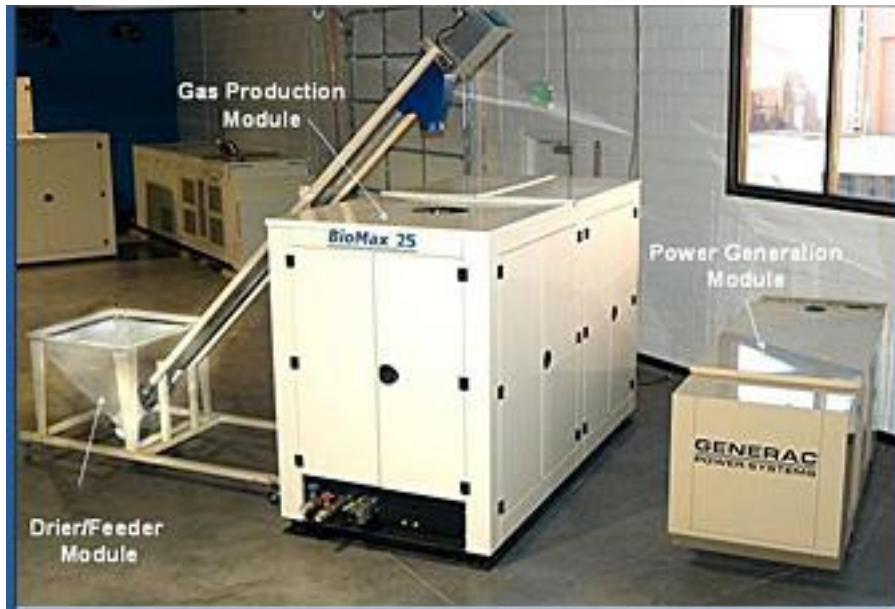


Figura 16: Sistema de gasificación BIOMAX 25. Fuente: Community Power Corporation.

- **FGB 20:** Este es un equipo fabricado por Ankur Scientific Energy Technologies, compañía establecida en la India. Este gasificador está en capacidad de producir cerca de 20 kW de potencia aprovechable en la generación de energía eléctrica, con un consumo de biomasa aproximado de 20 kg por hora.⁶⁵



Figura 17: Sistema de Gasificación FGB 20 de la finca TOSOLY, Santander Colombia. Fuente: Ankur Scientific Energy Technologies LTD.

65 Ver Anexo H

La selección de estas tecnologías obedece a las experiencias exitosas de uso de las mismas en diferentes proyectos alrededor mundial:

En Filipinas se ha patrocinado el desarrollo de pequeñas empresas basadas en el uso de la biomasa. Un equipo generador de energía desarrollado por CPC (Comunity Power Corporation)⁶⁶, fue instalado en la aldea de Alaminos en las Filipinas, con el patrocinio del Departamento de Energía de los Estados Unidos, Shell Renewables y el Programa de Energía Sostenible del país. El sistema es un pequeño 'reactor de Biopotencia' llamado BioMax y produce 15kW de potencia. El Biomax consume residuos del coco. El coco es usado para la industria local de artesanías y en la agricultura local, a su vez, y gracias al proyecto, está potenciando su crecimiento. El interés principal del sistema ha sido su capacidad de, paulatinamente, aliviar la pobreza de la región y crear riqueza e ingresos a sus pobladores⁶⁷.

En la India la empresa Husk Power Systems, a través del desarrollo de la tecnología de gasificación FGB de Ankur Scientific Energy, tecnología para transformar de forma eficiente en costos, la cascarilla del arroz en energía eléctrica, ha logrado llevar la electricidad a miles de familias en el cinturón arrocero de la India. La producción de ésta energía se hace de forma sostenible, aprovechando las toneladas de desperdicios de la industria arrocera y de forma ambientalmente amigable produciendo la energía a partir de la biomasa. La organización usa 'mini plantas' de entre 35 kW y 100 kW para llevar energía a pequeñas aldeas de entre 2000 y 4000 personas.⁶⁸

Finalmente es conveniente señalar que la principal diferencia entre ambos equipos, radica en el tipo de control, siendo el gasificador de Community Power Corporation, controlado a través de un dispositivo automático.

4.1.2. Generador

El segundo elemento fundamental para el funcionamiento del sistema, es el generador de energía eléctrica a partir del gas. Aunque algunos modelos y fabricantes de gasificadores como "German Power Generators" fabrican modelos con el generador incorporado, para las tecnologías seleccionadas anteriormente. En el mercado colombiano se encuentran diferentes proveedores de este tipo de tecnologías, algunas diseñadas para la utilización directa del gas como combustible, otras con motores de diesel modificados para funcionar con gas.

Para el proceso se usará un generador que este en capacidad de brindar potencia monofásica y su salida se encuentre entre 110V y 240V. Este tipo de generadores son comunes en el mercado colombiano.

66 Ver para mayor información <http://www.gocpc.com/>

67 Kammen, Daniel M., Robert Bails, and Antonia V. Herzog. Clean Energy for Development and Economic Growth: Biomass and other renewable energy options to meet energy and development needs in poor nations. Policy Discussion Paper, Environmentally Sustainable Development Group (ESDG) of the United Nations Development Programme (UNDP), 2002.

68 Katz, Rob. www.nextbillion.net. 26 de October de 2008. <http://www.nextbillion.net/blog/pop-tech-rice-power-to-the-people-with-husk-power-systems> (accessed 20 de March de 2009).

Una planta eléctrica que cumple estas características es la planta “Generac Quiet Source 22 kW” capaz de producir hasta 22 kW a su máxima potencia o 20 de forma continua. Una ventaja de este tipo de planta es su cubierta de aluminio que la protege de la intemperie por lo que puede ser ubicada al aire libre.⁶⁹

4.2. PROCESO

Haciendo un recuento de lo expuesto hasta el momento vemos en la sección 1.4.1.3 las generalidades sobre el proceso de gasificación de la biomasa, en la sección 3.2 se analizó el subproceso de beneficio seco del café, del cual el principal subproducto es el cisco o cascarilla. Adicionalmente en la sección 3.4 se enuncian las características básicas de la cascarilla y su potencial para actividades como la generación de energía. A partir de este punto se expondrá el proceso y operaciones en la generación de energía eléctrica a partir de la gasificación de la cascarilla del café.

Para este proceso se señala como entrada principal la biomasa, como fuente de generación de la energía eléctrica. A continuación se mencionan los recursos necesarios para el proyecto, siendo estos la maquinaria y el equipo que se pretende usar.

El esquema del proceso total se muestra en la figura a continuación:

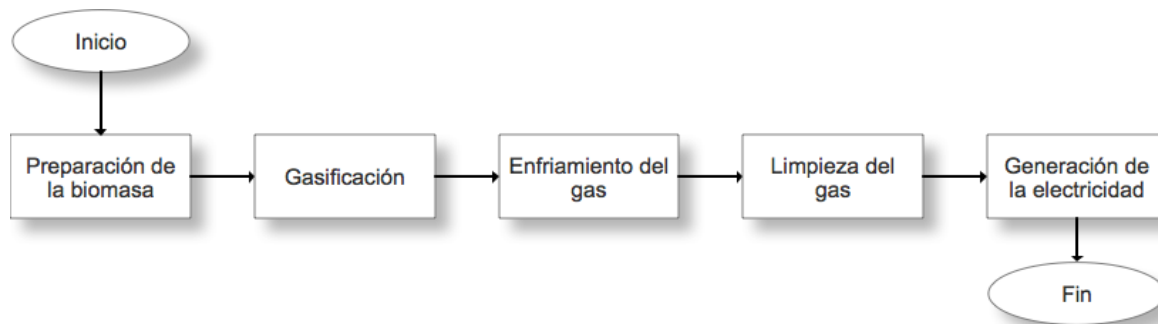


Figura 18: Proceso de gasificación y generación de la energía eléctrica. Fuente: Community Power Corporation.

A continuación se explicaran en detalle cada una de las fases del proceso para convertir la cascarilla en “syngas” (mezcla de gases que se obtienen de la gasificación) como producto principal, que pueda ser usado en un motor o generador de energía eléctrica. Para la descripción del proceso se tendrá en cuenta la información que brindan tanto Ankur Scientific, como Community Power Corporation sobre el funcionamiento de sus equipos.

⁶⁹ Ver anexo I.

4.2.1. Tratamiento previo de la biomasa

4.2.1.1. Secado

Antes de proceder en el proceso de gasificación, es importante verificar que el material biomásico se encuentre totalmente seco. La humedad en la cascarilla puede afectar negativamente la composición del gas resultante y aumentar el consumo de energía en el proceso. Si bien el vapor de agua juega un rol importante en la gasificación, no eliminar el agua (o reducir el contenido a algo menos que el 15%)⁷⁰ puede convertirse en un proceso con un consumo energético intensivo durante la fase endotérmica de la gasificación.

Es por ende preferible contar con un recurso que se encuentre seco de antemano. El secado de la biomasa en el gasificador conlleva a la generación de polvo, algunos compuestos volátiles indeseables en el proceso pueden ser liberados, hay una mayor cantidad de agua residual que debe ser posteriormente tratada como residuo del proceso, y la limpieza del gas resultante suele ser más intensa.

Para el propósito de esta propuesta, es conveniente decir que la cascarilla del café oro posee un contenido de agua inferior al 12%, luego no es necesario secarla durante la gasificación, sin embargo, existe la posibilidad otros recursos con alto contenido de celulosa (por ejemplo madera seca) sean introducidos al gasificador junto con la cascarilla, sin antes haber sido secados.

4.2.1.2. Alimentación del gasificador

El tipo de alimentación del gasificador es un parámetro que merece igual consideración en la etapa previa del proceso. Dependiendo de las características del gasificador, se puede usar algunos tipos de biomasa, como cascarillas o trozos enteros de algún material. Para nuestro objeto se usa cascarilla de café, que cumple con las especificaciones mínimas tanto del gasificador de Ankur Scientific, como del de Community Power (ver especificaciones).

Es importante tener en cuenta para la alimentación no hacerla en presencia de gases peligrosos que puedan provocar un incendio en la instalación y echen a perder el sistema, la biomasa y pongan en riesgo la vida de los encargados de la operación

4.2.2. Gasificación

La materia prima biomásica, es decir, la cascarilla entra al gasificador por la parte superior. Un sistema de control determina si la cantidad es suficiente, y la humedad

70 Bauen, Ausilio. «Biomass Gasification.» Encyclopedia of energy (Elsevier), 2004.

adecuada para iniciar la fase de pirolisis. A medida que la biomasa va fluyendo en el gasificador cae sobre una zona “flameante” donde ocurre la pirolisis, la humedad restante en la biomasa se convierte en vapor de agua. Este vapor de agua, junto con el agente oxidante de la gasificación (aire) viajan rápidamente a la zona debajo de la cual ocurre la pirolisis. Las partículas siguen viajando lentamente y a medida que aumentan su temperatura empiezan a producir algunos “vapores volátiles” o “vapores de pirolisis”. Finalmente, todos los gases presentes, los vapores de pirolisis y las cenizas y sobre todo el carbono que se forman en el proceso salen de la zona de pirolisis y entran en la zona de oxidación de carbono.

En la zona de oxidación, se añade aire suficiente para que se oxide el carbono de la mezcla, esta es una reacción exotérmica que produce dióxido de carbono. En la condición de estado estable del gasificador, las temperaturas en el proceso de oxidación del carbono son moderadas por las reacciones endotérmicas que ocurren en la misma fase que son la formación de hidrógeno y monóxido de carbono (donde interfieren el agua y carbono). Estas reacciones, moderadoras de temperatura aumentan a medida que aumenta la temperatura dentro del gasificador.

La mezcla pasa finalmente a la zona de reducción donde los restos de carbono a alta temperatura se mezclan con los demás gases allí presentes (monóxido de carbono, dióxido de carbono, vapor de agua e hidrógeno) para formar un gas cuya composición se muestra en la tabla 20.

Compuesto	Gasificador Ankur Scientific %	Gasificador
CO	20	20
CO2	14	N/A
N2	52	N/A
H2	10	20
CH4	4	2

Tabla 20: Composición del Gas de salida. Fuente: Ankur Scientific Energy Technologies LTD y Comunity Power Corporation

La figura 19 muestra el esquema de las etapas que ocurren dentro del gasificador:

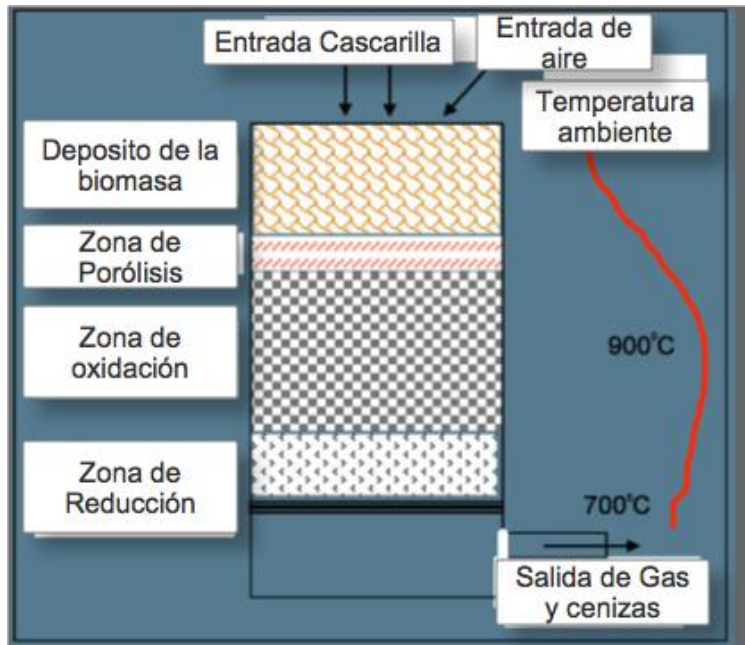


Figura 19: Esquema de la gasificación "downdraft". Fuente: Comunity Power Corporation

4.2.3. Enfriamiento del gas

Los gases y sólidos (ceniza de carbón) que salen del proceso, lo hacen a una temperatura muy alta, cercana a los 700° C. Es por ello que antes de pasar al proceso de purificación deben pasar por un intercambiador de calor que reduzca considerablemente su temperatura. El gas que sale del intercambiador lo hace a una temperatura algo inferior a los 100° C después de recorrer un camino de tubos que son enfriados con aire a temperatura ambiente, suministrado por una pequeña motobomba en el sistema. Es posible usar el calor que se produce en esta etapa para facilitar el proceso de secado de la biomasa que ocurre previo a la pirolisis.

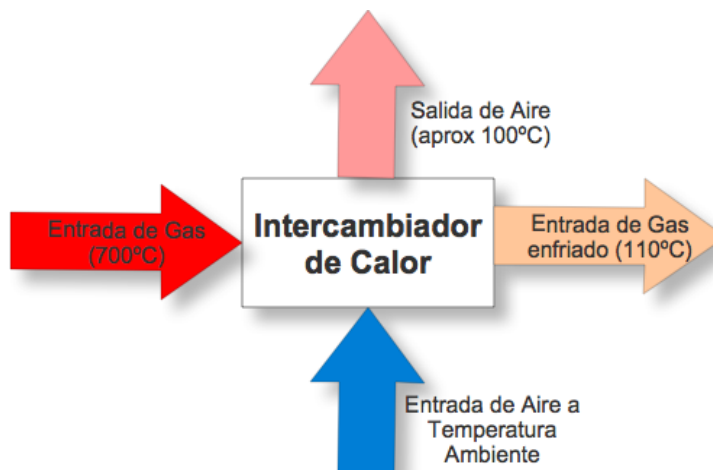


Figura 20: Esquema del Enfriamiento. Fuente: Comunity Power Corporation.

4.2.4. Purificación del gas.

Un filtro remueve los restos de cenizas y carbón presentes en gas. Estos residuos sólidos se recogen en un tambor como residuo seco, no riesgoso del proceso. Este carbón, también conocido como bio-carbón, puede ser usado como fertilizante.

El gas resultante posee una composición como se indica en la tabla 20. Adicionalmente hay que decir, que el sistema de filtrado puede no ser totalmente efectivo dejando un residuo de partículas sean de carbón o alquitrán. Esta concentración ronda las 20 ppm, lo cual es una cifra aceptable ya que muchos generadores de electricidad toleran hasta 100 ppm.

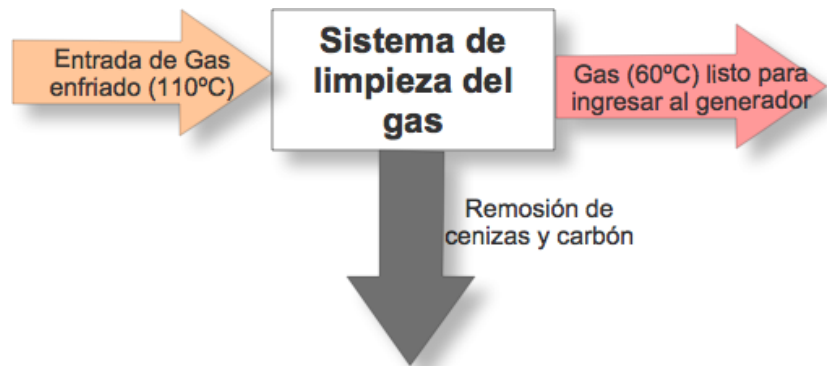


Figura 21: Esquema de purificación del gas. Fuente: Comunity Power Corporation.

4.2.5. Generación de la energía eléctrica.

En primer lugar se debe asegurar que el gas que entra al motor esté totalmente limpio, ya que de ello depende en buena parte la eficiencia del mismo y reduce su desgaste. Adicionalmente la temperatura del gas debe ser tan baja como sea posible para inyectar la mayor cantidad de energía en los cilindros. En general los generadores, o plantas eléctricas de baja capacidad tienen la ventaja que pueden funcionar con diferentes combustibles haciendo pequeños ajustes como por ejemplo motores de diesel que son modificados para funcionar con gas. Adicionalmente hay muchos modelos comerciales de generadores de energía eléctrica con gas que tienen eficiencias de entre el 25 y el 40% para proyectos de micro generación como el actual. La provisión de un gas limpio es el mayor determinante en el cuidado y mantenimiento de la planta de gas y su vida útil.

Teniendo en cuenta las anteriores consideraciones, la producción del gas por parte del gasificador (Aproximadamente 60 Nm³/hr) y cuya composición se muestra en la tabla 17, entra directamente al sistema de generación. El sistema que funciona con un motor de combustión interna, quema el gas en los cilindros, las explosiones que ocurren en estos activan un sistema de rotación que a su vez activa un grupo electrógeno el cual genera la corriente eléctrica. LA energía eléctrica de salida es regulada por un alternador. La salida es corriente AC o DC, de 50 o 60 Hz con un voltaje de entre 110V y 240V.

Cabe mencionar que la generación de energía a través de una planta eléctrica no es la única opción para aprovechar el gas, sin embargo para este caso resulta la más apropiada de acuerdo a las características del gas. La tabla 21 muestra las 3 opciones principales para el aprovechamiento del gas:

Aplicación	Temperatura del gas	Partículas Disueltas Toleradas	Alquitrán tolerado	Contaminantes (N ₂ , CO, etc)
Hornos	Baja	Moderado	Moderado	Moderada
Motores	Muy baja	Muy Bajo	Muy Bajo	Baja
Turbinas	Muy alta	Ninguna	Ninguno	Muy Baja

Tabla 21: Composición del gas según aplicación. Fuente: Bauen, 2004.

4.2.6. Consumo esperado de la propuesta

En el capítulo 2 se estimó el consumo eléctrico promedio que tienen las fincas basados en los datos de su consumo durante la primera parte del año 2009. Posteriormente en el capítulo 3 se estima igualmente la producción de cascarilla disponible mensualmente en las fincas y se hace un estimado del disponible diario. Anteriormente en este capítulo se habló de la alimentación necesaria para la producción de una determinada cantidad de potencia en los gasificadores. La tabla 22 la relación de consumo de cada gasificador.

Gasificador	Alimentación (kg/h)	Producción de potencia (kW)	Relación (kg/kW)
Ankur Sc.	20	20	1
CPC	22	25	0.9

Tabla 22: Consumo biomásico de cada gasificador. Fuente: Ankur Scientific Energy Technologies y Community Power Corporation.

Con estos datos se puede hacer un estimado de consumo y generación de energía eléctrica para diferentes escenarios que se muestran en la tabla 23.

Gasificador	Escenario	% capacidad	h	kW	kg/h	kWh al Día	Cumple la demanda de energía?	Δ energía	kg/día	Δ kg cascarrilla
Ankur Sc.	1	70%	7	14	14	98	NO	-19	98	43
			8			112	NO	-5	112	29
			9			126	SI	9	126	15
			10			140	SI	23	140	1
	2	75%	7	15	15	105	NO	-12	105	36
			8			120	SI	3	120	21
			9			135	SI	18	135	6
			10			150	SI	33	150	-9
	3	80%	7	16	16	112	NO	-5	112	29
			8			128	SI	11	128	13
			9			144	SI	27	144	-3
			10			160	SI	43	160	-19
	4	85%	7	17	17	119	SI	2	119	22
			8			136	SI	19	136	5
			9			153	SI	36	153	-12
			10			170	SI	53	170	-29
CPC.	5	70%	7	18	16	123	SI	5.5	112	29
			8			140	SI	23	128	13
			9			158	SI	40.5	144	-3
			10			175	SI	58	160	-19
	6	75%	7	19	17	131	SI	14.25	131	10
			8			150	SI	33	150	-9
			10			188	SI	70.5	188	-47
			12			225	SI	108	225	-84
	7	80%	7	20	18	140	SI	23	126	15
			8			160	SI	43	144	-3
			10			200	SI	83	180	-39
			12			240	SI	123	216	-75
	8	85%	7	21	19	149	SI	31.75	134	7
			8			170	SI	53	153	-12
			10			213	SI	95.5	191	-50
			12			255	SI	138	230	-89

Tabla 23: Comportamiento teórico del proceso de acuerdo a varios escenarios propuestos. Fuente: El autor.

La información de esta tabla será tenida en cuenta para la evaluación financiera de la propuesta.

4.3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO LOGÍSTICO

4.3.1. Esquema del Mercado.

La estructura del mercado es simple, se trata de una nueva iniciativa para la producción de un producto que si bien se encuentra en el mercado su oferta está monopolizada por las electrificadoras adjudicadas en cada región y que ocupan el lugar de la competencia en la evaluación económica del mismo. Adicionalmente se establecen como proveedores de la materia prima para el proceso las mismas fincas, así como algunas trilladoras que operan cerca de la región. Como proveedores de los recursos para la producción se encuentran los proveedores de la tecnología de gasificación y generación. Por último los usuarios y beneficiados con él, las fincas y la comunidad que las rodea. Esta esquematización del mercado se muestra en la figura 22 a continuación:

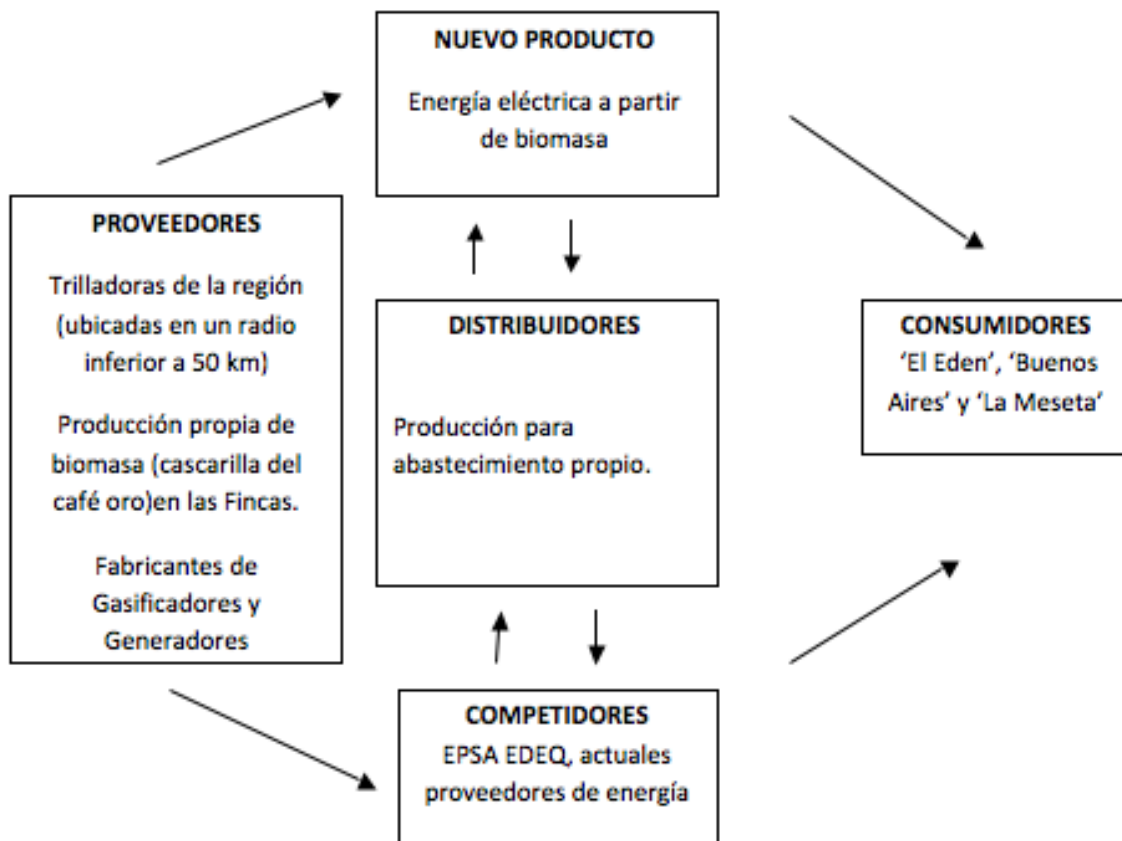


Figura 22: Esquema del Mercado para el proyecto.

Anteriormente se analizaron proveedores en esta misma sección, igualmente los competidores y su estructura de precios en la sección 2, los consumidores fueron citados en las secciones 2 y 3, y finalmente la propuesta para el proceso de generación fue explicada en el presente capítulo.

4.3.2. Aprovechamiento

Se establecen 2 grupos de proveedores principales del recurso biomásico para las fincas. El primero son ellas mismas, cuya producción ha sido abordada con detalle en la sección 3.5. Adicionalmente se consideran como posibles proveedores todas las trilladoras ubicadas a menos de 50 km de la finca.⁷¹ Se trata por ende de grandes trilladoras ubicadas en la región comprendida entre el sur de Risaralda, El norte del Valle, y el departamento de Quindío.

4.3.3. Transporte

Cuando hablamos del transporte de la biomasa, debemos distinguir dos etapas. La primera consiste en el transporte del recurso desde su lugar de origen, es decir la trilladora, hasta las fincas y una segunda etapa en la cual el recurso se transfiere del lugar de almacenamiento hasta la instalación de aprovechamiento.

En la primera fase, la cascarilla es entregada por las trilladoras en sacos, cada uno de ellos con 60 kg de cascarilla. Las trilladoras están en capacidad de entregar hasta un 20% en peso de la carga de café oro entregada por el finquero, ya que este 20% constituye las “mermas”. En algunos casos los finqueros reclaman la cascarilla, sin embargo en la mayoría de los casos esta permanece en la trilladora y es posteriormente vendida a ladrilleras, o sencillamente incinerada.

Cuando las fincas deciden llevar su cascarilla, esta se transporta en camiones, o camionetas ‘Pick Up’ de baja capacidad de carga, desde las trilladoras hasta las fincas haciendo uso en primer lugar de las vías intermunicipales y en segundo lugar de los caminos verdales que comunican hasta las mismas.

La segunda fase contempla el transporte de la biomasa en el lugar de aprovechamiento y su traslado desde el lugar de almacenamiento hasta el sitio donde debe ser pre tratada (cuando esto aplique) y posteriormente al gasificador. Para ello se deben establecer rutas y procedimientos de cargue y descargue del recurso. Aunque en la actualidad hay tecnologías que transfieren la biomasa desde su sitio de almacenamiento (comúnmente silos) a través de los procesos de alistamiento y hasta el gasificador, esta opción no se contempla para el presente proceso.

4.3.4. Almacenamiento del recurso biomásico.

El almacenamiento de la biomasa debe asegurar la operación continua del proceso de generación. Para limitar el espacio de almacenamiento del recurso, este debe ser almacenado en pilas relativamente altas. Hay dos problemas que deben evitarse cuando se almacene la biomasa. Cuando la cantidad de recurso es muy grande y este tiene muy baja densidad, es aconsejable acondicionar silos para su almacenamiento.

71 Ver anexo J

El primero la descomposición del recurso, este es un problema mayor sobre todo en recursos biomásicos de alto contenido de humedad (superior al 20%). El segundo problema es el calentamiento de la biomasa. Este es un problema más complejo en cuanto puede acelerar la descomposición del recurso, aumentar el riesgo de incineración del mismo, lo cual puede degenerar en un incendio, finalmente el aumento de temperatura en la biomasa puede facilitar el crecimiento de hongos termofílicos cuyas esporas causan problemas respiratorios a los trabajadores de las fincas. Es posible que se registren pérdidas durante el almacenamiento, sobre todo cuando este implica que el secado de la biomasa no está integrado en el proceso.

En el caso de las fincas es importante que el almacenamiento se lleve a cabo en un lugar donde la temperatura sea inferior a los 25°C, y los techos sean relativamente altos. La forma de adquisición del recurso implica tener que almacenarlo en pilas, ya que este es entregado por las trilladoras en sacos de 60 kg.

4.3.5. Mantenimiento del sistema

Según la información de Ankur Scientific Technologies, un sistema de energía comunitario basado en un generador de gas necesita, normalmente, de una persona dedicada a la operación y mantenimiento del sistema. Adicionalmente, debería definirse la responsabilidad de la recolección, traslado y almacenaje protegido y seco del combustible biomásico.

Los proveedores de gasificadores normalmente realizan cursos de entrenamiento y capacitación para los operadores. A menos que se seleccione un sistema con un control complejo o sofisticado, no se requiere ninguna habilidad particular para operar estos equipos. Las tareas diarias que se requieren para operar el sistema son las siguientes:

- Limpieza para retirar los restos de alquitrán
- Cambio del filtro y limpieza de cenizas.
- Verificar el aceite y agua del motor
- Recarga de la tolva de combustible
- Encendido del gasificador
- Encendido del gas en la llama de prueba
- Arranque del motor
- Arranque de la generación a máxima potencia

Además cabe decir que el mantenimiento periódico incluye:

- Reemplazo de filtros
- Remoción de cenizas
- Limpieza del reactor y remoción de escoria

4.4. POSIBLES LIMITACIONES TÉCNICAS EN EL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE GASIFICACIÓN.

A continuación se enuncian los principales problemas técnicos que se conocen para el funcionamiento de los gasificadores:

Puenteado: Esto se produce cuando el combustible se quema completamente en la zona de entrada de aire y no es reemplazado por combustible fresco. Esto puede deberse a que el combustible esté muy húmedo o bien el tamaño de las partículas (chips) sea demasiado grande. A menos que esto se solucione, ya sea empujando el lecho del combustible o sacudiendo la grilla, la producción del gas no se reiniciará. En estos casos, el operador debe proceder a abrir la tapa del generador de gas y empujar el lecho del combustible con una barreta larga. Algunos fabricantes de generadores de gas disponen aberturas o puertas laterales en el generador, de manera de evitar que el operador tenga que utilizar dicha barra.⁷²

Escoria: La formación de escoria ocurre si las cenizas contenidas en la biomasa se funden fácilmente. Esto depende del tipo de combustible utilizado. EL uso de la leña con corteza como combustible complementario en la gasificación es generalmente susceptible a la formación de escoria. La escoria se forma generalmente luego de un cierto tiempo de operación y casi siempre en las proximidades de los inyectores o de la grilla donde se realiza la combustión. Muchas veces esto ocurre cuando el generador de gas se reenciende luego de enfriarse durante la noche. La formación de escoria es particularmente difícil de controlar, porque no puede ser observada visualmente. Si se detecta luego que el lecho ha sido cargado totalmente con combustible, se deberá retirar todo el combustible e intentar romper la escoria en pedazos, para poder empujarla y retirar sus pedazos a través de la grilla.⁷³

Depósitos de Impurezas: La deposición de impurezas en el circuito de limpieza y enfriado de gases, conduce a un aumento en la caída de presión, reduce el caudal del gas y afecta, en última instancia, la operación del generador de gas. Si se intenta continuar con la operación, manteniendo el sistema encendido, sin tener un diagnóstico o localizada la naturaleza del problema, se generará una acumulación de gases en el reactor, con riesgo de que se provoque una explosión.⁷⁴

Cenizas: Se deben eliminar las acumulaciones de cenizas en la grilla, especialmente en el caso de emplear combustibles de alto contenido de cenizas, tales como las cáscaras de arroz. Para ello se debe implementar un sistema continuo y muy eficaz de retiro de la ceniza.⁷⁵

72 Secretaría de Energía de la República Argentina. “Evaluación de los Recursos de Biomasa en las Provincias de Misiones y Corrientes. Localización y Estudio de Factibilidad de la instalación de un proyecto de generación”. 2007.

73 Ibid.

74 Ibid

75 Ibid.

Corrosión: La Corrosión del equipo es producida por el gas caliente generado. Para evitarla se prefiere el uso de cerámica para alta temperatura en el gasificador. Deben evitarse los sistemas contruidos con aceros.⁷⁶

76 Ibid.

5. ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA PROPUESTA

En este capítulo se evaluarán los costos del sistema de gasificación propuesto para las fincas “El Edén”, “La Meseta y Buenos Aires. Para tal fin primero se describirán los costos de cada uno de los componentes que integran la propuesta para obtener el costo total por sistema y se hará un comparativo con la proyección tarifaria en la región con un horizonte de diez años.

Para llevar a cabo este análisis se tendrán en cuenta algunas variables macroeconómicas como el IPC (índices de precios al consumidor) para evaluar los incrementos en los costos y las tarifas de electricidad. En cuanto a los costo en dólares, se usará la TRM del día 16 de abril (1943,8 COP/USD).

Por último, con la ayuda del indicador de valor presente neto correspondiente al proyecto evaluar su viabilidad financiera. A partir del análisis de proyectos similares se pretende llegar a conclusiones sobre los posibles beneficios e impactos ambientales y sociales del mismo.

5.1. COSTOS ESTIMADOS DEL PROYECTO

Los costos de la propuesta se dividen en:

- Costos de la materia prima biomásica.
- Costos de la infraestructura y puesta en funcionamiento.

5.1.1. Materia prima.

Con respecto a la materia prima del sistema hablamos de la cascarilla. Los costos de la cascarilla derivan de (i) su adquisición (ii) Transporte y (iii) almacenamiento. La adquisición de la cascarilla se realiza en la misma trilladora. Una vez realizado el beneficio seco, los dueños de la finca pueden optar por recuperar su cascarilla o dejarla en la trilladora. Además la trilladora suele ofrecer cascarilla sobrante de otras cargas. Los precios de la cascarilla no son fijos y dependen de una negociación entre la trilladora y los dueños de la finca. Según la información ofrecida por la finca el edén, El precio de la cascarilla oscila entre los \$35 y \$45 por kg, y se vende en costales de 60 kg.

El segundo costo corresponde al transporte. En las fincas se contrata un solo flete desde la finca “La Meseta” dese donde se transporta la producción de café oro hasta las trilladoras de Armenia. La persona contratada para esta actividad carga 14 sacos de café oro. Igualmente realiza transportes desde Armenia hasta las fincas. El valor de estos transportes es de \$35000 por trayecto.

Finalmente el costo del almacenamiento. El almacenamiento se lleva a cabo en la casa del beneficiadero de la finca “La Meseta”, Las condiciones de esta casa son acordes para

el almacenamiento de la cascarilla, de hecho en la actualidad ya cumple este propósito. El área de almacenamiento es inferior a los 10 m². Este costo se tomará como 0.

Item	Costo (\$)	Kg	Costo/kg (\$)
Saco de Cascarilla	2700	60	45
Transporte 14 Sacos	35000	840	42
Total Carga	72800	840	87

Tabla 24: Costo de la cascarilla de café por kg. Fuente: Finca "El Eden".

5.1.2. Costos de la infraestructura y puesta en funcionamiento.

Los costos en los que se incurre para la infraestructura y puesta en marcha del sistema implican la adquisición de las tecnologías de gasificación y su transporte hasta Colombia. Adicionalmente se deben contemplar inversiones en instalaciones eléctricas, ingeniería y mano de obra. Los costos a continuación se apoyan en los estudios “Estudio de alternativas para la electrificación de la zona selva de Perú” Llevado a cabo por la Universidad Politécnica de Catalunya en el año 2008 y “Evaluación del Mercado de tecnología para gasificación y combustión de biomasa para aplicaciones de pequeña y mediana escala” del Laboratorio Nacional de las Energías Renovables (NREL) de los Estados Unidos en el año 2009.

En primer lugar se presenta la relación de los costos de los gasificadores. Los fabricantes tasan estos costos de acuerdo a la cantidad de potencia que se requiere. Adicionalmente se toma este costo como DDU, es decir el fabricante se encarga de ponerlo en el lugar de instalación, Ankur Scientific Energy Technologies desde la India y Comunity Power Corporation desde Colorado en Estados Unidos. Los aranceles dispuestos para esta tecnología se clasifican en la partida 84.05 *“Generadores de gas pobre (gas de aire) o de gas de agua, incluso con sus depuradores; generadores de acetileno y generadores similares de gases, por vía húmeda, incluso con sus depuradores.”*⁷⁷ De la presente legislación aduanera y corresponden a un 15% sobre el valor del equipo.

Costo de los equipos					
Fabricante	Modelo	Costo (USD)	Impuesto (USD)	Costo Total (USD)	Costo total (COP)
Ankur Scientific Energy	FGB 20	\$ 19,000.00	\$ 2,850.00	\$ 21,850.00	\$ 42,472,030.00
Comunity Power Corporation	Biomax 25	\$ 79,750.00	\$ 11,962.50	\$ 91,712.50	\$ 178,270,757.50

Tabla 25: Costo de los Gasificadores en COP Fuente: NREL

⁷⁷ Ministerio de Industria y Comercio. DECRETO NÚMERO 4589 DE 2006 “Por el cual se adopta el Arancel de Aduanas y otras disposiciones”, Colombia, 2006.

Sin embargo, para el presente proyecto, nos podemos apoyar en el artículo 95 de la ley 788 de 2002, promulgada por el ministerio del medio ambiente. Dicho artículo cita: “la ley determina que la importación de maquinaria y equipos destinados a proyectos que generen certificados de reducción de GHG estará exenta de impuestos.”⁷⁸ Por ende podemos reducir el costo de inversión de los equipos, dado que éstos clasifican como tecnologías que contribuyen a la reducción de GHG, como se muestra en la tabla a continuación:

Costo de los equipos			
Fabricante	Modelo	Costo (USD)	Costo total (COP)
Ankur Scientific Energy	FGB 20	\$ 19,000.00	\$ 36,932,200.00
Comunity Power Corporation	Biomax 25	\$ 79,750.00	\$ 155,018,050.00

Tabla 26: Costo de los gasificadores exentos de impuestos

Teniendo los precios de los gasificadores, procedemos a calcular los costos del proyecto diferenciando entre los costos de infraestructura y los costos de ejecución. Para los primeros tenemos en cuenta el valor de los equipos y un estimado de gasto en adecuación de un espacio para el gasificador y adecuación del suministro eléctrico en las fincas. EL costo de la planta eléctrica Generac con potencia nominal de 25 kW fue suministrado por la empresa ORDOCOL⁷⁹.

Intraestructura de Electrificación			
Concepto	Precio COP	Concepto	Precio COP
Gasificador FGB 20	36,932,200\$	Gasificador BIOMAX 25	155,018,050\$
Planta Eléctrica Generac	35,423,811\$	Planta Eléctrica Generac	35,423,811\$
Adecuación Espacio	5,000,000\$	Adecuación Espacio	5,000,000\$
Instalación eléctrica	12,000,000\$	Instalación eléctrica	12,000,000\$
Total	89,356,011\$	Total	207,441,861\$

Tabla 27: Costos de infraestructura para el proyecto por gasificador. Fuente: Universidad Politécnica de Canatlunya, 2008.

78 Ley 788 de 2002: introduce modificaciones al Estatuto Tributario, entre ellas dos incentivos para proyectos de reducción de gases de efecto invernadero. Ministerio del Medio Ambiente, Colombia.

79 <http://www.ordocol.com/portal/ordocolweb/WebSite/Default.aspx>

Ejecución del proyecto				
Concepto	Unidades	Cantidad	Precio	Total
Ingeniero Eléctrico	hrs	60	45,000\$	2,700,000\$
Tecnico	hrs	120	25,000\$	3,000,000\$
Mano de obra de la finca	hrs	320	5,000\$	1,600,000\$
Formación	uds.	1	1,000,000\$	1,000,000\$
Total				8,300,000\$

Tabla 28: Costos de ejecución del proyecto. Fuente: Universidad Politécnica de Catalunya, 2008.

Concepto	FGB - 20	BIOMAX - 25
Infraestructura	\$ 89,356,011.00	\$ 207,441,861.00
Ejecución	\$ 8,300,000.00	\$ 8,300,000.00
Total	\$ 97,656,011.00	\$ 215,741,861.00

Tabla 29: Costos estimados del proyecto por gasificador. Fuente: El Autor.

Finalmente se determinan costos de operación y mantenimiento que se toman como el 6% de los costos del equipo gasificador, anualmente.⁸⁰ En estos costos se incluye el mantenimiento rutinario, repuestos, insumos y mano de obra para la operación.

Gasificador	Sub-total	Costo de funcionamiento	Total COP (1928,3 COP/USD)
FGB 20	19.000\$	1.140\$	2.198.262\$
Biomax 25	79.750\$	4.785\$	9.226.916\$

Tabla 30: Costos anuales de operación y mantenimiento por gasificador. Fuente: El autor.

5.1.3. Costo actual de la energía eléctrica.

En el Capítulo 2 se evaluó el costo mensual de la energía eléctrica en las fincas, en promedio se paga 1,337,193 COP. Es decir, llevándolo a un promedio anual tenemos un consumo de 16,046,316 COP. Este será el costo anual contra el que se compare las tecnologías seleccionadas.

⁸⁰ Secretaría de Energía de la República Argentina. “Evaluación de los Recursos de Biomasa en las Provincias de Misiones y Corrientes. Localización y Estudio de Factibilidad de la instalación de un proyecto de generación”. 2007.

5.2. ANÁLISIS FINANCIERO DE LA PROPUESTA

Para evaluar la propuesta se consideran distintos escenarios. En ellos se usará el siguiente pronóstico del IPC, calculado con el método de suavización exponencial⁸¹.

Año	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
IPC	6.25%	4.98%	5.40%	5.24%	5.29%	5.27%	5.28%	5.30%	5.30%	5.30%

Tabla 31: Pronóstico del IPC. Fuente: El Autor.

Como costo de oportunidad para un proyecto cuyo horizonte de evaluación es de 10 años se tomó el título de renta fija TFIT 15240720/1 (bono con vencimiento al 24 de julio del 2020) cuya tasa de rendimiento a la fecha corresponde a 8,365% efectivo anual.⁸²

Los flujos de caja para cada uno de los escenarios propuestos se encuentran en los anexos L a Q.

5.2.1. Primer escenario

Supuestos:

- Se evalúan ambas tecnologías
- La generación eléctrica sólo abastece y satisface el consumo interno de las fincas.
- El consumo de cascarilla es similar en ambas tecnologías (Escenario 3 con funcionamiento de 8 horas y escenario 5 con funcionamiento de 8 horas, para un total de 128 kg diarios. Ver tabla 20).
- Evaluación con un horizonte de 10 años.

Se determina el costo anual de la cascarilla:

kg/día	128
kg/año	46720
Costo/kg	87\$
Costo anual Cascarilla	4.064.640\$

Tabla 32: Consumo anual de cascarilla escenarios 1 y 2. Fuente: El Autor.

Bajo estos supuestos, y evaluando el valor presente neto de las inversiones en costos tenemos el siguiente resultado:

81 Ver Anexo K

82 <http://www.bvc.com.co/pps/tibco/portalebvc> Consultado el 16/04/2010

Escenario 1	
Tecnología	VPN Costos
Actual	\$ (87.995.266,18)
BIOMAX - 25	\$ (247.145.970,47)
FGB -20	\$ (116.239.172,89)

Tabla 33: Comparación VPN en costos para el escenario 1. Fuente: El autor.

La inversión resulta financieramente NO VIABLE.

5.2.2. Segundo escenario

Supuestos:

- Se evalúan ambas tecnologías
- La generación eléctrica sólo abastece y satisface el consumo interno de las fincas
- El consumo de cascarilla es similar en ambas tecnologías (Escenario 3 con funcionamiento de 8 horas y escenario 5 con funcionamiento de 8 horas, ver tabla 20).
- Evaluación con un horizonte de 10 años.
- Hay una subvención al proyecto del 30% por parte del gobierno (tal como se subvenciona el kWh).

Se determina el costo anual de la cascarilla (ver Tabla 31)

Bajo estos supuestos, y evaluando el valor presente neto de las inversiones en costos tenemos el siguiente resultado:

Escenario 2	
Tecnología	VPN Costos
Actual	\$ (87.995.266,18)
BIOMAX - 25	\$ (182.423.412,17)
FGB -20	\$ (86.942.369,59)

Tabla 34: Comparación VPN en costos para el escenario 2. Fuente: El autor.

La inversión resulta financieramente VIABLE para la tecnología FGB - 20. Sin embargo, para este escenario el VPN resulta ser muy cercano a los consumos actuales de energía eléctrica. En este caso se establece que la subvención que se necesita para tornar el proyecto en un proyectos llamativos es del 72,8% para el BIOMAX – 25, ya que por sí solo el FGB – 20 resulta algo más atractivo que mantener el uso actual de la energía eléctrica.

5.2.3. Tercer escenario

- Se evalúan ambas tecnologías
- La generación eléctrica abastece y satisface el consumo interno de las fincas, proporcionando un excedente de energía eléctrica para ser usado en las mismas, el consumo de cascarilla cambia. (Escenario 4 con funcionamiento de 10 horas y escenario 6 con funcionamiento de 9 horas, ver tabla 20).
- Evaluación con un horizonte de 10 años.

Se determina el costo anual de la cascarilla:

Tecnología	FGB-20	Biomax 25
kg/día	170	169
kg/año	62050	61685
Costo/kg	87\$	87\$
Costo anual Cascarilla	5.398.350\$	5.366.595\$

Tabla 35: Consumo anual de cascarilla escenarios 3 y 4.

Bajo estos supuestos, y evaluando el valor presente neto de las inversiones en costos tenemos el siguiente resultado:

Escenario 3	
Tecnología	VPN Costos
Actual	\$ (87.995.266,18)
BIOMAX - 25	\$ (254.459.809,14)
FGB -20	\$ (123.553.011,56)

Tabla 36: Comparación VPN en costos escenario 3. Fuente: El autor.

La inversión resulta financieramente NO VIABLE.

5.2.4. Cuarto escenario

- Se evalúan ambas tecnologías
- La generación eléctrica abastece y satisface el consumo interno de las fincas, proporcionando un excedente de energía eléctrica para ser usado en las mismas, el consumo de cascarilla cambia. (Escenario 4 con funcionamiento de 10 horas y escenario 6 con funcionamiento de 9 horas, ver tabla 20).
- Evaluación con un horizonte de 10 años.
- Hay una subvención al proyecto del 30% por parte del gobierno (tal como se subvenciona el kWh).

Bajo estos supuestos, y evaluando el valor presente neto de las inversiones en costos tenemos el siguiente resultado:

Escenario 4	
Tecnología	VPN Costos
Actual	\$ (87.995.266,18)
BIOMAX - 25	\$ (189.737.250,84)
FGB -20	\$ (94.256.208,26)

Tabla 37: Comparación VPN en costos escenario 3. Fuente: EL Autor.

La inversión resulta financieramente NO VIABLE. En este caso se establece que la subvención que se necesita para tornar los proyectos en proyectos llamativos es de: 37% para el sistema FGB – 20 y del 77,4% para el sistema BIOMAX 25.

5.2.5. Quinto escenario

- Se evalúan ambas tecnologías.
- La generación eléctrica abastece y satisface el consumo interno de las fincas, el consumo de cascarilla cambia. (Escenarios 4 y 8 con funcionamiento de 10 horas)
- El consumo de cascarilla es distinto entre los gasificadores.
- Es posible vender a la red el excedente de energía.
- Evaluación con un horizonte de 10 años.

Se establece el consumo anual de cascarilla:

Tecnología	FGB - 20	Biomax -25
kg/día	170	191
kg/año	62050	69715
Costo/kg	\$ 87.00	\$ 87.00
Costo anual Cascarilla	\$ 5,398,350.00	\$ 6,065,205.00

Tabla 38: Consumo Anual de Cascarilla escenarios 5 y 6. Fuente: El autor.

Se determina igualmente la cantidad de energía teóricamente comercializable. Se establece el mayor costo de generación como precio de venta del kWh.

Tecnología	FGB - 20	Biomax -25
kWh/día	53	95
kWh/año	19345	34675
Precio Generación kWh	\$ 112.40	\$ 112.40
Venta anual esperada de energía	\$ 2,174,378.00	\$ 3,897,470.00

Tabla 39: Producción teórica de energía escenarios 5 y 6. Fuente: El autor.

Bajo estos supuestos, y evaluando el valor presente neto de las inversiones en costos tenemos el siguiente resultado:

Escenario 5	
Tecnología	VPN Costos
Actual	\$ (87.995.266,18)
BIOMAX - 25	\$ (236.743.666,27)
FGB -20	\$ (111.629.092,64)

Tabla 40: Comparación VPN en costos escenario 5. Fuente: El autor.

La inversión resulta financieramente NO VIABLE.

5.2.6. Sexto escenario

- Se evalúan ambas tecnologías.
- La generación eléctrica abastece y satisface el consumo interno de las fincas, el consumo de cascarilla cambia. (Escenarios 4 y 8 con funcionamiento de 10 horas).
- El consumo de cascarilla es distinto entre los gasificadores.
- Es posible vender a la red el excedente de energía.
- Evaluación con un horizonte de 10 años.
- Hay una subvención al proyecto del 30% por parte del gobierno (tal como se subvenciona el kWh).

Bajo estos supuestos, y evaluando el valor presente neto de las inversiones en costos tenemos el siguiente resultado:

Escenario 6	
Tecnología	VPN Costos
Actual	\$ (87.995.266,18)
BIOMAX - 25	\$ (172.021.107,97)
FGB - 20	\$ (82.332.289,34)

Tabla 41: Comparación VPN en costos escenario 6. Fuente el autor.

La inversión resulta VIABLE financieramente para el FGB – 20 de Ankur Scientific Energy Technology. Sin embargo es NO VIABLE para la tecnología BIOMAX – 25 de Comunity Power Corporation. En este caso se establece que la subvención que se necesita para tornar el proyecto en un proyecto llamativo es de: 76,5% para el sistema BIOMAX – 25

5.2.7. Resumen

En términos estrictamente financieros, se compararon los VPN's de los costos de los proyectos en distintos escenarios. En todos ellos la inversión resulto financieramente NO VIABLE para la tecnología de BIOMAX – 2. Para la Tecnología FGB – 20 de Ankur Scientific. Los 5 primeros escenarios resultan NO VIABLES, exceptuando el escenario 2 en el cual encontramos la restricción de una subvención teórica del proyecto por parte del

gobierno igualmente en el sexto escenario, que sucede ser el más restringido, el VPN es ligeramente mayor al de pagar la energía eléctrica.

5.3. ALGUNAS FUENTES DE FINANCIACIÓN

A continuación se presenta el cuadro de alternativas de financiación de la propuesta. En el país diferentes iniciativas apoyan este tipo de proyectos, tanto a nivel regional, nacional e internacional. Un proyecto de generación de energía a partir de fuentes renovables en un contexto de explotación agrícola, puede ser financiado además desde 3 flancos i) Energético, ii) Medio Ambiente, iii) Agropecuario. La tabla 41 presenta una relación de las posibilidades, basados en el documento “Manual de Fuentes de financiación para proyectos de Inversión” del Departamento Nacional de Planeación, con un total de 15 diferentes instituciones que prestan financiación a los proyectos.

Fuente	Sector		
	Energía	Medio Ambiente	Agropecuario
Fuentes Nacionales	Banco De Comercio Exterior De Colombia, BANCOLDEX	Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA	Banco De Comercio Exterior De Colombia, BANCOLDEX
	Financiera de Desarrollo Territorial, FINDETER	Fondo Nacional Ambiental, FONAM	Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA
	Financiera Energética Nacional, FEN	Instituto Colombiano Agropecuario, ICA	Banco Agrario
	Fondo Financiero de Proyectos de Desarrollo, FONADE	Proyecto de Apoyo al Desarrollo de la Microempresa Rural, PADEMÉR	Fondo para el financiamiento del sector Agropecuario, FINAGRO
			Instituto Colombiano de Desarrollo Rural, INCODER

			Unidades Municipales de Asistencia Técnica al Sector Agropecuario, UMATA
Fuentes Departamentales	Instituto Financiero para el desarrollo del valle del cauca, INFIVALLE		
Fuentes Internacionales		Embajada de Suiza	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura IICA

Tabla 42: Diferentes alternativas de financiación para el proyecto. Fuente: Departamento Nacional de Planeación, 2003.⁸³

Cabe señalar que Acción Social de la Presidencia de la República en su programa “Generación de Ingresos”⁸⁴ ofrece apoyo a proyectos orientados a mejorar la calidad de vida de los sectores más pobres y vulnerables de la población colombiana y a fortalecer sus capacidades productivas y organizadas. Estos proyectos exigen la participación colaborativa de la comunidad.

Igualmente Acción Social a través de El componente Capitalización micro empresarial 2010, que hace parte del Programa Generación de Ingresos de Acción Social, crea condiciones propicias para el fortalecimiento de las organizaciones productivas y microempresas, integrando los diferentes actores que intervienen en el desarrollo competitivo de las regiones de intervención.

5.4. IMPÁCTO SOCIAL DE LA PROPUESTA

Los proyectos basados en el aprovechamiento de la biomasa en la generación de energía eléctrica gozan de gran aceptación en comunidades rurales de países en vías de desarrollo. Estos proyectos modifican el modelo de consumo de energía abaratando sus costos de producción y distribución, al eliminar el eslabón de infraestructura de transporte comercialización y distribución, que cómo se vio en el capítulo 2 representa el 60% del costo del kWh, se trata de proyectos que buscan pasar directamente de la generación al aprovechamiento:

83 Ver Anexo R

84 el Programa Generación de Ingresos es creado mediante la resolución 01445 del 4 de Mayo del 2007

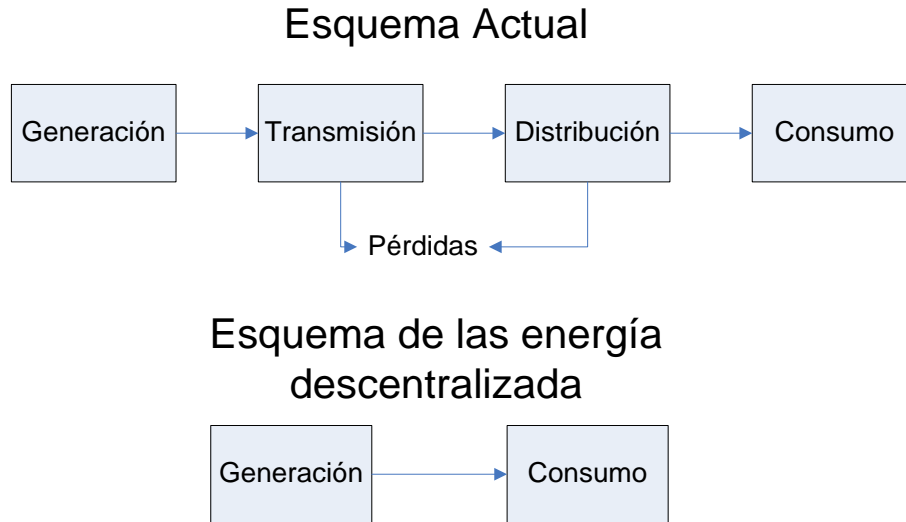


Figura 23: Esquema propuesto de consumo de energía eléctrica. Fuente: El autor.

5.4.1. Estudio de Casos.

Para analizar los beneficios sociales de la propuesta nos basamos en el estudio de casos exitosos de aplicación de la tecnología de gasificación de biomasa alrededor del mundo, siendo sin duda India y China los países pioneros en el uso de esta tecnología.

Anteriormente en el capítulo 4 se expuso la escogencia de las tecnologías de Ankur y CPC. Por su parte gracias a la tecnología de CPC, en filipinas se han desarrollado proyectos de emprendimiento usando la energía que se obtiene de los desechos de la industria del coco. Con un modelo Biomax -15 se han logrado satisfacer las necesidades energéticas de hogares y pequeñas empresas en la provincia de Alkan en Filipinas. Este proyecto cuenta además con el apoyo económico del “Fondo para la Energía Sostenible” de los Estados Unidos y la “Fundación Shell”. Entre los impactos registrados de este proyecto se contabilizan 100 empleos generados en la aldea de Alaminos en la nueva “pequeña – industria” manufacturera de la región, que además de usar los residuos del coco en la generación de energía los usa para la fabricación de Geo Textiles.⁸⁵

Otro caso que requiere igual atención es el del desarrollo y masificación de la tecnología de gasificación anaerobia de biomasa. Cerca de 80000 familias en Nepal usan hoy esta tecnología para la obtención de calor e iluminación en sus hogares. Adicionalmente existen en la actualidad 48 empresas dedicadas a la fabricación de equipos que usan esta tecnología y la comercializan a precios cercanos a los \$300 USD. El “Programa de apoyo al biogas Nepalí” es una iniciativa gubernamental que busca masificar el uso de la tecnología y aumentar la oferta energética principalmente para comunidades rurales donde la biomasa es abundante y está al alcance de la población. Esta experiencia ha

85 Kammen, Daniel M., Robert Bails, and Antonia V. Herzog. Clean Energy for Development and Economic Growth: Biomass and other renewable energy options to meet energy and development needs in poor nations. Policy Discussion Paper, Environmentally Sustainable Development Group (ESDG) of the United Nations Development Programme (UNDP), 2002.

brindado un buen ejemplo de cómo un programa apoyado por el gobierno puede dar buenos resultados en la reducción de problemas sociales. Por ejemplo, desde la puesta en marcha del programa se han registrado mejoras en la salud pública de la población rural, particularmente una reducción de las enfermedades respiratorias en menores de edad, anteriormente expuestos a la quema de madera y otros combustibles en sitios cerrados.⁸⁶

En Kenya, el negocio del 'carbón de madera' mueve cerca de \$40 millones USD al año, se consumen cerca de 500000 toneladas de este producto cada año. Sin embargo por cada tonelada de carbón consumida se devastan cerca de 10 'toneladas' de bosque. Una forma de reducir éste consumo es reemplazando el 'carbón de madera' por un producto llamado 'chardust'. El Chardust Se fabrica con restos de la industria maderera, y se puede fabricar inclusive con maderas que tengan hasta 30 años de antigüedad. Algunas comunidades pobres de Kenya se juntaron para crear Chardust Ltd., compañía en la que a través de una extrusora crean 'briquettes' útiles en la combustión y gasificación de biomasa. El 'Chardust' provee de una mayor cantidad de energía, no genera humo y su precio es inferior al del carbón tradicional en un 30 %. La compañía vende a un precio hasta 30% inferior al del carbón normal y en la actualidad cuenta con 23 trabajadores que han recibido capacitación técnica.⁸⁷

El "Programa para el Desarrollo de la Comisión Europea" pretende la integración de los sectores industriales del sureste asiático con nuevas tecnologías que sean más amigables con el medio ambiente. Un caso es el CHIA MENG RICE MILL CO-GENERATION PROJECT en Tailandia. En éste proyecto se usa un el proceso de gasificación y un generador de energía eléctrica, para a partir de cascarilla de arroz, producir hasta 2,5 MW de potencia que abastece a las comunidades aledañas y que adicionalmente surte de calor la instalación industrial para el procesamiento del arroz. Con un costo cercano a los 4 millones de dólares, el proyecto ahorra cerca de un millón al año en electricidad, combustible a la empresa, que también financia proyectos de desarrollo en las comunidades. Adicionalmente colabora en la disposición adecuada de la cascarilla de arroz. Este proyecto resulta en muchos aspectos similar al de la empresa Husk Power Systems que se mencionó en el capítulo cuarto.⁸⁸

En El Salvador se inició un cambio drástico en el sector energético en la década de los noventa. Hoy en día estas reformas han permitido que compañías comunitarias como el "Ingenio San Francisco" un ingenio azucarero instalasen la tecnología necesaria para, a partir de los restos biomásicos de la producción azucarera, generar hasta 1,5 GW de potencia y venderlos a la red pública de energía compitiendo con grandes multinacionales que dominan el mercado energético del país. Esta iniciativa ha sido la piedra angular de una transformación en el sector de las renovables en el país centro americano.⁸⁹

Shadong es una provincia China que ocupa los primeros lugares en consumo de energía en su país y en el mundo. Sin embargo la producción de energía en la provincia no está ni ligeramente cerca de satisfacer su demanda. En la provincia "El Congreso del Pueblo" y la "Oficina de la protección Ambiental" Se han encargado de dar un vuelco al sector

86 Ibid.

87 Ibid.

88 IEA (International Energy Agency), Technology without borders. Case studies of succesful technology transfers. 2001.

89 Ibid.

promoviendo el uso de renovables. Desde el 2005 se han construido 40 gasificadores de biomasa que funcionan a nivel rural en diferentes aldeas de la provincia. Las aldeas pobres ahora cuentan con gas para generación de calor, utilización en cocinas y generación de energía eléctrica, los estudios han demostrado mejoras en problemas de salud pública como exposición a residuos agroindustriales y enfermedad respiratoria, además de mejoras en la calidad de vida de los pobladores.⁹⁰

5.4.2. Beneficios Sociales.

Tras analizar algunos casos de estudio se puede concluir que los beneficios sociales de este tipo de proyectos se resumen en:

- Acceso a energía barata, subvencionada o gratuita por comunidades rurales vulnerables.
- Cooperación entre empresas productoras de bienes agroindustriales y comunidades aledañas a ellas.
- Transferencia de tecnología de países desarrollados a comunidades pobres en países en vías de desarrollo.
- Generación de empleo y oportunidades de emprendimiento entre los pobladores.
- Disminución de problemas de salud pública, principalmente enfermedad respiratoria y problemas de higiene.
- Aprovechamiento de desperdicios que adquieren valor inmediato para la comunidad.
- Mejoras en la calidad de vida de los pobladores de las comunidades.

En conclusión, todos estos puntos se pueden resumir como oportunidades tangibles para el desarrollo. Adicionalmente hay que resaltar la variedad de entidades y corporaciones nacionales, internacionales, gubernamentales, privadas etc. que están en disposición de respaldar este tipo de proyectos.

90 Han, J. Mol, A. Lu, Y. Zhang, L. Small Scale Bio Energy Projects in Rural China. Energy Policy 2008.

6. ESTRATEGIAS ORIENTADAS A LA PROPUESTA

Las fuentes de energía renovables y las tecnologías para su aprovechamiento se muestran como una opción particularmente atractiva en países en vías de desarrollo. Se trata de tecnologías que reducen las emisiones de gases de efecto invernadero, lo cual se puede transformar en mayores ingresos vía bonos de carbono. Son tecnologías que facilitan la descentralización del sistema energético, evitando grandes gastos en infraestructura para la red eléctrica. En general proporcionan ventajas para la población y el medio ambiente.

En este capítulo se propondrán algunas estrategias para la masificación de estos proyectos, adicionalmente se muestra cómo están enmarcados en la actual legislación colombiana y dentro del marco de los protocolos de Kyoto.

6.1. PROYECTOS DE GENERACIÓN DE ENERGÍA A PARTIR DE RECURSOS RENOVABLES FRENTE A LA REGULACIÓN ENERGÉTICA ACTUAL EN COLOMBIA.

Colombia es un país donde la matriz energética en la generación de electricidad no es tan agresiva con el medio ambiente, siendo la producción energética mayoritaria de índole renovable (como muestra la Tabla 42), el 66% de la generación es a través de fuentes hídricas, siendo el segundo país de Sur América en porcentaje de generación renovable. En la tabla se compara la generación en Colombia con otros países de la región, donde prima la generación térmica, cuyos combustibles principales son el gas natural y el carbón.

Sur América					
Región/País	Térmica	Hidro	Nuclear	Otras	Total
Argentina	61%	35%	4%	0%	28.231
Bolivia	67%	32%	0%	0%	1.421
Brazil	15%	76%	2%	7%	90.733
Chile	60%	40%	0%	0%	10.738
Colombia	33%	67%	0%	1%	13.398
Ecuador	48%	52%	0%	0%	3.301
Peru	49%	51%	0%	0%	6.016
Venezuela	37%	63%	0%	0%	22.124
Total Sur América	57.002	120.346	3.025	6.016	186.389
	31%	65%	2%	3%	100%

Tabla 43: Porcentajes de generación de energía eléctrica según la fuente. Fuente: ACOLGEN, 2008.⁹¹

91 ACOLGEN. (2008). Capacidad de generación eléctrica global. Situación actual y perspectivas de los precios de la energía en Colombia.

El país, a pesar de su gran porcentaje de generación renovable, ha aprobado través del Congreso de la República la ley 629 de 2000 con el objetivo de reducir la emisión de los siguientes gases: dióxido de carbono (CO₂), el óxido nitroso (N₂O), el metano (CH₄), los hidrofluorocarbonos (HFC), los perfluorocarbonos (PFC) y el hexafluoruro de azufre (SF₆)⁹², todos ellos gases de efecto invernadero producidos principalmente por la quema de combustibles fósiles ya sea para efectos del transporte o generación de energía.

Adicionalmente, desde el año 2001 el país cuenta con una agenda ambiciosa de reforma del sector energético. Entre las estrategias se resalta la de simplificar el proceso de emprendimiento en proyectos de generación de energía a pequeña y mediana escala al igual que dar mayor importancia y participación a las tecnologías no tradicionales como lo son las tecnologías de aprovechamiento de las fuentes renovables de energía. Durante ese año se promueve el Proyecto de Ley 697⁹³ de 2001, el cual es regularizado por el decreto 3683 de 2003, en el cual se promueve el uso eficiente y racional de la energía así como un impulso al uso de fuentes alternas. A continuación se cita el parágrafo 2 del artículo cuarto de la Ley:

“Promover el uso de energías no convencionales dentro del programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía y demás formas de Energía no Convencionales (PROURE), estudiando la viabilidad tecnológica, ambiental y económica.”

Adicionalmente esta ley define términos como biomasa y desarrollo sostenible en el marco del desarrollo energético del país. Sin embargo, y a pesar del claro apoyo que pretende dársele a las fuentes renovables de energía dentro de la ley, en el país se carece de programas claros que aborden aspectos fundamentales tales como programas de inversión, definición de políticas para el mercado de las renovables, apoyo gubernamental a estas iniciativas, etc, que permitan impulsar el desarrollo de las renovables de manera significativa en el país.⁹⁴

Ruíz y Rodríguez Padilla (2006) proponen rellenar este importante vacío legal dentro del marco regulatorio de la generación a partir de nuevas tecnologías en Colombia, al igual que el establecimiento de metas cuantitativas para aumentar la presencia de las renovables en el mercado colombiano.

6.2. PROYECTOS DE GENERACIÓN DE ENERGÍA A PARTIR DE RECURSOS RENOVABLES FRENTE A LOS MECANISMOS DE DESARROLLO LIMPIO.

En años recientes se realizaron esfuerzos gubernamentales a nivel mundial para establecer estrategias que logren mitigar los efectos del desarrollo ‘insostenible’ de la humanidad. La ‘Cumbre Mundial Sobre Desarrollo Sostenible’ celebrada en Johannesburgo en el año 2002, por ejemplo, introdujo el tema de las fuentes renovables de energía en la

92 Sentencia de Constitucionalidad de Corte Constitucional n° 860/01, de 15 de Agosto 2001

93 Ver Anexo S

94 B.J. Ruiz, V. Rodríguez P. Renewable Energy Sources in the Colombian Energy Policy: Analysis and Perspectives. Energy Policy. 2006

agenda política de los países. En esta reunión surgieron iniciativas nacionales, regionales y mundiales cuyo objetivo común consistían incrementar en forma sustancial la participación de las fuentes renovables de energía en el mercado energético mundial.⁹⁵

En el esfuerzo que exigen las naciones para tener un desarrollo de forma sostenible, incluido el desarrollo de regiones rurales aparece el artículo 12 del 'Protocolo de Kyoto'⁹⁶ que introduce los 'Mecanismos de Desarrollo Limpio'⁹⁷ con el propósito de encontrar soluciones que se transformen en reducción de las emisiones de GHG⁹⁸, principalmente para países en vías de desarrollo como el nuestro.

Es importante, señalar que un proyecto como el de la presente propuesta basados en la utilización de la biomasa, se acoplan muy bien a las condiciones sugeridas en el artículo 12 del 'Protocolo de Kyoto' en el esquema señalado por Kammen (2002)⁹⁹, ya que en general cumplen las siguientes características:

- **Pertenecer a sectores de desarrollo prioritarios como Energías Renovables o Eficiencia Energética:** La tecnología de gasificación de biomasa es una tecnología basada en el aprovechamiento de un recurso renovable como lo es la biomasa, particularmente aquella que resulta como subproducto del beneficio seco del café.
- **Se basan en el uso de recursos obtenibles a nivel local:** El beneficio del café es una actividad autóctona y tradicional en las fincas de estudio, los desperdicios que de este proceso se generan, uno de ellos la cascarilla, es abundante y permanece en la región sin un mayor valor comercial. La cascarilla además posee un gran potencial para su explotación energética tanto con la tecnología de gasificación cómo en la combustión directa para generar calor.
- **Fomenta la participación de la comunidad a nivel local y cooperativo:** En primer lugar, la consecución de un extra de energía puede fomentar la creación de pequeñas alternativas e emprendimiento. La curiosidad generada por los nuevos sistemas puede crear ánimo en la población para capacitarse técnicamente, la comunidad puede crear cooperativas para el uso eficiente y productivo de la energía eléctrica.
- **Es una labor de mano de obra intensiva, lo cual se ve reflejado en trabajos para las regiones:** La masificación de proyectos de este tipo obligaría a la formalización del proceso logístico de abastecimiento de la cascarilla del café,

91 Agencia de Cooperación Técnica Alemana (GTZ), Comisión Económica Para América Latina y El Caribe (CEPAL). Fuentes Renovables de Energía en América Latina y el Caribe. Naciones Unidas. Pag 11. 2004.

96 Ver Anexo T

97 CDM, Clean Development Mechanism, por sus siglas en inglés.

98 GHG, Green House Gases, por sus siglas en inglés

95 Kammen, Daniel M., Robert Bails, and Antonia V. Herzog. Clean Energy for Development and Economic Growth: Biomass and other renewable energy options to meet energy and development needs in poor nations. Policy Discussion Paper, Environmentally Sustainable Development Group (ESDG) of the United Nations Development Programme (UNDP), 2002.

generando empleo para los habitantes de las fincas, y de regiones con las mismas características.

- **La tecnología de transformación es flexible, en su forma de uso y de acuerdo al tipo de biomasa que se pretenda usar:** La tecnología de gasificación de biomasa CHP puede ser usada para generar calor y energía eléctrica, es decir es flexible en su generación. Adicionalmente además de la cascarilla se pueden usar, en general, como fuente de alimentación otros recursos obtenibles en la zona como restos de madera o de cultivo de caña, siempre y cuando cumplan con las condiciones del bajo nivel de humedad y alto contenido de celulosa.
- **Reducen las emisiones de dióxido de carbono (CO₂):** El uso de la biomasa como fuente de energía está directamente relacionado con una serie positiva de impactos ambientales. En primer lugar, el uso de la biomasa desplaza el uso de combustibles fósiles para la generación de energía, reduciendo el impacto ambiental de sus emisiones.¹⁰⁰

Otro medio por el cual la biomasa actúa como medio de reducción de las emisiones de GHG, es a través del secuestro de carbono en el suelo y en la biomasa en crecimiento. El cultivo de la biomasa intercede directamente en el ciclo de carbono, pues los nuevos cultivos absorben CO₂ de la atmósfera para la fotosíntesis. Las altas tasas de asimilación del CO₂ por parte de la vegetación otorgan oportunidades para atrapar el carbono en periodos de tiempo relativamente cortos. Los bosques y cultivos pueden capturar y retener emisiones de CO₂. Así mismo las actividades de “forestación” y “reforestación” juegan un rol importante en la reducción del CO₂ en la atmósfera. El protocolo de Kyoto secunda este tipo de iniciativas pues las considera a favor de la reducción de emisiones.¹⁰¹

En este caso, factores como el aumento de la demanda del café, reflejado en aumento de la producción cafetera ayuda al control de las emisiones. También hay que señalar que dejar de usar energía de la red, donde se encuentra también la energía generada en termoeléctricas, reduce la demanda por este bien, aunque esta energía puede usarse para otros propósitos, los usuarios están contribuyendo a la disminución de emisiones.

- **El cultivo de biomasa presta servicios al ecosistema:** Los finqueros se sienten atraídos a mantener y aumentar sus cultivos ante el beneficio económico y social que implica el uso de la nueva tecnología. Adicionalmente uno de los subproductos del proceso es un fertilizante conocido como ‘biocarbón’. En caso de que los cultivos a ser usados para la generación de biomasa hagan la tierra yerma, ésta tiene la posibilidad de recuperarse y mejorar tanto la calidad como fertilidad del suelo usando el ‘biocarbón’.

De acuerdo con el Concejo de Tecnologías de la Gasificación, el uso de la tecnología de gasificación reduce el impacto ambiental de la disposición de los desechos con que se lleva a cabo el proceso. En nuestro caso, la cascarilla,

100 Klass, Donald. Biomass for Renewable energy and Fuels. Encyclopedia of Energy (2004).

101 Byrne, Keneth. Green, Carly. Biomass, Impact on Carbon cycle and Green House emissions. Encyclopedia of Energy (2004).

tradicionalmente quemada en ladrilleras o directamente desechada a la basura, adquiere valor cuando se convierte en la materia prima de un proceso cuyo principal producto tiene un alto valor comercial en la zona como lo es el kWh de energía eléctrica.

- **Contribuir a la transferencia de tecnología:** Este tipo de tecnologías no son desarrolladas en el país. Por ello cuando se importan, generan núcleos de análisis y estudio alrededor de casos particulares, con este nuevo conocimiento, la academia y la industria del país, pueden desarrollar nuevas y mejores patentes, reducir sus costos y masificar su uso. Adicionalmente cabe decir que Los subproductos de la gasificación, gas y biocarbón, no representan ningún peligro ambiental, y por el contrario son comercialmente aprovechables de inmediato.

6.3. ESTRATEGIAS

Con el fin de potencializar y masificar el uso de sistemas de generación de energía a partir de fuentes renovables, particularmente biomasa se proponen tres estrategias. Estas deben ser lideradas desde el nivel gubernamental, ser respaldadas por los ministerios del ejecutivo, en particular el Ministerio Del Medio Ambiente, Ministerio de Minas y Energía y sus institutos adscritos como COLCIENCIAS, UPME, CREG, adicionalmente se debe tener el apoyo de las entidades territoriales, gobernaciones y municipios. Las estrategias se fundamentan en los siguientes puntos:

- Apoyo a la iniciativa emprendedora, particularmente en el ámbito rural.
- Descentralización y desregulación del mercado de la energía eléctrica.
- Apoyo a empresas, microempresas, instituciones académicas e individuales en proyectos que involucren transferencia de tecnología.
- Ejecución de proyectos en el marco del Protocolo de Kyoto y la Ley colombiana.

6.3.1. Primera Estrategia: Creación de cooperativas rurales.

Un sistema de generación de 25 kW, puede satisfacer las necesidades de energía eléctrica de una par de fincas con las características de las fincas “El Edén”, “Buenos Aires” y “La Meseta”. Según la federación de cafeteros¹⁰² en Colombia hay cerca de 500.000 familias campesinas que se dedican a la actividad cafetera divididas en 590 municipios de 19 departamentos. La iniciativa de creación de cooperativas rurales pretende:

- Establecer cooperativas dedicadas exclusivamente a la generación de energía para abastecimiento rural en comunidades cafeteras.

102 http://www.cafedecolombia.com/particulares/es/la_tierra_del_cafe/ visitado el 1 de abril de 2010

- Para la generación de esta energía se usarán los recursos biomásicos presentes en la zona (cascarilla del beneficio seco) en un sistema de gasificación cuya capacidad de generación sea superior a 0,5 MW siendo capaz de abastecer más de 15 fincas en una zona geográfica delimitada.
- Generar empleo en la zona (i) Bajo el marco de su propio funcionamiento deberán existir personas exclusivamente dedicadas a la actividad de la cooperativa. (ii) Se podrán dedicar un porcentaje del excedente energético a la creación de pequeñas empresas lideradas por los pobladores de la zona.

6.3.2. Segunda Estrategia: Facilitar las transferencias de tecnología.

Las necesidades de los países en desarrollo por llevar adelantos tecnológicos a las empresas y la academia hace imperativo que los gobiernos faciliten la transferencia de tecnología:

- Crear un nuevo sistema de aranceles para la importación de tecnologías que no se producen ni desarrollan en el país. Este sistema arancelario debe contemplar si la tecnología es para uso académico, uso cooperativo, PYMES o grandes empresas. Adicionalmente se debe clasificar según el tipo de tecnología que se pretende importar, dando prioridad a aquellas tecnologías que contribuyan a los proyectos contemplados en el marco de los Mecanismos de Desarrollo Limpio. Para ello se deberán modificar las partidas arancelarias presentes en la actual ley colombiana (Decreto 4589 de 2006).
- Partiendo de la presente propuesta y teniendo como marco de referencia el Protocolo de Kyoto, la adquisición de tecnologías relativas a la generación de energía a través de fuentes renovables, deben estar exentas de impuestos, particularmente aquellas que atiendan proyectos de micro-generación y descentralización del suministro como las tecnologías de aprovechamiento de la biomasa, tecnología fotovoltaica y eólica.
- Los ministerios públicos de Medio Ambiente y Minas y Energía, a través de sus órganos reguladores, deben impulsar iniciativas legislativas orientadas a la eliminación de los aranceles e impuestos a estos proyectos. Adicionalmente crear organismos que faciliten la cooperación y comunicación entre aquellas personas interesadas en la adquisición de una determinada tecnología y las empresas e instituciones en el exterior que las produzcan.
- Crear acuerdos especiales de licenciamiento de tecnología, de esta forma se establecerán maquilas manufactureras de equipos tecnológicos en Colombia.
- Vincular directamente la empresa privada en la producción de sistemas de generación de energía eléctrica y aprovechamiento de desperdicios de forma sostenible, a través de la adopción de tecnologías provenientes del exterior como en el desarrollo de tecnología competitiva en el mercado a nivel local.

6.3.3. Tercera Estrategia: Favorecer y facilitar la descentralización del suministro y mercado energético.

En su afán de llevar energía eléctrica a las ZNI y rurales, mejorando el servicio y cobertura actuales, el estado debe promover la descentralización del suministro energético:

- Aumentando la cobertura de micro-generación basada en el aprovechamiento de fuentes renovables, principalmente generación a partir de gasificación CHP de biomasa y fotovoltaica.
- Permitir que los usuarios de los sistemas puedan vender energía a la red. Se le permitirá al usuario instalar un contador que mida entrada de energía al sistema y de igual forma salida de energía del sistema. De esta forma cuando el usuario carezca de energía ya sea por un aumento en la demanda o un fallo técnico en la generación, pueda usar energía de la red central. Cuando el usuario esté en capacidad de producir una mayor cantidad de energía de la que consume podrá vender el excedente a la red central.
- Los usuarios del sistema de energía central deben adquirir el derecho de decidir sobre su proveedor de energía eléctrica. De esta forma usuarios en ciudades pueden favorecer la compra de energía que sea producida a partir de fuentes renovables y aumentar la demanda de la misma.
- El estado debe a través de sus organismos de regulación, en este caso la CREG, establecer los precios a lo cuales la empresa comercializadora de energía comprará la energía al pequeño productor, estos precios deben ser cómo mínimo el precio al cual ésta vende la energía.

6.3.4. Cuarta Estrategia: Crear facilidades financieras para los proyectos.

En el marco del artículo 12 se introducen los CEC o 'Carbon Emission Certificates', popularmente conocidos como 'Bonos de Carbono'. Estos bonos buscan regular la emisión de GHG por parte de los países industrializados imponiendo ciertos límites de contaminación. Si un país determinado desea contaminar más allá del límite que tiene impuesto, puede comprar bonos de carbono en el mercado a otras personas, empresas o países que tengan bonos en su poder. Un bono de Carbono equivale a 1 toneladas de CO₂ equivalente, es decir, GHG cuyo impacto es similar al de una tonelada de CO₂ en la atmósfera. Para obtener un CEC que pueda ser transado en el mercado del carbono, se debe certificar que en efecto las personas, empresas o países que los solicitan, están recortando sus emisiones.

Se propone una estrategia a través de la cual los Ministerios de Minas y Energía y del Medio Ambiente, creen un organismo que agremie a todas las cooperativas y personas que emprendan proyectos de generación de energía a partir de fuentes renovables, particularmente proyectos basados en el uso de biomasa y fotovoltaicos. Esta

agremiación se encargará de efectuar las mediciones pertinentes que permitan emitir los CEC. Igualmente se encargará de transar estos CEC y distribuir las utilidades y dividendos de la operación entre los integrantes del gremio.

7. CONCLUSIONES

- (i) La evaluación financiera del proyecto da como resultado que éste es NO VIABLE. Tras estimar los costos del proyecto y evaluar el mismo en 6 escenarios en un lapso de 10 años se concluye que para la tecnología de CPC el proyecto es NO VIABLE en ninguno de los 6 escenarios. Para la tecnología de Ankur el proyecto resulta NO VIABLE en 4 escenarios y Viable en el segundo escenario, con un VPN muy similar a los costos presentes del consumo de energía y en el sexto escenario, que es a su vez el más restrictivo, ya que no sólo contempla un subsidio gubernamental sino también la posibilidad de vender energía a la red.
- (ii) La evaluación social del proyecto da como resultado que éste es VIABLE. Basados en casos de estudio de proyectos de similar alcance en otros países en vías de desarrollo principalmente en Asia, se ha determinado a partir de la experiencia que los beneficios sociales de estos proyectos se pueden resumir en los siguientes puntos:
- Acceso a energía barata, subvencionada o gratuita por comunidades rurales vulnerables.
 - Cooperación entre empresas productoras de bienes agroindustriales y comunidades aledañas a ellas.
 - Transferencia de tecnología de países desarrollados a comunidades pobres en países en vías de desarrollo.
 - Generación de empleo y oportunidades de emprendimiento entre los pobladores.
 - Disminución de problemas de salud pública, principalmente enfermedad respiratoria y problemas de higiene.
 - Aprovechamiento de desperdicios que adquieren valor inmediato para la comunidad.
 - Mejoras en la calidad de vida de los pobladores de las comunidades.

En este mismo sentido se determinó que los proyectos como el propuesto se acoplan muy bien a los requisitos exigidos en los Mecanismos de Desarrollo Limpio propuestos en el artículo 12 del Protocolo de Kyoto, orientados al desarrollo de las regiones.

- (iii) De acuerdo a los siguientes criterios de evaluación:
- Disposición final de la energía a generar.
 - Tipo de biomasa con la que se pretende alimentar el sistema.
 - Demanda energética de las fincas.
 - Eficiencia en la generación de energía eléctrica del sistema.

Se determinó que la tecnología de gasificación de biomasa de lecho fijo “downdraft” es la más apropiada para evaluar el proyecto de generación de energía a nivel rural y descentralizado usando como recurso biomásico la cascarilla de café. En este sentido se escogieron dos tecnologías de gasificación, una capaz de generar hasta 20 kW de potencia fabricada por Ankur Scientific Energy Technologies en India y otra con capacidad de generar hasta 25 kW de

potencia, fabricada por Community Power corporation en EEUU. Estas tecnologías fueron escogidas atendiendo a experiencias de anteriores casos de éxito en la India y Filipinas.

- (iv) Las condiciones adversas de desarrollo, entre ellas la pobre infraestructura vial, la precariedad de la red eléctrica o las condiciones económicas propias del estrato 2 rural, existentes en ambos municipios (Alcalá y Quimbaya) los sitúan como candidatos a tener en cuenta a la hora de llevar a cabo proyectos de emprendimiento con el uso de recursos locales como pueden ser proyectos de generación eléctrica con biomasa.

Particularmente en las fincas escogidas se determinó que el promedio de consumo mensual de energía eléctrica es de 3443 kWh. Para satisfacer las necesidades energéticas de las mismas se necesitaría un generador en condiciones de proveerlas con un mínimo de 117 kWh diarios. Para ello se propone el uso de un gasificador cuyo gas sea usado por un generador de entre 15 y 25 kW. Este nivel de consumo las hace atractivas para el estudio.

- (v) La producción de café genera una cantidad y variedad importante de subproductos en cada una de sus etapas, En el beneficio seco se produce la cascarilla. Particularmente el potencial de producción de cascarilla de las fincas asciende a cerca de 4 toneladas de cascarilla mensualmente. La cascarilla con un porcentaje de humedad inferior al 12% y un contenido de celulosa superior al 50% de en su composición se presenta como un recurso atractivo para ser usado en un proceso de gasificación de Biomasa con el fin de generar energía eléctrica.

- (vi) Para el proceso se determinaron las principales etapas siendo estas:

- La preparación previa de la biomasa
- La gasificación
- El enfriamiento del gas producido
- La limpieza del gas
- Y la generación de la energía eléctrica.

El CH₄ del gas resultante en el proceso, puede ser usado en un motor para generar energía eléctrica o en hornillas para generar calor de forma directa. Sin embargo este no es el único subproducto del proceso de gasificación. Entre otros subproductos interesantes encontramos la presencia de Hidrógeno (H₂) en una concentración cercana al 10% para el gasificador de Ankur Scientific y del 20% en el gasificador de Community Power Corporation. Otro subproducto es el “bio-carbón”, el cual agrupa todos los residuos sólidos del proceso y puede ser usado como fertilizante.

Igualmente las principales restricciones técnicas en el funcionamiento de los gasificadores fueron identificadas y son: La formación de escoria, la acumulación de cenizas e impurezas, la corrosión y el puenteado.

- (vii) Se establecieron 4 estrategias para facilitar la viabilidad de este tipo de proyectos apoyadas en iniciativas gubernamentales, comunitarias y teniendo como marco de referencia la actual legislación nacional e internacional como apoyo para fomentar su expansión a nivel nacional.

8. RECOMENDACIONES

- (i) Con el propósito de encontrar alternativas que den viabilidad financiera al proyecto se recomienda:
- Analizar el potencial comercial del subproducto “bio-carbón”. Según el estudio “Farm Trees For Energy”¹⁰³ (2009) el “bio-carbón” está despertando un amplio interés como un método para que sirve para atrapar el carbono en la tierra así como servir de fertilizante en la recuperación de los suelos que han perdido productividad. El “bio-carbón” se forma durante la etapa de reducción en la gasificación y se calcula que cerca del 10% de la biomasa consumida por un sistema de gasificación se convierte en este recurso dependiendo del diseño interno del gasificador.
 - El porcentaje (en volumen) de producción de hidrógeno (H₂) ronda entre el 10% y 20%, según la tecnología que se emplee. Se recomienda analizar qué pasos se deben seguir para convertir este subproducto en un producto aprovechable y comercializable y de esta forma generar ingresos alternativos para el proyecto.
- (ii) El éxito financiero del proyecto no fue alcanzado evaluándolo a nivel de 3 fincas, se recomienda por lo tanto evaluarlo:
- (viii) A nivel empresarial: Usando el proceso de gasificación de la cascarilla como posible fuente de energía para las trilladoras y demás empresas colindantes a éstas.
- (ix) A nivel agroindustrial: Clasificando residuos de las agroindustrias en sectores productivos del campo y evaluando cuál de las diferentes tecnologías de aprovechamiento de material biomásico puede resultar beneficiosa para abastecer las plantas industriales de empresas que generen estos subproductos.
- (x) A nivel comunitario. Buscando iniciativas que permitan usar gasificadores y generadores de mayor potencia en la generación y quizás estén en capacidad de abastecer más de 3 fincas. Igualmente estos esfuerzos pueden evaluarse a nivel veredal o inclusive municipal.
- (iii) En cuanto a los residuos de la producción de café cabe mencionar que el residuo del beneficio húmedo resulta ser el de mayor abundancia, siendo el mucilago y la pulpa más del 50% del grano en su composición, por ello se recomienda:
- Evaluar otras tecnologías de aprovechamiento de biomasa para obtener energía, tales como “digestión anaerobia” para generar gas metano (CH₄) que

103 Farm Trees for energy, A study into farm-scale electricity production from trees. FFORNE Hardwood Cooperative, Gasification Australia, Departamento de la Industria Primaria de Australia. 2009

pueda ser usado en la generación de calor y energía eléctrica. Fermentación par la producción de biocombustibles que puedan ser comercializables o de uso interno para las fincas.

- Analizar las tecnologías para la producción de productos químicos a partir de los residuos de la producción del café. Ya que más del 60% del grano no es aprovechado en la actualidad por las fincas.

(iv) Dada la abundancia de cultivos biomásicos en el país así como la amplia explotación agroindustrial de los mismos, se recomienda:

- Evaluar proyectos de aprovechamiento de biomasa usando tecnologías como la gasificación, digestión anaerobia, fermentación o combustión para residuos de industrias como la arrocería y maderera. Adicionalmente se recomienda analizar el potencial para producción de compuestos químicos y energía a partir de los mismos con propósitos comerciales y sociales.
- Analizar proyectos relacionados con el aprovechamiento de la biomasa en Colombia y evaluar su impacto social actual, y su congruencia con los artículos del protocolo de Kyoto.

(v) Se recomienda evaluar la posibilidad de una iniciativa emprendedora a partir de el proyecto en los siguientes frentes:

- Importación y comercialización de equipos de gasificación de biomasa.
- Importación y alquiler de equipos de gasificación de biomasa.
- Diseño de proyectos particulares para el aprovechamiento biomásico por parte de particulares e industrias cuyo propósito sea la generación de energía.

Bibliografía

Agencia de Cooperación Técnica Alemana (GTZ), Comisión Económica Para América Latina y El Caribe (CEPAL). Fuentes Renovables de Energía en América Latina y el Caribe. Naciones Unidas. Pag 11. 2004.

ACOLGEN. (2008). Capacidad de generación eléctrica global. Situación actual y perspectivas de los precios de la energía en Colombia.

Álvarez , M.A. Elementos para un análisis del modelo de desarrollo del Quindío. Universidad Nacional de Colombia, 2008.

Archivo/PORTAFOLIO. (2009, 09 9). Nestlé Convierte Residuos Del Café En Energía Limpia. Retrieved 09 29, 2009, from www.portafolio.com.co:
<http://www.portafolio.com.co/archivo/documento/MAM-3597519>

Ashok, Pandey, Carlos R. Soccol, and Poonam Nigam. «Biotechnological Potential of Coffee Pulp and Coffee Husk for Bioprocesses.» *Biochemical Engineering Journal*, 2000: 153-162.

Bauen, Ausilio. «Biomass Gasification.» *Encyclopedia of energy* (Elsevier), 2004.

Botero, S. Biomasa como alternativa energética, Universidad Nacional de Colombia, 2006.

Bueno, Lorenzo. Estudio de alternativas para la electrificación rural en la zona de selva del Peru. Universidad Politécnica de Catalunya. 2008.

Byrne, Keneth. Green, Carly. Biomass, Impact on Carbon cycle and Green House emissions. *Encyclopedia of Energy* (2004).

Caldeira, Ken, and Martin I. Hoffert. «Climate change and energy, overview. .» *Encyclopedia of Energy* (Elsevier), 2004

Castells, Xavier. (2005). Tratamiento y valoración energética de resicuos. Fundación Universitaria Iberoamericana. Pag 117 -122

Coombs,J. Bioconversion Assessment Study. CPL ScientificLtd,UK 1996.

Demibras, Faith, Mustafa Balat, and Havva Balat. «Potential contribution of biomass to the sustainable development.» *Journal of Energy Conversion and Management*, 2009.

Departamento Nacional de Palneación. « Manual de Fuentes de financiación para proyectos de Inversión», Colombia. 2003

Faaij, Andre. «Biomass Combustion.» *Encyclopedia of Energy*, 2004.

Han, J. Mol, A. Lu, Y. Zhang, L. Small Scale Bio Energy Projects in Rural China. Energy Policy 2008

International Energy Agency. *Technology Without Borders*. Case studies of successful technology transfer, International Energy Agency, 2001.

Klass, Donald. *Biomass for renewable energy and fuels*. Elsevier, 1998.

Kammen, Daniel M., Robert Bails, and Antonia V. Herzog. *Clean Energy for Development and Economic Growth: Biomass and other renewable energy options to meet energy and development needs in poor nations*. Policy Discussion Paper, Environmentally Sustainable Development Group (ESDG) of the United Nations Development Programme (UNDP), 2002.

Katz, Rob. *www.nextbillion.net*. 26 de October de 2008.
<http://www.nextbillion.net/blog/pop-tech-rice-power-to-the-people-with-husk-power-systems> (accessed 20 de March de 2009).

McKendry, P. Energy production from biomass. Part II: Conversion Technologies. *Journal of Bioresource Technology*, 2002.

Rodríguez Valencia, Nelson. *Manejo de residuos en la agroindustria cafetera*. CENICAFÉ, 1999.

B.J. Ruiz, V. Rodríguez P. Renewable Energy Sources in the Colombian Energy Policy: Analysis and Perspectives. *Energy Policy*. 2006

Secretaría de Energía de la República Argentina. "Evaluación de los Recursos de Biomasa en las Provincias de Misiones y Corrientes. Localización y Estudio de Factibilidad de la instalación de un proyecto de generación". 2007.

Sagar, Ambuj D. «Technology Innovation and Energy.» *Encyclopedia of energy* (Elsevier), 2004.

Vélez, John F., Carlos Valdéz, Farid Chejne, and Carlos A. Londoño. «Co-gasification of Colombian Coal and Biomass in Fluidized Bed: An Experimental Study.» *Fuel*, 2008: 424-430.

Páginas Web Consultadas:

www.accionsocial.gov.co

www.alcala-valle.gov.co

www.ankurscientific.com

www.gasification.org

www.gocpc.com

www.nrel.gov

www.quimbaya-quindio.gov.co

Anexo A: Información Finca El Eden

Nombre: Finca El Eden

Dirección: Finca El Eden, Vereda La Polonia, Via Filandia

Municipio: Alcalá

Departamento: Valle del Cauca

Nº de Empleados: 10 empleados

Terreno: 28 cuadras

Contacto: Dña. María de la Rosa Perez **Tel:** 3108940570

Datos Producción de Café

Año 2008		Año 2009			
Mes	Producción (kg)	Mes	Producción (kg)	Mes	Producción (kg)
Junio	4689	Enero	663	Julio	3637
Julio	5188	Febrero	0	Agosto	4290
Agosto	14015	Marzo	2962	Septiembre	4755
Septiembre	13829	Abril	1049	Octubre	-
Octubre	5341	Mayo	1202	Noviembre	-
Noviembre	3770	Junio	1130	Diciembre	-
Diciembre	3194				

Anexo B: Información Finca Buenos Aires

Nombre: Finca Buenos Aires

Dirección:

Municipio: Alcalá

Departamento: Valle del Cauca

Nº de Empleados: 30 empleados

Terreno: 64 cuadras

Contacto: D. Jorge Hugo Castaño **Tel:** 316 420 83 23

Datos Producción de Café

Año 2008		Año 2009			
Mes	Producción (kg)	Mes	Producción (kg)	Mes	Producción (kg)
Junio		Enero	72000	Julio	12000
Julio		Febrero	24000	Agosto	6000
Agosto		Marzo	24000	Septiembre	48000
Septiembre		Abril	24000	Octubre	-
Octubre		Mayo	24000	Noviembre	-
Noviembre		Junio	-	Diciembre	-
Diciembre	120000				

Anexo C: Información Finca La Meseta

Nombre: Finca La Meseta

Dirección: Vereda Santa Ana, Vía Montenegro - Quimbaya

Municipio: Quimbaya

Departamento: Quindío

Nº de Empleados: 30 empleados

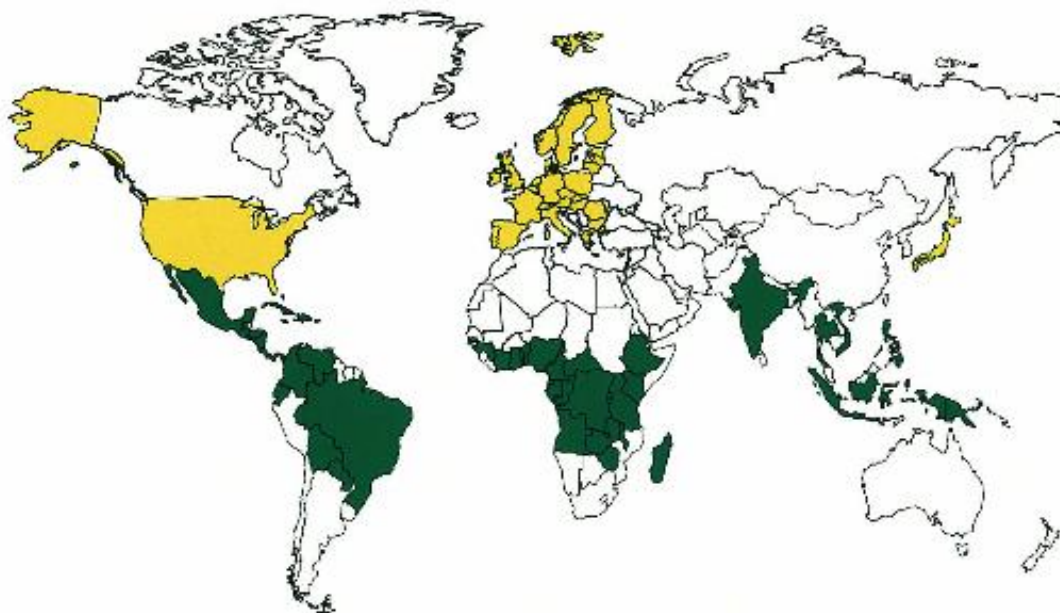
Terreno: 70 cuadras

Contacto: D. Jorge Hugo Castaño **Tel:** 316 420 83 23

Datos Producción de Café

Año 2008		Año 2009			
Mes	Producción (kg)	Mes	Producción (kg)	Mes	Producción (kg)
Junio	-	Enero	12000	Julio	-
Julio	-	Febrero	12000	Agosto	30000
Agosto	-	Marzo	15000	Septiembre	60000
Septiembre	-	Abril	6000	Octubre	-
Octubre	-	Mayo	15000	Noviembre	-
Noviembre	-	Junio	-	Diciembre	-
Total año 2008	168000				

Anexo D: Miembros de la Organización Internacional del Café.



Exporting Countries

Angola - Benin - Bolivia - Brazil - Burundi - Cameroon - Central African Republic - Colombia - Congo, Democratic Republic of - Congo, Republic of - Costa Rica - Côte d'Ivoire - Cuba - Dominican Republic - Ecuador - El Salvador - Ethiopia - Gabon - Ghana - Guatemala - Guinea - Haiti - Honduras - India - Indonesia - Jamaica - Kenya - Madagascar - Malawi - Mexico - Nicaragua - Nigeria - Panama - Papua New Guinea - Paraguay - Philippines - Rwanda - Tanzania - Thailand - Togo - Uganda - Venezuela, Bolivarian Republic of - Vietnam - Zambia - Zimbabwe

Importing Countries

European Community (*Austria, Belgium, Bulgaria, Cyprus, Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, Netherlands, Poland, Portugal, Romania, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, United Kingdom*) - Japan - Norway - Switzerland - United States of America

Anexo E: Estadística cafetera: Producción mensual en miles de sacos de café verde.

Fuente: Federación Nacional de Cafeteros.

Año	2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002	2001	2000	1999
Enero	876	1.404,00	963	1.102,00	1.100,00	1.171,00	924	824	1.231,00	658	813
Febrero	868	1.090,00	1.001,00	888	1.023,00	770	788	808	541	740	710
Marzo	765	872	776	713	726	811	644	778	482	592	670
Abril	345	886	769	778,5	873	738	1.078,00	942	978	1.055,00	687
Mayo	702	820	994	1.087,00	955	1.091,00	972	1.112,00	869	1.114,00	640
Junio	685	1.046,00	1.219,00	1.174,00	948	954	1.077,00	1.052,00	718	1.092,00	740
Julio		891	995	820,5	738	774	1.072,00	868	654	811	806
Agosto		715	990	1.142,00	646	722	661	751	660	436	757
Septiembre		777	897	813	676	465	795	778	766	501	776
Octubre		939	1.129,00	1.024,00	1.131,00	1.077,00	1.137,00	1.064,00	1.243,00	940	741
Noviembre		933	1.522,00	1.242,00	1.237,00	1.337,00	1.176,00	1.380,00	1.537,00	1.366,00	882
Diciembre		1.105,00	1.363,00	1.294,00	1.066,00	1.330,00	1.244,00	1.257,00	1.257,00	1.314,00	890
Total	4241	11478	12618	12078	11119	11240	11568	11614	10936	10619	9112

Anexo F: Base de datos del NREL de fabricantes de gasificadores:

Ver Archivo de Excel (NRELDDB.xls)

Anexo G: Ficha Técnica Biomax 25

Ficha Técnica: Biomax 25	
Desarrollador:	Comunity Power Corporation 8110 Shaffer Parkway Littleton, CO 80127
Datos del Proceso:	
Tipo de proceso:	Gasificación de corriente descendente
Alcance:	Aplicación Comercial
Tipo de alimentación:	Biomasa con humedad entre 8% y 18%
Producto:	Syngas
Uso sugerido:	CHP
Caudal de alimentación:	22 kg/h
Caudal de Salida	63 Nm3/h
Condiciones del reactor:	
Temperatura:	1 atm
Presión:	>900°C
Reactivo:	Aire
Composición final del Producto:	
H2	20%
CO2	N/A
CO	20%
N2	N/A
CH4	2%
ppm	~20
Óput Energy	
Max Electricidad (kW)	25
Max Calor (MJ/h)	317
Fuente de información:	Comunity Power Corporation

Anexo H: Ficha Técnica FGB - 20

Ficha Técnica: FGB 20	
Desarrollador:	Ankur Scieentific Energy Technologies Pvt Ltd. 'Ankur' near Old Sama Jakat Naka, Sama Road, Baroda 390008 Gujarat, India
Datos del Proceso:	
Tipo de proceso:	Gasificación de corriente descendente
Alcance:	Aplicación Comercial
Tipo de alimentación:	Biomasa con humedad inferior al 20%
Producto:	Syngas
Aplicación:	CHP
Caudal de alimentación:	20 kg/h
Caudal de Salida	20 Nm3/h
Condiciones del reactor:	
Temperatura:	1 atm
Presión:	>900°C
Reactivo:	Aire
Composición final del Producto:	
H2	10%
CO2	14%
CO	20%
N2	52%
CH4	4%
ppm	~40
Óutput Energético	
Max Electricidad (kW)	20
Max Calor (MJ/h)	218
Fuente de información:	Ankur Scientific Energy Technology

QT025

Liquid Cooled Gas Engine Generator Sets

Standby Power Rating
25 kW 60 Hz



GENERAC 1.6L ENGINE

Naturally Aspirated
Gaseous Fueled
Meets 2009 EPA Emission Regulations

STANDARD EQUIPMENT

- All input connections in one single area
- High coolant temperature shutdown
- Low oil pressure shutdown
- Low coolant level automatic shutdown
- Overspeed automatic shutdown
- Crank timer
- Exercise timer
- Oil drain extension
- Cool flow radiator
- Closed coolant recovery system
- UV/Ozone resistant hoses
- Watertight state of the art electrical connectors
- Mainline circuit breaker
- Radiator drain extension
- Battery charge alternator
- 2 Amp static battery charger
- Battery cables
- Battery rack
- Fan and belt guards
- Isochronous governor

FEATURES

- Innovative design and fully prototype tested
- UL2200 Listed
- Solid state frequency compensated voltage regulator
- Dynamic and static battery charger
- Sound attenuated acoustically designed enclosure
- Quiet test for low noise level exercise
- Acoustically designed engine cooling system
- High flow low noise factory engineered exhaust system
- State of the art digital control system with F100 digital control panel
- Watertight electrical connectors
- Rodent proof construction
- High efficiency, low distortion Generac designed alternator
- Vibration isolated from mounting base
- Matching Generac transfer switches engineered and tested to work as a system
- All components easily accessible for maintenance
- Electrostatically applied powder paint

GENERAC®

APPLICATION & ENGINEERING DATA

QT025

GENERATOR SPECIFICATIONS

TYPE	Synchronous
ROTOR INSULATION	Class F
STATOR INSULATION	Class F
TOTAL HARMONIC DISTORTION	<5%
TELEPHONE INTERFERENCE FACTOR (TIF)	<50
ALTERNATOR OUTPUT LEADS 3 PHASE	4 wire
BEARINGS	Sealed Ball
COUPLING	Flexible Disc
LOAD CAPACITY (STANDBY RATING)	25 kW
EXCITATION SYSTEM	Direct

NOTE: Generator rating and performance in accordance with ISO8528-5, BS5514, SAE J1349, ISO3046, and DIN6271 standards.

VOLTAGE REGULATOR

TYPE	Electronic
SENSING	Single Phase
REGULATION	± 1%
FEATURES	V/F Adjustable Adjustable Voltage and Gain LED Indicators

GENERATOR FEATURES

- Revolving field heavy duty generator
- Directly connected to the engine
- Operating temperature rise 120 °C above a 40 °C ambient
- Insulation is Class F rated at 130 °C rise
- All models are fully prototyped tested

CONTROL PANEL FEATURES

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> SEVEN LED INDICATOR LIGHTS <ul style="list-style-type: none">• System ready• Low fuel pressure• Low battery• Low oil pressure• High coolant temp/low coolant temp• Overspeed• Overcrank | <input type="checkbox"/> ADDITIONAL FUNCTIONS <ul style="list-style-type: none">• Utility sensing• Delay on utility failure for engine start• Engine warm-up before transfer• Delay to retransfer to utility• Engine cooldown timer• Exerciser not set |
|--|---|
-
-
- INTERNAL FUNCTIONS:
- 3 position switch (auto, off and manual)
 - 2 wire start for any transfer switch
 - Communicates with the Generac RTS transfer switch
 - Built-in 7 day exerciser
 - Selectable engine speed at exercise
 - Governor controller is built into the master control board
 - Temperature range -40 °C to 70 °C

Rating definitions - Standby: Applicable for supplying emergency power for the duration of the utility power outage. No overload capability is available for this rating. (All ratings in accordance with BS5514, ISO3046 and DIN6271). (All ratings in accordance with BS5514, ISO3046, ISO8528 and DIN6271).

ENGINE SPECIFICATIONS

MAKE	Generac
MODEL	In line
CYLINDERS	4
DISPLACEMENT	1.6 Liter
BORE	3.15
STROKE	3.13
COMPRESSION RATIO	9.75:1
INTAKE AIR SYSTEM	Naturally Aspirated
VALVE SEATS	Replaceable
LIFTER TYPE	Hydraulic

GOVERNOR SPECIFICATIONS

TYPE	Electronic
FREQUENCY REGULATION	Isosynchronous
STEADY STATE REGULATION	± 0.25

ENGINE LUBRICATION SYSTEM

OIL PUMP	Gear
OIL FILTER	Full flow spin-on cartridge
CRANKCASE CAPACITY	4 Quarts

ENGINE COOLING SYSTEM

TYPE	Closed
WATER PUMP	Belt driven
FAN SPEED	2550
FAN DIAMETER	15 inches
FAN MODE	Pusher

FUEL SYSTEM

FUEL TYPE	Natural gas, propane vapor
CARBURETOR	Down Draft
SECONDARY FUEL REGULATOR	Standard
FUEL SHUT OFF SOLENOID	Standard
OPERATING FUEL PRESSURE	5" - 14" H ₂ O

ELECTRICAL SYSTEM

BATTERY CHARGE ALTERNATOR	12V 30 Amp
STATIC BATTERY CHARGER	2 Amp
RECOMMENDED BATTERY	Group 26, 525CCA
SYSTEM VOLTAGE	12 Volts

QT025

OPERATING DATA

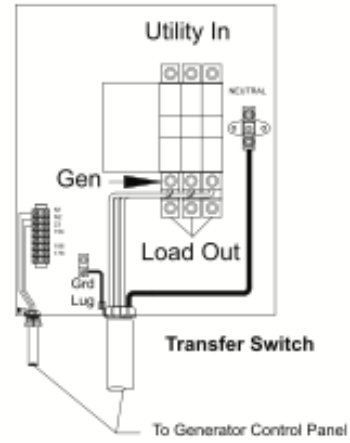
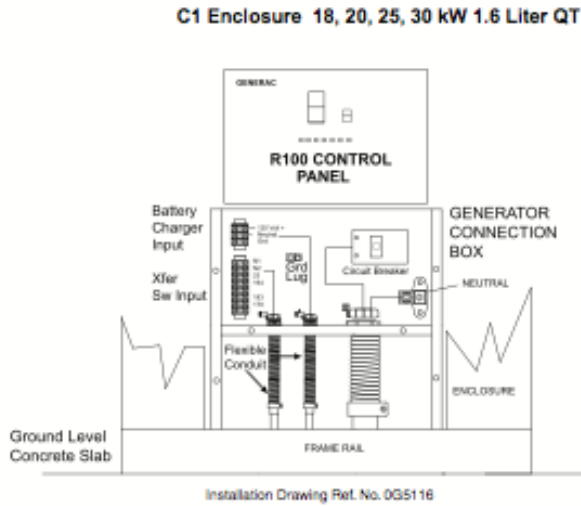
		QT025		
KW RATING		25		
ENGINE SIZE		1.6 Liter 4 cyl. inline		
GENERATOR OUTPUT VOLTAGE/KW - 60Hz		KW	AMP	CB Size
120/240V, 1-phase, 1.0 pf		25	104	125
120/208V, 3-phase, 0.8 pf		25	87	100
120/240V, 3-phase, 0.8 pf		25	75	90
GENERATOR LOCKED ROTOR KVA AVAILABLE @ VOLTAGE DIP OF 35% Single phase or 208/240 3-phase		34		
ENGINE FUEL CONSUMPTION (Natural Gas) (Propane)		Natural Gas	Propane	
		(ft ³ /hr.)	(gal/hr.)	cu ft/hr
Exercise cycle		60	0.65	24
25% of rated load		161	1.76	64
50% of rated load		253	2.77	101
75% of rated load		345	3.79	138
100% of rated load		437	4.81	175
ENGINE COOLING				
Air flow (inlet air including alternator and combustion air) ft ³ /min.		1,528		
System coolant capacity US gal.		2.0		
Heat rejection to coolant BTU/hr.		110,000		
Max. operating air temp. on radiator °C (°F)		60 (150)		
Max. ambient temperature °C (°F)		50 (140)		
COMBUSTION AIR REQUIREMENTS				
Flow at rated power 60 Hz cfm		90		
SOUND EMISSIONS IN DBA				
Exercising at 7 meters		62		
Normal operation at 7 meters		74		
EXHAUST				
Exhaust flow at rated output 60 Hz cfm		249		
Exhaust temp. at muffler outlet °F		1015		
ENGINE PARAMETERS				
Rated synchronous RPM 60 Hz		3600		
HP at rated KW 60 Hz		45		
POWER ADJUSTMENT FOR AMBIENT CONDITIONS				
Temperature Deration				
3% for every 10 °C above - °C		25		
1.65% for every 10 °F above - °F		77		
Altitude Deration				
1% for every 100 m above - m		183		
3% for every 1000 ft. above - ft.		600		

RATING: All three phases units are rated at 0.8 power factor. All single phase units are rated at 1.0 power factor. **STANDBY RATING:** Standby ratings apply to installations served by a reliable utility source. The standby rating is applicable to varying loads for the duration of a power outage. There is no overload capability for this rating. Ratings are in accordance with ISO-3046-1. Design and specifications are subject to change without notice.

KW rating is based on LPG Fuel and may derate with natural gas.

INTERCONNECTIONS

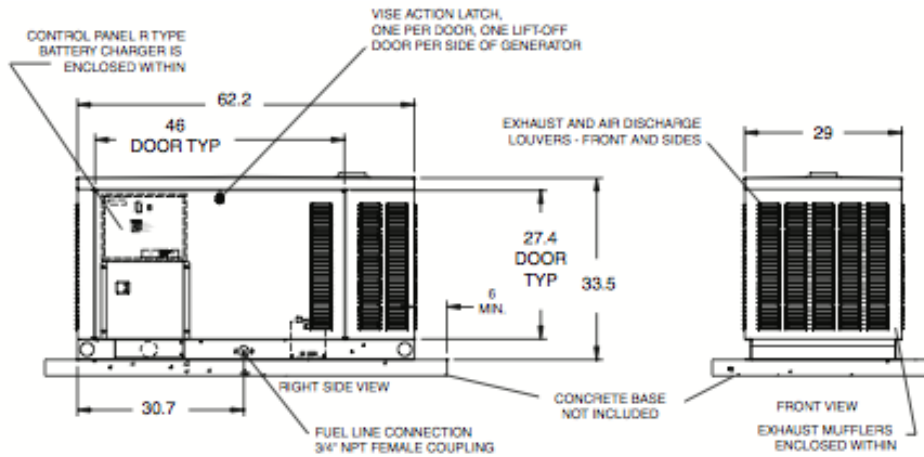
QT025



CIRCUIT BREAKER SIZE

KW	VOLTS	AMPS	LUG SIZE
25	240 1ø	125	#2 to 1/0
25	208 3ø	100	#4 to 1/0
25	240 3ø	90	#10 to 1/0

INSTALLATION LAYOUT



Generac Power Systems, Inc. • S45 W29290 HWY. 59, Waukesha, WI 53189 • generac.com
 ©2009 Generac Power Systems, Inc. All rights reserved. All specifications are subject to change without notice. Bulletin 0172960GBK/Printed in U.S.A. 04.06, rev: 03.09

Anexo J: Trilladoras de la región.

Las siguientes son las trilladoras con el potencial de ser las proveedoras de materia prima para el desarrollo del producto:

-TRILLADORA VILLEGAS Y CÍA.

Km. 3 Vía Pereira a Marsella

-TRILLADORA SAN ANTONIO

Vía Cerritos Km 10 Vda Villegas Lt Monterrey

Colombia-Risaralda, Pereira

-TRILLADORA SAN JOSE

Cl 16 #17-17

Colombia – Risaralda, Pereira

Tel: (57)(6) 3357529

-TRILLADORA CARTAGO

Cl 7 # 8-50

Colombia - Valle del Cauca, Cartago

Teléfono(s): (57) (2) 2112236

-TRILLADORA ESMERALDA

Cl 48 # 51-73 P- 1 Tres De Mayo

Colombia - Valle del Cauca, Sevilla

Teléfono(s): (57) (2) 2197004

-TRILLADORA ESTACIÓN LTDA.

Cl 6Cr # 9Caseta Parqueadero

Colombia - Valle del Cauca, Cartago

Teléfono(s): (57) (2) 2134828

-TRILLADORA EUROPA

Cr 18 # 54-19

Colombia - Quindío, Armenia

Teléfono(s): (57) (6) 7476497

-C.I. COMPAÑÍA CAFETERA DE MANZANARES S.A.

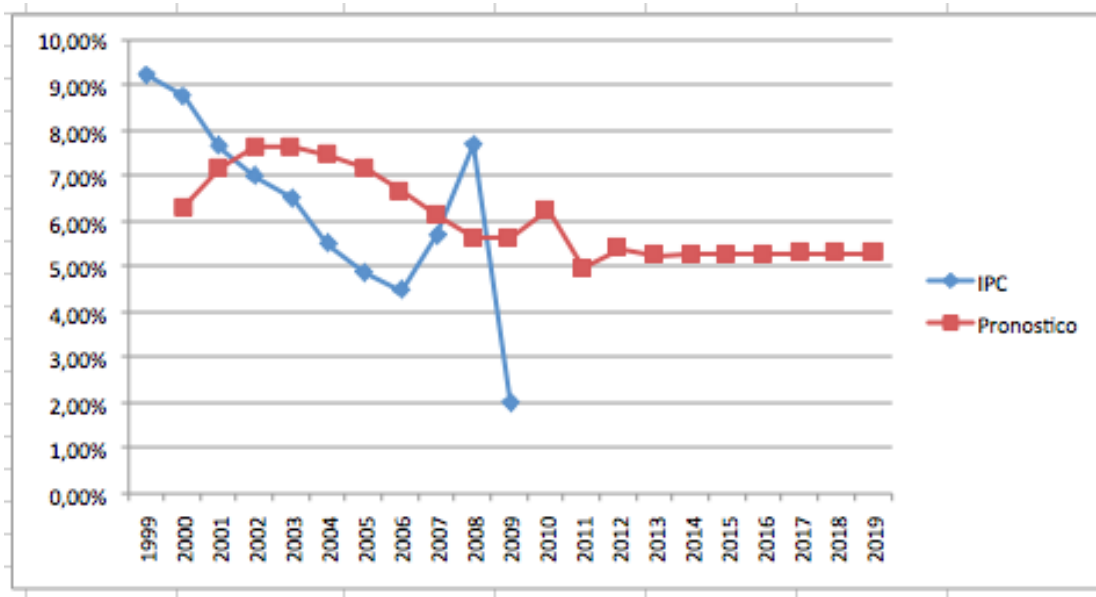
Cl 30 # 21-17

Colombia - Quindío, Armenia

Teléfono(s): (57) (6) 7471246

Anexo K: Pronóstico del IPC

Año	IPC	Pronostico
1999	9,23%	
2000	8,75%	6,30%
2001	7,65%	7,18%
2002	6,99%	7,65%
2003	6,49%	7,65%
2004	5,50%	7,45%
2005	4,85%	7,16%
2006	4,48%	6,66%
2007	5,69%	6,12%
2008	7,67%	5,63%
2009	2,00%	5,65%
2010		6,25%
2011		4,98%
2012		5,40%
2013		5,24%
2014		5,29%
2015		5,27%
2016		5,28%
2017		5,30%
2018		5,30%
2019		5,30%



PERIODO	Datos	Pronóstico	Et (Pt-Dt)	SCEP	IEtI	SumDesAbs	DMA	St
1	0,0923	0,06029	-0,032	-0,032	0,032	0,032	0,032	-1,000
2	0,0875	0,06989	-0,018	-0,050	0,018	0,050	0,050	-1,000
3	0,0765	0,07518	-0,001	-0,051	0,001	0,051	0,025	-0,500
4	0,0699	0,07557	0,006	-0,045	0,006	0,057	0,019	-0,417
5	0,0649	0,07387	0,009	-0,036	0,009	0,066	0,016	-0,452
6	0,0550	0,07118	0,016	-0,020	0,016	0,082	0,016	-0,813
7	0,0485	0,06633	0,018	-0,002	0,018	0,100	0,017	-7,247
8	0,0448	0,06098	0,016	0,014	0,016	0,116	0,017	1,191
9	0,0569	0,05612	-0,001	0,013	0,001	0,117	0,015	1,111
10	0,0767	0,05636	-0,020	-0,007	0,020	0,137	0,015	-2,104
11	0,0200	0,06246	0,042	0,035	0,042	0,179	0,018	0,509
12	0,0625	0,04972	-0,013	0,022	0,013	0,192	0,017	0,779
13	0,0498	0,05357	0,004	0,026	0,004	0,196	0,016	0,623
14	0,0540	0,05243	-0,002	0,025	0,002	0,198	0,015	0,617
15	0,0524	0,05290	0,000	0,025	0,000	0,198	0,014	0,563
16	0,0529	0,05276	0,000	0,025	0,000	0,198	0,013	0,529
17	0,0528	0,05280	0,000	0,025	0,000	0,198	0,012	0,495

Anexo L: Flujo de Caja proyectado a 10 años del valor de la energía eléctrica.

Periodo	Costos Energía	Resultado antes de impuestos	Ahorro de impuestos	Resultado despues de impuestos	Flujo de caja
0					
1	\$ (16.046.316)	\$ (16.046.316)	\$ 5.295.284	\$ (10.751.032)	\$ (10.751.032)
2	\$ (17.049.798)	\$ (17.049.798)	\$ 5.626.433	\$ (11.423.365)	\$ (11.423.365)
3	\$ (17.898.449)	\$ (17.898.449)	\$ 5.906.488	\$ (11.991.961)	\$ (11.991.961)
4	\$ (18.864.966)	\$ (18.864.966)	\$ 6.225.439	\$ (12.639.527)	\$ (12.639.527)
5	\$ (19.854.235)	\$ (19.854.235)	\$ 6.551.897	\$ (13.302.337)	\$ (13.302.337)
6	\$ (20.904.595)	\$ (20.904.595)	\$ 6.898.516	\$ (14.006.079)	\$ (14.006.079)
7	\$ (22.006.268)	\$ (22.006.268)	\$ 7.262.068	\$ (14.744.199)	\$ (14.744.199)
8	\$ (23.168.198)	\$ (23.168.198)	\$ 7.645.505	\$ (15.522.693)	\$ (15.522.693)
9	\$ (24.396.113)	\$ (24.396.113)	\$ 8.050.717	\$ (16.345.396)	\$ (16.345.396)
10	\$ (25.689.107)	\$ (25.689.107)	\$ 8.477.405	\$ (17.211.702)	\$ (17.211.702)

Anexo M: Flujo de Caja proyectado a 10 años del valor de las tecnologías en el escenario 1.

Ankur Scientific											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos											
Costos Operación		\$ (2.198.262)	\$ (2.335.734)	\$ (2.451.995)	\$ (2.584.402)	\$ (2.719.927)	\$ (2.863.821)	\$ (3.014.744)	\$ (3.173.923)	\$ (3.342.141)	\$ (3.519.274)
Costos MP		\$ (4.064.640)	\$ (4.318.829)	\$ (4.533.798)	\$ (4.778.623)	\$ (5.029.211)	\$ (5.295.275)	\$ (5.574.336)	\$ (5.868.661)	\$ (6.179.700)	\$ (6.507.224)
Depreciación		\$ (7.235.601)	\$ (7.235.601)	\$ (7.235.601)	\$ (7.235.601)	\$ (7.235.601)	\$ (7.235.601)	\$ (7.235.601)	\$ (7.235.601)	\$ (7.235.601)	\$ (7.235.601)
Resultado antes de impuestos		\$ (13.498.503)	\$ (13.890.164)	\$ (14.221.394)	\$ (14.598.626)	\$ (14.984.740)	\$ (15.394.697)	\$ (15.824.681)	\$ (16.278.185)	\$ (16.757.442)	\$ (17.262.099)
Ahorro de impuestos		\$ 4.454.506	\$ 4.583.754	\$ 4.693.060	\$ 4.817.547	\$ 4.944.964	\$ 5.080.250	\$ 5.222.145	\$ 5.371.801	\$ 5.529.956	\$ 5.696.493
Resultado despues de impuestos		\$ (9.043.997)	\$ (9.306.410)	\$ (9.528.334)	\$ (9.781.080)	\$ (10.039.776)	\$ (10.314.447)	\$ (10.602.537)	\$ (10.906.384)	\$ (11.227.486)	\$ (11.565.607)
Depreciación		\$ 7.235.601	\$ 7.235.601	\$ 7.235.601	\$ 7.235.601	\$ 7.235.601	\$ 7.235.601	\$ 7.235.601	\$ 7.235.601	\$ 7.235.601	\$ 7.235.601
Inversión	\$ (97.656.011)										
Flujo de caja		\$ (1.808.396)	\$ (2.070.809)	\$ (2.292.733)	\$ (2.545.479)	\$ (2.804.175)	\$ (3.078.846)	\$ (3.366.935)	\$ (3.670.783)	\$ (3.991.885)	\$ (4.330.005)
VPN	\$ (116.239.173)										

CPC											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos											
Costos Operación		\$ (9.226.916)	\$ (9.803.936)	\$ (10.291.925)	\$ (10.847.689)	\$ (11.416.537)	\$ (12.020.513)	\$ (12.653.994)	\$ (13.322.125)	\$ (14.028.197)	\$ (14.771.692)
Costos MP		\$ (4.064.640)	\$ (4.318.829)	\$ (4.533.798)	\$ (4.778.623)	\$ (5.029.211)	\$ (5.295.275)	\$ (5.574.336)	\$ (5.868.661)	\$ (6.179.700)	\$ (6.507.224)
Depreciación		\$ (19.044.186)	\$ (19.044.186)	\$ (19.044.186)	\$ (19.044.186)	\$ (19.044.186)	\$ (19.044.186)	\$ (19.044.186)	\$ (19.044.186)	\$ (19.044.186)	\$ (19.044.186)
Resultado antes de impuestos		\$ (32.335.742)	\$ (33.166.951)	\$ (33.869.909)	\$ (34.670.498)	\$ (35.489.934)	\$ (36.359.974)	\$ (37.272.516)	\$ (38.234.972)	\$ (39.252.083)	\$ (40.323.102)
Ahorro de impuestos		\$ 10.670.795	\$ 10.945.094	\$ 11.177.070	\$ 11.441.264	\$ 11.711.678	\$ 11.998.791	\$ 12.299.930	\$ 12.617.541	\$ 12.953.187	\$ 13.306.624
Resultado despues de impuestos		\$ (21.664.947)	\$ (22.221.857)	\$ (22.692.839)	\$ (23.229.234)	\$ (23.778.256)	\$ (24.361.182)	\$ (24.972.586)	\$ (25.617.431)	\$ (26.298.896)	\$ (27.016.478)
Depreciación		\$ 19.044.186	\$ 19.044.186	\$ 19.044.186	\$ 19.044.186	\$ 19.044.186	\$ 19.044.186	\$ 19.044.186	\$ 19.044.186	\$ 19.044.186	\$ 19.044.186
Inversión	\$ (215.741.861)										
Flujo de caja		\$ (2.620.761)	\$ (3.177.671)	\$ (3.648.653)	\$ (4.185.048)	\$ (4.734.070)	\$ (5.316.996)	\$ (5.928.399)	\$ (6.573.245)	\$ (7.254.710)	\$ (7.972.292)
VPN	\$ (247.145.970)										

Anexo N: Flujo de Caja proyectado a 10 años del valor de las tecnologías en el escenario 2.

Ankur Scientific											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos											
Costos Operación		\$ (2.198.262)	\$ (2.335.734)	\$ (2.451.995)	\$ (2.584.402)	\$ (2.719.927)	\$ (2.863.821)	\$ (3.014.744)	\$ (3.173.923)	\$ (3.342.141)	\$ (3.519.274)
Costos MP		\$ (4.064.640)	\$ (4.318.829)	\$ (4.533.798)	\$ (4.778.623)	\$ (5.029.211)	\$ (5.295.275)	\$ (5.574.336)	\$ (5.868.661)	\$ (6.179.700)	\$ (6.507.224)
Depreciación		\$ (7.235.601)	\$ (7.235.601)	\$ (7.235.601)	\$ (7.235.601)	\$ (7.235.601)	\$ (7.235.601)	\$ (7.235.601)	\$ (7.235.601)	\$ (7.235.601)	\$ (7.235.601)
Resultado antes de impuestos		\$ (13.498.503)	\$ (13.890.164)	\$ (14.221.394)	\$ (14.598.626)	\$ (14.984.740)	\$ (15.394.697)	\$ (15.824.681)	\$ (16.278.185)	\$ (16.757.442)	\$ (17.262.099)
Ahorro de impuestos		\$ 4.454.506	\$ 4.583.754	\$ 4.693.060	\$ 4.817.547	\$ 4.944.964	\$ 5.080.250	\$ 5.222.145	\$ 5.371.801	\$ 5.529.956	\$ 5.696.493
Resultado despues de impuestos		\$ (9.043.997)	\$ (9.306.410)	\$ (9.528.334)	\$ (9.781.080)	\$ (10.039.776)	\$ (10.314.447)	\$ (10.602.537)	\$ (10.906.384)	\$ (11.227.486)	\$ (11.565.607)
Depreciación		\$ 7.235.601	\$ 7.235.601	\$ 7.235.601	\$ 7.235.601	\$ 7.235.601	\$ 7.235.601	\$ 7.235.601	\$ 7.235.601	\$ 7.235.601	\$ 7.235.601
Inversión	\$ (68.359.208)										
Flujo de caja		\$ (1.808.396)	\$ (2.070.809)	\$ (2.292.733)	\$ (2.545.479)	\$ (2.804.175)	\$ (3.078.846)	\$ (3.366.935)	\$ (3.670.783)	\$ (3.991.885)	\$ (4.330.005)
VPN	\$ (86.942.370)										

CPC											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos											
Costos Operación		\$ (9.226.916)	\$ (9.803.936)	\$ (10.291.925)	\$ (10.847.689)	\$ (11.416.537)	\$ (12.020.513)	\$ (12.653.994)	\$ (13.322.125)	\$ (14.028.197)	\$ (14.771.692)
Costos MP		\$ (4.064.640)	\$ (4.318.829)	\$ (4.533.798)	\$ (4.778.623)	\$ (5.029.211)	\$ (5.295.275)	\$ (5.574.336)	\$ (5.868.661)	\$ (6.179.700)	\$ (6.507.224)
Depreciación		\$ (19.044.186)	\$ (19.044.186)	\$ (19.044.186)	\$ (19.044.186)	\$ (19.044.186)	\$ (19.044.186)	\$ (19.044.186)	\$ (19.044.186)	\$ (19.044.186)	\$ (19.044.186)
Resultado antes de impuestos		\$ (32.335.742)	\$ (33.166.951)	\$ (33.869.909)	\$ (34.670.498)	\$ (35.489.934)	\$ (36.359.974)	\$ (37.272.516)	\$ (38.234.972)	\$ (39.252.083)	\$ (40.323.102)
Ahorro de impuestos		\$ 10.670.795	\$ 10.945.094	\$ 11.177.070	\$ 11.441.264	\$ 11.711.678	\$ 11.998.791	\$ 12.299.930	\$ 12.617.541	\$ 12.953.187	\$ 13.306.624
Resultado despues de impuestos		\$ (21.664.947)	\$ (22.221.857)	\$ (22.692.839)	\$ (23.229.234)	\$ (23.778.256)	\$ (24.361.182)	\$ (24.972.586)	\$ (25.617.431)	\$ (26.298.896)	\$ (27.016.478)
Depreciación		\$ 19.044.186	\$ 19.044.186	\$ 19.044.186	\$ 19.044.186	\$ 19.044.186	\$ 19.044.186	\$ 19.044.186	\$ 19.044.186	\$ 19.044.186	\$ 19.044.186
Inversión	\$ (151.019.303)										
Flujo de caja		\$ (2.620.761)	\$ (3.177.671)	\$ (3.648.653)	\$ (4.185.048)	\$ (4.734.070)	\$ (5.316.996)	\$ (5.928.399)	\$ (6.573.245)	\$ (7.254.710)	\$ (7.972.292)
VPN	\$ (182.423.412)										

Anexo Ñ: Flujo de Caja proyectado a 10 años del valor de las tecnologías en el escenario 3.

Ankur Scientific											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos											
Costos											
Operación		\$ (2.198.262)	\$ (2.335.734)	\$ (2.451.995)	\$ (2.584.402)	\$ (2.719.927)	\$ (2.863.821)	\$ (3.014.744)	\$ (3.173.923)	\$ (3.342.141)	\$ (3.519.274)
Costos MP		\$ (5.398.350)	\$ (5.735.944)	\$ (6.021.450)	\$ (6.346.609)	\$ (6.679.422)	\$ (7.032.787)	\$ (7.403.415)	\$ (7.794.315)	\$ (8.207.414)	\$ (8.642.407)
Depreciación		\$ (7.235.601)	\$ (7.235.601)	\$ (7.235.601)	\$ (7.235.601)	\$ (7.235.601)	\$ (7.235.601)	\$ (7.235.601)	\$ (7.235.601)	\$ (7.235.601)	\$ (7.235.601)
Resultado antes de impuestos		\$ (14.832.213)	\$ (15.307.279)	\$ (15.709.046)	\$ (16.166.612)	\$ (16.634.950)	\$ (17.132.209)	\$ (17.653.760)	\$ (18.203.839)	\$ (18.785.156)	\$ (19.397.282)
Ahorro de impuestos		\$ 4.894.630	\$ 5.051.402	\$ 5.183.985	\$ 5.334.982	\$ 5.489.533	\$ 5.653.629	\$ 5.825.741	\$ 6.007.267	\$ 6.199.101	\$ 6.401.103
Resultado despues de impuestos		\$ (9.937.583)	\$ (10.255.877)	\$ (10.525.061)	\$ (10.831.630)	\$ (11.145.416)	\$ (11.478.580)	\$ (11.828.019)	\$ (12.196.572)	\$ (12.586.054)	\$ (12.996.179)
Depreciación		\$ 7.235.601	\$ 7.235.601	\$ 7.235.601	\$ 7.235.601	\$ 7.235.601	\$ 7.235.601	\$ 7.235.601	\$ 7.235.601	\$ 7.235.601	\$ 7.235.601
Inversión	\$ (97.656.011)										
Flujo de caja		\$ (2.701.982)	\$ (3.020.276)	\$ (3.289.460)	\$ (3.596.029)	\$ (3.909.815)	\$ (4.242.979)	\$ (4.592.418)	\$ (4.960.971)	\$ (5.350.453)	\$ (5.760.578)
VPN	\$ (123.553.012)										

CPC											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos											
Costos Operación		\$ (9.226.916)	\$ (9.803.936)	\$ (10.291.925)	\$ (10.847.689)	\$ (11.416.537)	\$ (12.020.513)	\$ (12.653.994)	\$ (13.322.125)	\$ (14.028.197)	\$ (14.771.692)
Costos MP		\$ (5.398.350)	\$ (5.735.944)	\$ (6.021.450)	\$ (6.346.609)	\$ (6.679.422)	\$ (7.032.787)	\$ (7.403.415)	\$ (7.794.315)	\$ (8.207.414)	\$ (8.642.407)
Depreciación		\$ (19.044.186)	\$ (19.044.186)	\$ (19.044.186)	\$ (19.044.186)	\$ (19.044.186)	\$ (19.044.186)	\$ (19.044.186)	\$ (19.044.186)	\$ (19.044.186)	\$ (19.044.186)
Resultado antes de impuestos		\$ (33.669.452)	\$ (34.584.066)	\$ (35.357.562)	\$ (36.238.484)	\$ (37.140.144)	\$ (38.097.486)	\$ (39.101.595)	\$ (40.160.626)	\$ (41.279.797)	\$ (42.458.285)
Ahorro de impuestos		\$ 11.110.919	\$ 11.412.742	\$ 11.667.995	\$ 11.958.700	\$ 12.256.248	\$ 12.572.170	\$ 12.903.526	\$ 13.253.007	\$ 13.622.333	\$ 14.011.234
Resultado despues de impuestos		\$ (22.558.533)	\$ (23.171.325)	\$ (23.689.566)	\$ (24.279.784)	\$ (24.883.897)	\$ (25.525.315)	\$ (26.198.068)	\$ (26.907.619)	\$ (27.657.464)	\$ (28.447.051)
Depreciación		\$ 19.044.186	\$ 19.044.186	\$ 19.044.186	\$ 19.044.186	\$ 19.044.186	\$ 19.044.186	\$ 19.044.186	\$ 19.044.186	\$ 19.044.186	\$ 19.044.186
Inversión	\$ (215.741.861)										
Flujo de caja		\$ (3.514.347)	\$ (4.127.138)	\$ (4.645.380)	\$ (5.235.598)	\$ (5.839.711)	\$ (6.481.129)	\$ (7.153.882)	\$ (7.863.433)	\$ (8.613.278)	\$ (9.402.865)
VPN	\$ (254.459.809)										

Anexo O: Flujo de Caja proyectado a 10 años del valor de las tecnologías en el escenario 4.

Ankur Scientific											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos											
Costos											
Operación		\$ (2.198.262)	\$ (2.335.734)	\$ (2.451.995)	\$ (2.584.402)	\$ (2.719.927)	\$ (2.863.821)	\$ (3.014.744)	\$ (3.173.923)	\$ (3.342.141)	\$ (3.519.274)
Costos MP		\$ (5.398.350)	\$ (5.735.944)	\$ (6.021.450)	\$ (6.346.609)	\$ (6.679.422)	\$ (7.032.787)	\$ (7.403.415)	\$ (7.794.315)	\$ (8.207.414)	\$ (8.642.407)
Depreciación		\$ (7.235.601)	\$ (7.235.601)	\$ (7.235.601)	\$ (7.235.601)	\$ (7.235.601)	\$ (7.235.601)	\$ (7.235.601)	\$ (7.235.601)	\$ (7.235.601)	\$ (7.235.601)
Resultado antes de impuestos		\$ (14.832.213)	\$ (15.307.279)	\$ (15.709.046)	\$ (16.166.612)	\$ (16.634.950)	\$ (17.132.209)	\$ (17.653.760)	\$ (18.203.839)	\$ (18.785.156)	\$ (19.397.282)
Ahorro de impuestos		\$ 4.894.630	\$ 5.051.402	\$ 5.183.985	\$ 5.334.982	\$ 5.489.533	\$ 5.653.629	\$ 5.825.741	\$ 6.007.267	\$ 6.199.101	\$ 6.401.103
Resultado despues de impuestos		\$ (9.937.583)	\$ (10.255.877)	\$ (10.525.061)	\$ (10.831.630)	\$ (11.145.416)	\$ (11.478.580)	\$ (11.828.019)	\$ (12.196.572)	\$ (12.586.054)	\$ (12.996.179)
Depreciación		\$ 7.235.601	\$ 7.235.601	\$ 7.235.601	\$ 7.235.601	\$ 7.235.601	\$ 7.235.601	\$ 7.235.601	\$ 7.235.601	\$ 7.235.601	\$ 7.235.601
Inversión	\$ (68.359.208)										
Flujo de caja		\$ (2.701.982)	\$ (3.020.276)	\$ (3.289.460)	\$ (3.596.029)	\$ (3.909.815)	\$ (4.242.979)	\$ (4.592.418)	\$ (4.960.971)	\$ (5.350.453)	\$ (5.760.578)
VPN	\$ (94.256.208)										

CPC											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos											
Costos Operación		\$ (9.226.916)	\$ (9.803.936)	\$ (10.291.925)	\$ (10.847.689)	\$ (11.416.537)	\$ (12.020.513)	\$ (12.653.994)	\$ (13.322.125)	\$ (14.028.197)	\$ (14.771.692)
Costos MP		\$ (5.398.350)	\$ (5.735.944)	\$ (6.021.450)	\$ (6.346.609)	\$ (6.679.422)	\$ (7.032.787)	\$ (7.403.415)	\$ (7.794.315)	\$ (8.207.414)	\$ (8.642.407)
Depreciación		\$ (19.044.186)	\$ (19.044.186)	\$ (19.044.186)	\$ (19.044.186)	\$ (19.044.186)	\$ (19.044.186)	\$ (19.044.186)	\$ (19.044.186)	\$ (19.044.186)	\$ (19.044.186)
Resultado antes de impuestos		\$ (33.669.452)	\$ (34.584.066)	\$ (35.357.562)	\$ (36.238.484)	\$ (37.140.144)	\$ (38.097.486)	\$ (39.101.595)	\$ (40.160.626)	\$ (41.279.797)	\$ (42.458.285)
Ahorro de impuestos		\$ 11.110.919	\$ 11.412.742	\$ 11.667.995	\$ 11.958.700	\$ 12.256.248	\$ 12.572.170	\$ 12.903.526	\$ 13.253.007	\$ 13.622.333	\$ 14.011.234
Resultado despues de impuestos		\$ (22.558.533)	\$ (23.171.325)	\$ (23.689.566)	\$ (24.279.784)	\$ (24.883.897)	\$ (25.525.315)	\$ (26.198.068)	\$ (26.907.619)	\$ (27.657.464)	\$ (28.447.051)
Depreciación		\$ 19.044.186	\$ 19.044.186	\$ 19.044.186	\$ 19.044.186	\$ 19.044.186	\$ 19.044.186	\$ 19.044.186	\$ 19.044.186	\$ 19.044.186	\$ 19.044.186
Inversión	\$ (151.019.303)										
Flujo de caja		\$ (3.514.347)	\$ (4.127.138)	\$ (4.645.380)	\$ (5.235.598)	\$ (5.839.711)	\$ (6.481.129)	\$ (7.153.882)	\$ (7.863.433)	\$ (8.613.278)	\$ (9.402.865)
VPN	\$ (189.737.251)										

Anexo P: Flujo de Caja proyectado a 10 años del valor de las tecnologías en el escenario 5.

Ankur Scientific											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos		\$ 2.174.378	\$ 2.310.356	\$ 2.425.354	\$ 2.556.323	\$ 2.690.375	\$ 2.832.706	\$ 2.981.989	\$ 3.139.438	\$ 3.305.829	\$ 3.481.038
Costos											
Operación		\$ (2.198.262)	\$ (2.335.734)	\$ (2.451.995)	\$ (2.584.402)	\$ (2.719.927)	\$ (2.863.821)	\$ (3.014.744)	\$ (3.173.923)	\$ (3.342.141)	\$ (3.519.274)
Costos MP		\$ (5.398.350)	\$ (5.735.944)	\$ (6.021.450)	\$ (6.346.609)	\$ (6.679.422)	\$ (7.032.787)	\$ (7.403.415)	\$ (7.794.315)	\$ (8.207.414)	\$ (8.642.407)
Depreciación		\$ (7.235.601)	\$ (7.235.601)	\$ (7.235.601)	\$ (7.235.601)	\$ (7.235.601)	\$ (7.235.601)	\$ (7.235.601)	\$ (7.235.601)	\$ (7.235.601)	\$ (7.235.601)
Resultado antes de impuestos		\$ (12.657.835)	\$ (12.996.923)	\$ (13.283.692)	\$ (13.610.289)	\$ (13.944.574)	\$ (14.299.503)	\$ (14.671.771)	\$ (15.064.401)	\$ (15.479.327)	\$ (15.916.245)
Ahorro de impuestos		\$ 4.177.086	\$ 4.288.985	\$ 4.383.618	\$ 4.491.395	\$ 4.601.710	\$ 4.718.836	\$ 4.841.684	\$ 4.971.252	\$ 5.108.178	\$ 5.252.361
Resultado despues de impuestos		\$ (8.480.750)	\$ (8.707.939)	\$ (8.900.074)	\$ (9.118.894)	\$ (9.342.865)	\$ (9.580.667)	\$ (9.830.087)	\$ (10.093.149)	\$ (10.371.149)	\$ (10.663.884)
Depreciación		\$ 7.235.601	\$ 7.235.601	\$ 7.235.601	\$ 7.235.601	\$ 7.235.601	\$ 7.235.601	\$ 7.235.601	\$ 7.235.601	\$ 7.235.601	\$ 7.235.601
Inversión	\$ (97.656.011)										
Flujo de caja		\$ (1.245.148)	\$ (1.472.337)	\$ (1.664.473)	\$ (1.883.293)	\$ (2.107.264)	\$ (2.345.066)	\$ (2.594.485)	\$ (2.857.547)	\$ (3.135.548)	\$ (3.428.283)
VPN	\$ (111.629.093)										

CPC

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos		\$ 3.897.470	\$ 4.141.205	\$ 4.347.332	\$ 4.582.088	\$ 4.822.371	\$ 5.077.492	\$ 5.345.075	\$ 5.627.295	\$ 5.925.542	\$ 6.239.596
Costos Operación		\$ (9.226.916)	\$ (9.803.936)	\$ (10.291.925)	\$ (10.847.689)	\$ (11.416.537)	\$ (12.020.513)	\$ (12.653.994)	\$ (13.322.125)	\$ (14.028.197)	\$ (14.771.692)
Costos MP		\$ (6.065.205)	\$ (6.444.502)	\$ (6.765.276)	\$ (7.130.601)	\$ (7.504.527)	\$ (7.901.543)	\$ (8.317.954)	\$ (8.757.142)	\$ (9.221.271)	\$ (9.709.998)
Depreciación		\$ (19.044.186)	\$ (19.044.186)	\$ (19.044.186)	\$ (19.044.186)	\$ (19.044.186)	\$ (19.044.186)	\$ (19.044.186)	\$ (19.044.186)	\$ (19.044.186)	\$ (19.044.186)
Resultado antes de impuestos		\$ (30.438.837)	\$ (31.151.420)	\$ (31.754.056)	\$ (32.440.389)	\$ (33.142.879)	\$ (33.888.750)	\$ (34.671.059)	\$ (35.496.158)	\$ (36.368.112)	\$ (37.286.280)
Ahorro de impuestos		\$ 10.044.816	\$ 10.279.969	\$ 10.478.838	\$ 10.705.328	\$ 10.937.150	\$ 11.183.288	\$ 11.441.449	\$ 11.713.732	\$ 12.001.477	\$ 12.304.473
Resultado despues de impuestos		\$ (20.394.021)	\$ (20.871.451)	\$ (21.275.217)	\$ (21.735.060)	\$ (22.205.729)	\$ (22.705.463)	\$ (23.229.609)	\$ (23.782.426)	\$ (24.366.635)	\$ (24.981.808)
Depreciación		\$ 19.044.186	\$ 19.044.186	\$ 19.044.186	\$ 19.044.186	\$ 19.044.186	\$ 19.044.186	\$ 19.044.186	\$ 19.044.186	\$ 19.044.186	\$ 19.044.186
Inversión	\$ (215.741.861)										
Flujo de caja		\$ (1.349.835)	\$ (1.827.265)	\$ (2.231.031)	\$ (2.690.874)	\$ (3.161.543)	\$ (3.661.277)	\$ (4.185.423)	\$ (4.738.240)	\$ (5.322.449)	\$ (5.937.622)
VPN	\$ (236.743.666)										

Anexo Q: Flujo de Caja proyectado a 10 años del valor de las tecnologías en el escenario 6.

Ankur Scientific											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos		\$ 2.174.378	\$ 2.310.356	\$ 2.425.354	\$ 2.556.323	\$ 2.690.375	\$ 2.832.706	\$ 2.981.989	\$ 3.139.438	\$ 3.305.829	\$ 3.481.038
Costos											
Operación		\$ (2.198.262)	\$ (2.335.734)	\$ (2.451.995)	\$ (2.584.402)	\$ (2.719.927)	\$ (2.863.821)	\$ (3.014.744)	\$ (3.173.923)	\$ (3.342.141)	\$ (3.519.274)
Costos MP		\$ (5.398.350)	\$ (5.735.944)	\$ (6.021.450)	\$ (6.346.609)	\$ (6.679.422)	\$ (7.032.787)	\$ (7.403.415)	\$ (7.794.315)	\$ (8.207.414)	\$ (8.642.407)
Depreciación		\$ (7.235.601)	\$ (7.235.601)	\$ (7.235.601)	\$ (7.235.601)	\$ (7.235.601)	\$ (7.235.601)	\$ (7.235.601)	\$ (7.235.601)	\$ (7.235.601)	\$ (7.235.601)
Resultado antes de impuestos		\$ (12.657.835)	\$ (12.996.923)	\$ (13.283.692)	\$ (13.610.289)	\$ (13.944.574)	\$ (14.299.503)	\$ (14.671.771)	\$ (15.064.401)	\$ (15.479.327)	\$ (15.916.245)
Ahorro de impuestos		\$ 4.177.086	\$ 4.288.985	\$ 4.383.618	\$ 4.491.395	\$ 4.601.710	\$ 4.718.836	\$ 4.841.684	\$ 4.971.252	\$ 5.108.178	\$ 5.252.361
Resultado despues de impuestos		\$ (8.480.750)	\$ (8.707.939)	\$ (8.900.074)	\$ (9.118.894)	\$ (9.342.865)	\$ (9.580.667)	\$ (9.830.087)	\$ (10.093.149)	\$ (10.371.149)	\$ (10.663.884)
Depreciación		\$ 7.235.601	\$ 7.235.601	\$ 7.235.601	\$ 7.235.601	\$ 7.235.601	\$ 7.235.601	\$ 7.235.601	\$ 7.235.601	\$ 7.235.601	\$ 7.235.601
Inversión	\$ (68.359.208)										
Flujo de caja		\$ (1.245.148)	\$ (1.472.337)	\$ (1.664.473)	\$ (1.883.293)	\$ (2.107.264)	\$ (2.345.066)	\$ (2.594.485)	\$ (2.857.547)	\$ (3.135.548)	\$ (3.428.283)
VPN	\$ (82.332.289)										

CPC

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos		\$ 3.897.470	\$ 4.141.205	\$ 4.347.332	\$ 4.582.088	\$ 4.822.371	\$ 5.077.492	\$ 5.345.075	\$ 5.627.295	\$ 5.925.542	\$ 6.239.596
Costos Operación		\$ (9.226.916)	\$ (9.803.936)	\$ (10.291.925)	\$ (10.847.689)	\$ (11.416.537)	\$ (12.020.513)	\$ (12.653.994)	\$ (13.322.125)	\$ (14.028.197)	\$ (14.771.692)
Costos MP		\$ (6.065.205)	\$ (6.444.502)	\$ (6.765.276)	\$ (7.130.601)	\$ (7.504.527)	\$ (7.901.543)	\$ (8.317.954)	\$ (8.757.142)	\$ (9.221.271)	\$ (9.709.998)
Depreciación		\$ (19.044.186)	\$ (19.044.186)	\$ (19.044.186)	\$ (19.044.186)	\$ (19.044.186)	\$ (19.044.186)	\$ (19.044.186)	\$ (19.044.186)	\$ (19.044.186)	\$ (19.044.186)
Resultado antes de impuestos		\$ (30.438.837)	\$ (31.151.420)	\$ (31.754.056)	\$ (32.440.389)	\$ (33.142.879)	\$ (33.888.750)	\$ (34.671.059)	\$ (35.496.158)	\$ (36.368.112)	\$ (37.286.280)
Ahorro de impuestos		\$ 10.044.816	\$ 10.279.969	\$ 10.478.838	\$ 10.705.328	\$ 10.937.150	\$ 11.183.288	\$ 11.441.449	\$ 11.713.732	\$ 12.001.477	\$ 12.304.473
Resultado despues de impuestos		\$ (20.394.021)	\$ (20.871.451)	\$ (21.275.217)	\$ (21.735.060)	\$ (22.205.729)	\$ (22.705.463)	\$ (23.229.609)	\$ (23.782.426)	\$ (24.366.635)	\$ (24.981.808)
Depreciación		\$ 19.044.186	\$ 19.044.186	\$ 19.044.186	\$ 19.044.186	\$ 19.044.186	\$ 19.044.186	\$ 19.044.186	\$ 19.044.186	\$ 19.044.186	\$ 19.044.186
Inversión	\$ (151.019.303)										
Flujo de caja VPN	\$ (172.021.108)										

Anexo R: Descripciones de las entidades que financian los proyectos.

BANCO AGRARIO DE COLOMBIA

INFORMACION GENERAL	
Naturaleza Jurídica y Objeto Social	<p>Creado con la Resolución 0968 de 1999 y la escritura pública 2474 del 26 de junio de 1999, como una Sociedad anónima de economía mixta del orden nacional, sujeta al régimen de empresa industrial y comercial del Estado, adscrito, al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural con el Decreto 1127/1999. Su objeto es prestar servicios bancarios en el sector rural de manera eficiente; financia oportunamente las actividades agrícolas, pecuarias, forestales y agroindustriales; y atiende las necesidades financieras de los entes territoriales.</p>
Funciones, Servicios, Programas	<ul style="list-style-type: none"> - Propender por la institucionalización de la intermediación financiera en el otorgamiento de crédito a las actividades agropecuarias. - Proveer financiación al sector agropecuario a través de proyectos productivos rentables y sostenibles. - Proveer servicios bancarios en zonas carentes de otras instituciones financieras. - Competir en el sector financiero, apalancándose en factores derivados de su rol social. - Generar una rentabilidad adecuada para los activos del banco que le permitan financiar el rol social y sustentar patrimonialmente el desarrollo de la institución.
OFERTA DE COOPERACION O FINANCIACION	
Beneficiarios, Cobertura	<ul style="list-style-type: none"> - Sector Rural. - Entes Territoriales. - Personas naturales o jurídicas.
Tipos de Financiación	<ul style="list-style-type: none"> - Créditos - Líneas Especiales
Líneas de Crédito y Modalidades de Acceso	<ul style="list-style-type: none"> - Crédito: Vivienda de interés social rural, Microempresas urbanas y rurales, <i>Crediahorro</i> (para necesidades de consumo o adquisición de bienes y servicios), <i>Por libranza</i> (donde el beneficiario autoriza descontar de su sueldo las cuotas mensuales de la obligación, o de las prestaciones sociales el saldo total de un crédito), <i>Ordinario</i> (financia necesidades de capital de trabajo a corto y mediano plazo). - Líneas: Fogacafé, Findeter, Finagro. - Multipropósito: Capital de trabajo e Inversiones fijas. - ICR, Incentivo a la capitalización rural (aporte en dinero que la nación concede a quienes adelantan nuevos proyectos de inversión). - CDAT (Certificado de depósitos de ahorro a término), Tarjeta Débito electrón, Cuentas Corrientes, Ahorro activo, programado, Tarjetas de Crédito, Caja preferencial, Cheques de Gerencia, Chequeras especiales, Extracto Magnético, Referencias bancarias, Consignación nacional, Giros, Cupos de tesorería, FAG (Fondo agropecuario de garantías), Sobregiros. - Remesas negociadas (cuando se abona a la cuenta del cliente en forma inmediata el valor de los cheques girados sobre plazas diferentes a la de la oficina donde el cliente tiene radicada su cuenta), y al cobro (cuando el banco realiza los cobros de cheques de otras plazas, abonando el valor de dichos cheques a la cuenta del cliente, una vez se confirme la disponibilidad de fondos). - Convenios, Recaudo de impuestos, Cenit (servicio mediante el cual el banco puede enviar y recibir transferencia electrónica de fondos de sus clientes, hacia sus propias cuentas o hacia cuentas de otras entidades financieras), Depósitos judiciales, Mesa de Dinero (producto que facilita al cliente efectuar transacciones para disponer total o parcialmente de sus recursos), Cadenas productivas, Foram (Fondos de reactivación agropecuaria municipal), Alianzas estratégicas (Incentivar cultivos de largo plazo). - Planes Especiales: Plan de mejoramiento Operativo y Tecnológico.
Áreas Prioritarias de Inversión	<ul style="list-style-type: none"> - Actividades rurales, agrícolas, pecuarias, pesqueras, forestales, agroindustriales.

BANCO DE COMERCIO EXTERIOR DE COLOMBIA S.A., BANCOLDEX

INFORMACION GENERAL	
Naturaleza Jurídica y Objeto Social	<p>Creado por el Decreto 2505 de 1991, como el Banco de Comercio Exterior de Colombia S.A., una sociedad anónima de economía mixta, vinculada al Ministerio de Comercio, Industria y Turismo que fomenta el desarrollo de la política económica y social del país, buscando satisfacer las necesidades financieras del comercio exterior y del sector empresarial, en especial de pequeñas y medianas empresas.</p>
Funciones, Servicios, Programas	<p>Banco de redescuento, ofrece productos o servicios financieros a las empresas relacionadas o no con el comercio exterior Colombiano. En el exterior por medio de bancos previamente calificados ofrece financiación para el importador de bienes y servicios colombianos. Sirve de instrumento financiero del estado colombiano para respaldar el Plan Estratégico Exportador (es la carta de navegación para lograr el fortalecimiento del sector productivo Colombiano y su orientación hacia el mercado internacional).</p>
OFERTA DE COOPERACION O FINANCIACION	
Beneficiarios, Cobertura	<p>Exportadores Directos, Exportadores Indirectos (empresas productoras o importadoras de materias primas, insumos o bienes utilizados en la fabricación o comercialización de productos o servicios de exportación; empresas de servicios que contribuyan a la realización del proceso exportador; y empresas concesionarias que desarrollen proyectos de infraestructura vial que contribuyan a mejorar la competitividad de los bienes exportables), Empresas no vinculadas al Comercio exterior (pequeñas, medianas y grandes empresas de todos los sectores económicos, exceptuando al sector agropecuario), Importadores, Socios o Accionistas (empresas exportadoras e importadoras), Intermediarios Financieros (Bancos, corporaciones, compañías de financiamiento comercial, cooperativas y ONGS); y en el exterior (Compradores de productos y servicios colombianos).</p>
Tipos de Financiación	<p>Se financia en Pesos y en Dólares por el 50%, 70%, 100%, de acuerdo a la opción que le sea conveniente a la empresa solicitante. El plazo, el período de gracia, la tasa de redescuento, el margen de intermediación, la amortización de capital y el pago de interés, es diferente para cada línea o modalidad de crédito.</p>
Líneas de Crédito y Modalidades de Acceso	<ul style="list-style-type: none"> - Capital de trabajo. - Actividades de Promoción. - Inversión en activos fijos y diferidos (cultivos de mediano y tardío rendimiento, gastos de sostenimiento durante el período improductivo, entre otros). - Leasing. - Creación, adquisición y capitalización de empresas. - Consolidación de pasivos (todos los pasivos que registre la empresa, excepto deudas con socios). - Infraestructura de transporte. - Liquidex pesos-dólares. - Programas especiales (proyectos empresariales de productividad, innovación y desarrollo tecnológico; programas de gestión de calidad y gestión ambiental; etc.). - Garantías MIPYMES (pequeñas y medianas empresas). - Créditos en el exterior (crédito comprador y servicios de operación bancaria internacional).
Requisitos, Procedimientos y Condiciones de acceso a los Recursos	<ul style="list-style-type: none"> - Inscripción de la empresa en el Registro Nacional de Exportadores de Bienes y Servicios. - Trámite de las solicitudes dependiendo la línea de crédito a necesitar.

CORPORACIÓN COLOMBIANA DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA, CORPOICA

INFORMACION GENERAL	
Naturaleza Jurídica y Objeto Social	<p>Creada por los decretos 130/1976 y 393/1991 como una entidad de Participación mixta de carácter científico y técnico, sin fines de lucro. Contribuye a mejorar el bienestar de la población colombiana mediante el desarrollo de conocimientos y tecnologías que hagan mas eficiente la producción agropecuaria, a la vez que la protejan contra las plagas y enfermedades.</p>
Funciones, Servicios, Programas	<ul style="list-style-type: none"> - Mejorar la competitividad del sector agropecuario. - Desarrollar en forma equitativa la distribución de los beneficios de la tecnología a todo el sector (por medio de investigaciones en métodos de transferencia, con capacitaciones técnicas y metodológicas a investigadores, contribuyendo a la divulgación de los conocimientos y resultados de las investigaciones, etc.). - Asegurar la producción agrícola y pecuaria sostenible, mediante el uso racional de los recursos naturales. - Desarrollar y manejar de manera adecuada una capacidad científica y tecnológica que permita al país generar la tecnología agropecuaria que requiere. - Realizar análisis de laboratorio y documentales (Biblioteca Agropecuaria de Colombia - BAC).
OFERTA DE COOPERACION O FINANCIACION	
Beneficiarios, Cobertura	<ul style="list-style-type: none"> - Sectores Agropecuario, Industrial y Medio Ambiente (Ciencia y Tecnología). - Los productores y los actores de las cadenas agroalimentarias (gremios, agroindustria, comunidad científica, académica, entre otros).
Tipos de Financiación	<ul style="list-style-type: none"> - Planes estratégicos por medio de los cuales se llevan a cabo procesos de investigación y transferencia de tecnología: Agroforestería, algodón, cacao, frutales, ganadería, horticultura, maíz, papa, plátano, soya, yuca y cultivos alternativos tales como café, caña de azúcar, y frijol. - Programas de Investigación e Innovación: <i>Agroecosistemas, Biometría</i> (técnicas de diseño experimental y análisis estadístico para la información que genera el proceso de investigación que garantizan la alta confiabilidad y precisión de los resultados), <i>Fisiología y Nutrición Animal</i> (análisis de organismos –unicelulares y pluricelulares- con respecto a sus ambientes y estructura), <i>Manejo integrado de plagas y epidemiología vegetal, Maquinaria y poscosecha, Recursos biofísicos, Recursos genéticos y biotecnología animal y vegetal, Salud Animal, Socioeconomía, Transferencia de tecnología, Unidad de Gestión e Innovación tecnológica</i> (fortalece la generación de recursos propios a través de una actividad comercial, que permite hacer productivo el área, la infraestructura, los recursos físicos, el talento humano, y generar una actividad rentable).
Áreas Prioritarias de Inversión	<p>Sector agropecuario.</p>
Requisitos, Procedimientos y Condiciones de acceso a los Recursos	<p>Se desarrollan actividades en los niveles nacional, regional y local a través de Programas Planes y Proyectos Estratégicos que se ejecutan en Centros de Investigación localizados en diferentes zonas del país.</p> <p>Se establecen alianzas estratégicas directas con asociaciones o agremiaciones de productores y demás actores de las cadenas agroalimentarias en temas prioritarios de importancia científica y tecnológica para el sector. En estas alianzas se apoya, financiándole la investigación por medio de la presentación de proyectos a los financiadores, ya sea para la financiación total o parcial de los mismos.</p>

FINANCIERA DE DESARROLLO TERRITORIAL, FINDETER

INFORMACION GENERAL	
Naturaleza Jurídica y Objeto Social	Creada mediante la ley 57 de 1989, como una Sociedad anónima del Orden nacional, vinculada al Ministerio de Hacienda y Crédito Público y sometida al régimen previsto para las Empresas Industriales y Comerciales del Estado. Sus accionistas son la Nación y los departamentos.
Funciones, Servicios, Programas	Opera como Banco de segundo piso, concede financiamiento para la ejecución de programas y proyectos de Inversión a través de los establecimientos de crédito legalmente autorizados por la Superintendencia Bancaria (corporaciones financieras, corporaciones de ahorro y vivienda y compañías de financiamiento comercial); efectúa operaciones de redescuento automático y de contratos de Leasing; asesora en el diseño, ejecución y administración de proyectos de inversión; asesora en la conformación de los términos de referencia para contratación de consultorías; presta asistencia para establecer la viabilidad técnica, financiera e institucional del proyecto; apoyo para la conformación del plan financiero y del plan de ejecución del proyecto; catálogo de servicios de apoyo a la gestión municipal; oferta de modelos de instrumentos técnicos y contractuales; y certifica el servicio de deuda vigente.
OFERTA DE COOPERACION O FINANCIACION	
Beneficiarios, Cobertura	Las Entidades (territoriales, descentralizadas del orden territorial, administrativas especiales, públicas del orden nacional, de derecho privado); defensa civil; organismos cooperativos sin ánimo de lucro; patrimonios autónomos (públicos ó privados); organizaciones regionales de televisión; juntas de acción comunal; comunidades indígenas, negritudes; sociedades de mejora y ornato; asociaciones de recreación; formas asociativas de pequeños productores; unidades familiares para la financiación de las actividades de desarrollo productivo.
Tipos de Financiación	Proyectos en etapas de preinversión e inversión : acueducto y alcantarillado, conservación y recuperación de microcuencas, aseo urbano, vías municipales y departamentales, puestos de salud, centros de atención al anciano, planteles oficiales y privados de educación preescolar a superior, telefonía rural y urbana, mercados mayoristas, centros de acopio y reubicación de vendedores ambulantes, mataderos; parques, instalaciones deportivas, terminales de transporte terrestre de carga y de pasajeros, muelles para transporte fluvial y embarcaderos marítimos, aeropuertos, infraestructura para nuevos asentamientos de vivienda de interés social, obras de mejoramiento de zonas subnormales de vivienda en aspectos urbanísticos, servicios públicos, infraestructura vial y equipamiento comunitario, desarrollo institucional de las entidades prestadoras de servicios generados por estos proyectos.
Lineas de Crédito y Modalidades de Acceso	<ul style="list-style-type: none"> - Monto del crédito: Hasta el 100% del valor del proyecto. - Plazo Total: Máximo 15 años (período de gracia y plazo de amortización). - Período de gracia a Capital e Intereses: Hasta 3 años y 1 año respectivamente. - Pago de Amortización e Intereses: Mensual, bimestral, trimestral, semestral o anual, y excepcionalmente en fechas específicas. - Modalidad de Amortización: Cuota fija, gradual creciente ó decreciente, porcentual. - Tasa de redescuento anual y Tasa final de interés anual: A convenir. - Margen de redescuento para los intermediarios financieros ante Findeter: Entre el 50% y el 100% del total del crédito financiado. <p>La solicitud del crédito se realiza ante la Unidad Regional respectiva donde son evaluados los proyectos; dependiendo el valor del proyecto, los créditos serán aprobados en la unidad regional o en la sede central en Bogotá.</p>
Areas Prioritarias de Inversión	Servicios públicos domiciliarios; salud; vivienda; transporte; recuperación y renovación urbana y equipamiento urbano; deporte; recreación y cultura; centros de comercialización y producción; maquinaria y equipo; telecomunicaciones; medio ambiente; desarrollo institucional; ajuste fiscal y operaciones de manejo de deuda.

FINANCIERA ENERGETICA NACIONAL S.A., FEN

INFORMACION GENERAL	
Naturaleza Jurídica y Objeto Social	Creada por la Ley 11 de 1982, modificada por la Ley 25 de 1990. Es una Sociedad de Economía Mixta del Orden Nacional y vinculada al Ministerio de Minas y Energía. Su objeto principal es, ser el Organismo Financiero y Crediticio del sector Energético, que canaliza recursos de crédito hacia todas aquellas personas de derecho público o de derecho privado cuyo objeto social sea el sector eléctrico, el carbón, los hidrocarburos, etc., facilitando el desarrollo del país en este campo.
Funciones, Servicios, Programas	Captar ahorro interno mediante la emisión de títulos valores; celebrar contratos de Fiducia; realizar operaciones de crédito y conceder empréstitos a entidades del sector energético; prestar asesoría a las empresas del sector privado; promover la creación, reorganización, y expansión de empresas del sector energético; abrir cartas de crédito; otorgar y aceptar avales; asesorar de acuerdo con la exigencia de las autoridades respectivas, el proceso de programación presupuestal de las empresas del sector.
OFERTA DE COOPERACION O FINANCIACION	
Beneficiarios, Cobertura	Empresas públicas o privadas del sector energético que desarrollan (generación, transmisión y distribución de energía eléctrica; exploración, explotación o refinación del carbón, minerales radiactivos, hidrocarburos y derivados; producción y utilización de equipo generador de energía mediante el uso de fuentes no convencionales; producción de bienes y prestación de servicios a entidades del sector energético.
Tipos de Financiación	Proyectos de inversión y obligaciones de pago derivadas de la ejecución de dichos proyectos; obras de infraestructura asociadas a los proyectos de inversión; adquisición de activos fijos; reparaciones mayores de instalaciones y equipos; programas de capitalización y reestructuración administrativa de empresas; programas de uso racional y eficiente de energía y de fuentes no convencionales.
Líneas de Crédito y Modalidades de Acceso	<ul style="list-style-type: none"> - Créditos para inversión: Destinados para la financiación de proyectos o programas de inversión de todas aquellas entidades públicas o privadas, relacionadas con el sector. - Créditos para servicio de deuda: Destinados a financiar los pagos correspondientes al servicio de la deuda externa o de las obligaciones internas derivadas; a refinanciar o reprogramar operaciones de crédito; subrogarse en las obligaciones de pagos derivados de los contratos de empréstitos que hayan celebrado las entidades del sector energético y celebrar con ellas nuevas operaciones de crédito, en virtud de los cuales se obliguen a pagar a la FEN las obligaciones asumidas. - Otros créditos de apoyo al sector energético: La FEN podrá otorgar créditos para apoyar el proceso económico y financiero del sector energético de conformidad con las políticas del Gobierno Nacional.
Requisitos, Procedimientos y Condiciones de acceso a los Recursos	<p>Se otorgan créditos en moneda Nacional o Extranjera, directamente o mediante redescuentos.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Moneda Nacional: Tasas de interés variables asociadas al DTF mas puntos adicionales (se determinan de acuerdo la actividad a financiar, las garantías ofrecidas, el plazo de financiación y el nivel de riesgo de las operaciones). - Moneda Extranjera: Un costo de captación, mas un margen de intermediación (según las condiciones del proyecto, el plazo concedido y el nivel de riesgo). - Periodo de gracia: Depende del flujo de caja del proyecto de la empresa solicitante, puede extenderse hasta el 40% del plazo total. <p>Para el otorgamiento de los créditos: Debe existir justificación técnica, económica y financiera; disponibilidad de los recursos, la distribución del riesgo; cumplimiento de condiciones y garantías; Formalización de los créditos: Celebración de contratos o pagarés, con las condiciones y obligaciones; Garantías y Contragarantías: Garantía Bancaria, real y realizable comercialmente (créditos directos).</p>

FONDO FINANCIERO DE PROYECTOS DE DESARROLLO, FONADE

INFORMACION GENERAL	
Naturaleza Jurídica y Objeto Social	<p>Creado por el Decreto 3068/1968, modif. por el Decreto 2168/1992, es una empresa industrial y comercial del Estado de naturaleza especial de carácter financiero. Asegura la preinversión, gerencia, estructura y promueve proyectos viables e incentiva la participación del sector privado, impulsando el desarrollo socioeconómico del país, principalmente proyectos prioritarios para el Plan Nacional de Desarrollo.</p>
Funciones, Servicios, Programas	<p>Celebra contratos de financiamiento, de Fiducia (mediante el cual una persona jurídica, llamada fideicomitente confía a una sociedad fiduciaria una suma de dinero o de unos bienes muebles o inmuebles para que esta desarrolle una gestión, ya sea de inversión, administración, recaudo ó garantía), de Fomento de actividades científicas, tecnológicas y ambientales; analiza operaciones de crédito interno y externo; capta ahorro interno mediante la emisión de bonos, celebración de contratos de Fideicomiso (por el cual se entrega a una persona o entidad unos bienes o derechos para que sean administrados, se realicen unas operaciones lícitas y se garantice un rendimiento o utilidad), Garantía (donde un tercero se compromete a responder ante un acreedor, del cumplimiento de la obligación asumida por un deudor, en el caso de que éste incumpla), y Agencia (por medio del cual un comerciante asume en forma independiente y de manera estable el encargo de promover o explotar negocios en un determinado ramo, como representante o agente de un empresario nacional o extranjero); otorga avales y garantías para créditos de preparación proyectos, vende o negocia su cartera; impulsa el desarrollo de las firmas consultoras nacionales y actualiza el Registro Nacional de Consultores.</p>
OFERTA DE COOPERACION O FINANCIACION	
Beneficiarios, Cobertura	<p>Entidades del orden Nacional (Ministerios, Institutos especializados, Empresas Industriales y Comerciales del Estado), Entes Territoriales (departamentos, municipios con sus entidades adscritas y vinculadas, principalmente proyectos del Plan Nacional de Desarrollo), empresas del sector privado, personas naturales y consultores.</p>
Tipos de Financiación	<p>- Financiación de Proyectos de Preinversión y Administración de Convenios Inter administrativos de Preinversión: Conjunto de estudios técnicos, organizacionales, económicos y financieros que identifican la mejor alternativa o rechazan un proyecto. <i>Proyectos financiables:</i> Estudios de prefactibilidad, factibilidad, diseño e ingeniería de detalle; estructuración y promoción del proyecto; asesorías legales, financieras, operativas y técnicas para la puesta en marcha del proyecto; realización de acciones puentes o inversiones preoperativas, que permitan afinar los diseños y realizar las inversiones definitivas; formulación, diseño y evaluación de programas, políticas y planes de desarrollo sectorial o territorial; estudios de mercado.</p> <p>- Gerencia, Estructuración, Promoción y Evaluación de proyectos: diseña la ingeniería financiera de los proyectos (monto de la inversión, condiciones del crédito, variables operacionales y tasas internas de retorno); identifica, selecciona y contacta los potenciales inversionistas; presta asesoría legal; y realiza actividades de promoción de proyectos.</p> <p>- Fiducia.</p> <p>- Consultoría: Capital de trabajo: recursos necesarios para atender los gastos básicos en busca de una normal operación de firma consultora, y se financia la Cartera (ingresos a recibir; contratación de servicios; otros gastos operacionales; gastos de personal, pasivos, etc.); Capitalización empresarial: es el incremento del patrimonio de una empresa, mediante el aumento de capital suscrito y pagado; Gestión de calidad: permitir el acceso de firmas consultoras a los recursos necesarios para realizar aquellos procesos que garanticen tanto el cumplimiento de unas normas internacionales de calidad, en caso de ser necesarias, como para lograr un mejoramiento de su gestión; Activos fijos: crédito para personas naturales y jurídicas dedicadas a la consultoría, financiando activos que les permita mejorar su gestión y prestación de servicios.</p>
Requisitos, Procedimientos y	<p>Requisitos generales: Solicitud del crédito; información de la empresa; autorización consulta de endeudamiento; autorización de la Junta o Consejo para contraer la deuda; certificado del valor actual de la deuda; garantía bancaria; copia de cédula y Nit; flujo de caja actual y proyectado a 2</p>
Condiciones de acceso a los Recursos	<p>años, y Certificado de Existencia y Representación Legal (excepto Departamentos y Municipios).</p> <p>- Departamentos y Municipios: Presupuesto ejecutado de últimos 3 años; relación servicio de deuda de la vigencia actual; copia acta de posesión de gobernador o alcalde.</p> <p>- Empresas Industriales y Comerciales: Estados financieros y presupuesto ejecutado de los últimos 3 años.</p> <p>- Personas jurídicas y naturales: Estados financieros de los últimos 3 años; copias de declaración de renta; relación y copia de los principales contratos de consultoría; certificado de inscripción en el Registro Único de Proponentes.</p>
ENTIDAD OFERENTE	
Funcionario: Alexander Cristancho	Cargo/ Dpto.: Centro de Recuperación de Información
Dirección: Calle 26 No. 13-19 Piso 1 Fonade. Bogotá	Teléf.: 5 94 04 07 ext. 1000. Fax: 2 82 60 18.
Página web: www.fonade.gov.co	
Sedes, Oficinas, Cobertura: Bogotá.	

FONDO NACIONAL AMBIENTAL, FONAM

INFORMACION GENERAL	
Naturaleza Jurídica y Objeto Social	Creado con la Ley 99 de 1993, como un sistema especial de manejo de cuentas del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, con personería jurídica, patrimonio independiente.
Funciones, Servicios, Programas	Presta apoyo a la ejecución de la Política ambiental; financia y cofinancia proyectos de utilidad pública e interés social enfocados a la preservación, mejora y recuperación del medio ambiente y de los recursos naturales.
OFERTA DE COOPERACION O FINANCIACION	
Beneficiarios, Cobertura	Entidades Públicas o Privadas y Entidades con ánimo de lucro, que procuren por la conservación del ambiente o el manejo adecuado de los recursos naturales o aquellas que dediquen recursos para prevenir o mitigar los impactos de las actividades productivas sobre el ambiente.
Tipos de Financiación	
Líneas de Crédito y Modalidades de Acceso	
Áreas Prioritarias de Inversión	
Requisitos, Procedimientos y Condiciones de acceso a los Recursos	Los proyectos que requieran licencia ambiental, deberán obtenerla con la autoridad ambiental competente, siendo este un requisito previo para cualquier desembolso.
Metodología para la Presentación de	Las solicitudes elegibles serán evaluadas económica, financiera, institucional, social y técnicamente, de acuerdo con lo establecido en el reglamento operativo y con base en
Proyectos	las metodologías desarrolladas por el Banco de Programas y Proyectos de Inversión Nacional del Departamento Nacional de Planeación.

FONDO PARA EL FINANCIAMIENTO DEL SECTOR AGROPECUARIO, FINAGRO

INFORMACION GENERAL	
Naturaleza Jurídica y Objeto Social	Creado con la Ley 16 de 1990, como una Sociedad de Economía Mixta, autónoma y especializada que maneja recursos de crédito. Su objeto es el financiamiento de las actividades Agropecuarias y del sector Rural, mediante la canalización y administración de recursos suficientes y oportunos en concordancia con las políticas del Gobierno Nacional para contribuir al desarrollo económico y social del país. Es un establecimiento de crédito de segundo piso, pues actúa como intermediario entre beneficiario y el banco que éste escoja.
Funciones, Servicios, Programas	<ul style="list-style-type: none"> - Financiación de proyectos para el desarrollo agropecuario y rural manteniendo el equilibrio financiero, administrando los recursos para proporcionarles una mayor seguridad. - Promover alianzas estratégicas con el propósito de ofrecer servicios innovadores y atractivos a los intermediarios, con una mayor cobertura de crédito.
OFERTA DE COOPERACION O FINANCIACION	
Beneficiarios	Pequeños, medianos y grandes productores del sector agrícola.
Tipos de Financiación	Crédito agropecuario; otros servicios (Certificado de Incentivo Forestal, CIF; Fondo Agropecuario de Garantías, FAG; Incentivo para la Capitalización Rural, ICR; programas especiales de fomento; alianzas estratégicas).
Líneas de Crédito y Modalidades de Acceso	<ul style="list-style-type: none"> - Producción: cultivos de ciclo corto y semestrales, hortalizas, semillas, matas vegetales - Sostentamiento: agrícola, forestal, pecuario (avícola, bovinos, especies menores, zootecnia, pesquero y acuícola). - Comercialización - Servicios de apoyo - Compra de animales - Maquinaria y equipo - Adecuación de tierras. - Siembra: frutas, pastos, otros productos.
Áreas Prioritarias de Inversión	Sector agropecuario.
Requisitos, Procedimientos y Condiciones de acceso a los Recursos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Seleccionar el intermediario financiero, donde se presentará la solicitud del crédito. 2. Establecer las necesidades de financiación y soportarlas con un proyecto productivo, para esto puede acceder a: Servicios complementarios: - Fondo Agropecuario de Garantías, FAG: Su objeto es respaldar créditos nuevos redescontados en Finagro, que se otorguen a productores que no puedan ofrecer las garantías comunes requeridas por los intermediarios financieros. Sus usuarios son personas naturales o jurídicas y se clasifican en: pequeños, medianos y grandes productores, de acuerdo al monto del préstamo a solicitar. - Incentivo a la Capitalización Rural, ICR: Es un derecho a un beneficio económico que se otorga a una persona por la ejecución de un proyecto o actividad de inversión nueva que contribuya a incrementar la formación bruta de capital y/o a la modernización tecnológica del sector agropecuario. Los beneficiarios son personas naturales o jurídicas que en forma individual o colectiva, ejecuten proyectos relacionados con adecuación de tierras y manejo del recurso hídrico; maquinaria y equipo de uso agropecuario, forestal y pesquero; transformación primaria y comercialización de bienes de origen agropecuario; plantación y mantenimiento de cultivos de tardío rendimiento; infraestructura para la producción y/o desarrollo de biotecnología. - Certificado de Incentivo Forestal, CIF (ver pág. 5 de éste documento). <p>Modalidad del crédito: individual, programas especiales - crédito asociativo, alianzas estratégicas - cultivos de tardío rendimiento.</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. El intermediario financiero realiza el estudio y evalúa el crédito, si aprueba la solicitud, solicitará ante Finagro el crédito.
Metodología para la Presentación de Proyectos	Los documentos y formatos generales para el trámite de las diferentes clases de créditos, se pueden obtener en la página web.

INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO, ICA

INFORMACION GENERAL

Naturaleza Juridica y Objeto Social	Establecimiento Público de Orden Nacional con personería jurídica, autonomía administrativa y patrimonio independiente adscrito al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Contribuye al desarrollo agropecuario sostenible, mediante la prevención, control y disminución de problemas y riesgos sanitarios, biológicos y químicos que afecten la producción agropecuaria y al hombre. Mejora la capacidad nacional de oferta agroalimentaria y agroindustrial acorde con los mercados, menor deterioro ambiental y competitividad en beneficio de la sociedad colombiana.
Funciones, Servicios, Programas	Realizar, financiar o concertar programas de Investigación y transferencia de tecnología; promover y utilizar estrategias de información científica y tecnológica para impulsar el desarrollo del sector agropecuario; procurar la preservación y el correcto aprovechamiento de los recursos genéticos vegetales y animales del país; ejercer el control técnico sobre importaciones de insumos para la actividad agropecuaria, de animales, vegetales y productos de origen animal y vegetal, previniendo la aparición de enfermedades ó plagas y certificar la calidad sanitaria de las exportaciones.

OFERTA DE COOPERACION O FINANCIACION

Beneficiarios, Cobertura	Sector agropecuario
Tipos de Financiación	Servicios: - Area Agricola: plaguicidas, fertilizantes, bio-insumos, prevención de riesgos fitosanitarios. - Area Pecuaria: regulación y control de medicamentos veterinarios, biológicos veterinarios.
Líneas de Crédito y Modalidades de Acceso	Registro de productores, importadores y exportadores de insumos agropecuarios; expedición de documentos para la importación y exportación de animales, vegetales y sus productos; análisis de insumos agropecuarios y residuos de plaguicidas; registro de ventas o de uso de insumos agropecuarios; certificación de semillas; pruebas de diagnóstico para animales, vegetales y humanos (zoonosis); expedición de guías de movilización; registro obtentores de variedades vegetales; certificados fitosanitarios y zoonosanitarios de nacionalización, exportación y reexportación (la persona natural o jurídica, que esté interesada en exportar material vegetal originario de Colombia debe solicitar por escrito en la oficina de Inspección y cuarentena del ICA, la inspección de mercancía y la expedición de dicho certificado).
Areas Prioritarias de	

INSTITUTO COLOMBIANO DE DESARROLLO RURAL, INCODER

INFORMACION GENERAL	
Naturaleza Jurídica y Objeto Social	Creado por el Decreto 1300/2003, es un Instituto descentralizado, adscrito al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Su objeto es contribuir al fortalecimiento de las comunidades rurales, en especial las campesinas, indígenas y afrocolombianas al ordenamiento social y cultural del territorio rural y al mejoramiento de la capacidad de gestión de las entidades territoriales, para que en conjunto se construyan procesos de desarrollo competitivos, sostenibles y equitativos.
Funciones, Servicios, Programas	Fortalecer los procesos de coordinación inter e intrasectoriales; articular y fortalecer los procesos participativos de planeación institucional, regional y local; impulsar la identificación y consolidación de núcleos de desarrollo rural; facilitar el acceso a la tierra y demás factores productivos, promoviendo nuevas alternativas de producción; contribuir al fortalecimiento de la actividad pesquera y acuícola mediante la investigación, ordenamiento, administración, control y regulación de los recursos; gestionar y otorgar recursos para la financiación, cofinanciación, subsidios e incentivos; y contribuir a la descentralización y participación comunitaria desde la base de la sociedad rural, fortaleciendo las entidades territoriales y sus comunidades.
OFERTA DE COOPERACION O FINANCIACION	
Beneficiarios, Cobertura	Productores agropecuarios; toda persona que explote un predio en calidad de dueño; Productores de pesca y acuicultura.
Tipos de Financiación	
Lineas de Crédito y Modalidades de Acceso	
Areas Prioritarias de Inversión	- Sector rural, dedicado a la tierra y el cultivo; - Sectores pesqueros y acuícolas.

PROYECTO DE APOYO AL DESARROLLO DE LA MICROEMPRESA RURAL, PADEMER

INFORMACION GENERAL	
Naturaleza Jurídica y Objeto Social	Creado con el CONPES 2859 del 10 de julio de 1996. Su objeto es fomentar la generación de empleo, aumentar la productividad de las microempresas y lograr una mayor competitividad de sus productos, a través del manejo de procesos eficientes de integración entre entidades territoriales, gremios y entidades privadas del sector.
Funciones, Servicios, Programas	<ul style="list-style-type: none"> - Proveer servicios tecnológicos a los microempresarios rurales en forma oportuna y adecuada, a través de la contratación de todos aquellos servicios de capacitación, asistencia técnica y asesoría necesarios para el logro de una óptima producción, comercialización y gestión, acordes con las exigencias del mercado. - Canalizar recursos de crédito, otros servicios financieros e incentivos a las microempresas rurales, con el fin de posibilitarles el financiamiento de sus necesidades de inversión y de capital de trabajo. <p>Servicios a los microempresarios rurales:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tecnológicos: Procesos de capacitación básica, asesoría y asistencia técnica en procesos tecnológicos específicos; en aspectos comerciales y de potencialidades del mercado, y en desarrollo de competencias empresariales. - Financieros: Fondos de crédito, Fondos de Garantías, Fondo de Incentivo a la Capitalización de Microempresas Rurales (IC-MER). - Coordinación del Proyecto: Dirigir, coordinar y supervisar la ejecución del Pademer. - Seguimiento y evaluación: Realizar el monitoreo y seguimiento del proyecto Pademer.
OFERTA DE COOPERACION O FINANCIACION	
Beneficiarios, Cobertura	<ul style="list-style-type: none"> - Sector rural a través del microempresarios rurales. - Organizaciones no gubernamentales - Universidades públicas y privadas - Centros de investigación - Asociaciones y cooperativas de productores - Uniones temporales
Tipos de Financiación	
Áreas Prioritarias de Inversión	Sector Rural
Requisitos, Procedimientos y Condiciones de acceso a los Recursos	Herramienta o aplicación para la ejecución de proyectos de servicios tecnológicos: Sistema de Formulación, Ejecución y Seguimiento a Proyectos de Servicios Tecnológicos.
Metodología para la Presentación de Proyectos	Con el objeto de agilizar los diferentes procedimientos que genera la ejecución de los Proyectos de Servicios Tecnológicos y hacerlos más eficientes tanto para entidad ejecutora, como para la Unidad Técnica Nacional Coordinadora -UTNC- del proyecto Pademer, se desarrolló la aplicación denominada "SISTEMA DE FORMULACION, EJECUCION Y SEGUIMIENTO A PROYECTOS DE SERVICIOS TECNOLOGICOS", por lo cual las propuestas deben ser elaboradas en dicho sistema. La entidad ejecutora debe allegar la formulación del proyecto tanto en medio magnético como impreso, adjuntando la documentación requerida, y en las fechas de las convocatorias, las cuales son publicadas en la página web.

**INSTITUTO FINANCIERO PARA EL DESARROLLO DEL VALLE DEL CAUCA,
INFIVALLE**

INFORMACION GENERAL	
Naturaleza Jurídica y Objeto Social	Creado por ordenanza el 4 de noviembre de 1971, como una entidad pública descentralizada, dependiente de la gobernación del Valle de Cauca. Su objeto es la promoción del desarrollo económico, social y cultural de la comunidad y la región principalmente mediante la financiación y la prestación de servicios técnicos, que permitan mejorar la calidad de vida de los vallecaucanos.
Funciones, Servicios, Programas	Prestación de servicios financieros consistentes en el manejo de los recursos provenientes de las entidades públicas y de los municipios, y su colocación en forma de créditos, los cuales se destinan a la financiación de obras en servicios públicos, infraestructura básica, adquisición de equipos, programas de vivienda y en general a todas las obras que solucionen las necesidades básicas de la comunidad vallecaucana.
OFERTA DE COOPERACION O FINANCIACION	
Beneficiarios, Cobertura	<ul style="list-style-type: none"> - Entidades Territoriales y entidades descentralizadas con sede en el Valle del Cauca. - Organizaciones cooperativas creadas entre sí por Entes territoriales y sus entidades descentralizadas. - Asociaciones de municipios y de manera excepcional a las entidades a que se refiere el art.375 del Decreto 1333 de 1986, ubicadas en el Valle del Cauca, tales como las Juntas de acción comunal, sociedades de mejora y ornato, Juntas y asociaciones de recreación, defensa civil y usuarios. - Empresas públicas, privadas y/o mixtas, que sin estar destinadas a la prestación de servicios públicos, buscan satisfacer necesidades básicas de la comunidad y la región.
Tipos de Financiación	<ul style="list-style-type: none"> - Crédito de Tesorería, Fomento y Sobregiros: Con diferentes plazos cada uno. - Descuento de Actas: Plazo máximo de 3 meses. - Asesoría y Asistencia Técnica: Sobre la creación y realización de un proyecto. - Promoción de Proyectos: Para identificar y seleccionar proyectos prioritarios tendientes a solucionar necesidades de la comunidad. - Evaluación de proyectos: Se capacita en Presupuesto y sus normas, Estatuto de Contratación, Formulación de Proyectos y Análisis financieros. - Trámite y presentación de solicitudes: Se asesora en la identificación y establecimiento de prioridades de los proyectos, en el análisis del presupuesto y sobre como recuperar las inversiones rápidamente.
Líneas de Crédito y Modalidades de Acceso	Los servicios de asesoría no tienen costo.
Áreas Prioritarias de Inversión	
Requisitos, Procedimientos y Condiciones de acceso a los Recursos	<p>Requisitos generales para créditos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Solicitud de crédito firmada por el Representante Legal de la entidad, Alcalde, etc. - Copia de la disposición legal mediante la cual se autoriza para contratar el crédito. - Certificado de la capacidad legal de endeudamiento - Certificado de libertad de la prenda a pignorar. - Relación de la deuda pública contratada con otras entidades. - Presupuesto para la vigencia en curso. - Boletín de casa reciente. - Copia del concepto de la oficina jurídica de la Gobernación.

UNIDADES MUNICIPALES DE ASISTENCIA TÉCNICA AL SECTOR AGROPECUARIO, UMATA

INFORMACION GENERAL	
Naturaleza Jurídica y Objeto Social	La Ley 607 de 2000 modifica la creación, funcionamiento y operación. Su objeto es garantizar la asistencia técnica directa rural agropecuaria, medio ambiental, asuntos de aguas y pesca; ordenar la prestación de los servicios de asistencia técnica directa rural por parte de los entes territoriales; racionalizar y coordinar las actividades necesarias para asegurar la ampliación progresiva de la cobertura, calidad y pertinencia del servicio de asistencia técnica así como el seguimiento, orientación y acompañamiento por parte de las entidades del orden departamental y nacional; prestar el servicio de asistencia técnica agropecuaria gratuito a los pequeños productores, a través de asesoría, consultoría y capacitación para mejorar y hacer más eficientes y sostenibles los sistemas de producción agrícola, forestal, pecuaria y piscícola, contribuyendo así al mejoramiento de los niveles de ingreso y de la capacidad productiva de la población campesina.
Funciones, Servicios, Programas	<ul style="list-style-type: none"> - Determinar las zonas, veredas y sistemas agrícolas, pecuarios y acuícolas a atender en forma prioritaria por parte de las entidades prestadoras de los Servicios de Asistencia Técnica Directa Rural y velar por la efectiva prestación de dichos servicios a los pequeños y medianos productores del agro. - Informar al Consejo Municipal de Desarrollo Rural sobre el desarrollo de sus actividades y atender a los planteamientos que allí se acuerden y que sean de su competencia.
OFERTA DE COOPERACION O FINANCIACION	
Beneficiarios, Cobertura	<ul style="list-style-type: none"> - Pequeños productores rurales, que recibirán el servicio gratuitamente. - Medianos productores rurales, a quienes se les cobrará tarifas autofinanciables. - Las Unidades Agrícolas Familiares -UAF-, son grupos u organizaciones familiares que trabajan en conjunto en el sector agrícola, que debe presentar ciertos ingresos y área o terreno, derivados de su actividad agropecuaria, forestal, agroforestal, pecuaria, piscícola, silvícola o de zootecnia, por lo menos el 70% de sus ingresos.
Tipos de Financiación	
Líneas de Crédito y Modalidades de Acceso	<ul style="list-style-type: none"> - Asistencia Técnica Directa Rural: Comprende la atención regular y continua a los productores agrícolas, pecuarios, forestales y pesqueros, en la asesoría sobre aptitud de los suelos, en la selección del tipo de actividad a desarrollar y en la planificación de las explotaciones; en la aplicación y uso de tecnologías y recursos adecuados a la naturaleza de la actividad productiva; en las posibilidades y procedimientos para acceder al financiamiento de la inversión; en el mercado apropiado de los bienes producidos y en la promoción de las formas de organización de los productores. - Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología Agroindustrial: Aportará al sector Agroindustrial, conocimiento, métodos, tecnologías y productos tecnológicos necesarios para su labor frente a los requerimientos nacionales e internacionales.
Áreas Prioritarias de Inversión	
Requisitos, Procedimientos y Condiciones de acceso a los Recursos	Con la participación de la comunidad se formula un proyecto que busque solucionar un problema que afecta la comunidad, ya sea agrícola, pecuario, piscícola o forestal, donde se tracen objetivos, actividades y se estimen los costos y beneficios y se planifiquen las etapas del proceso, incluyendo el seguimiento y la evaluación.

INFORMACION GENERAL	
Naturaleza Jurídica y Objeto Social	Embajada de Suiza
Funciones, Servicios, Programas	
OFERTA DE COOPERACION O FINANCIACION	
Beneficiarios, Cobertura	
Tipos de Financiación	<ul style="list-style-type: none"> - Modernización de la Red Ambiental Nacional (crédito blando); apoyo a inversiones en tecnología ambiental por parte de pequeñas y medianas empresas (fondo de garantías); Asesoría al Centro Nacional de Producción mas limpia y tecnología ambiental; manejo Forestal Sostenible (proyecto de la OIMT en Rionegro, Antioquia). - Proyectos de desarrollo y cooperación a través de diferentes ONG'S Suizas. - Proyectos multilaterales con la Oficina del Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Refugiados -ACNUR-, el Programa Mundial de Alimentos -PMA-, y el Comité Internacional de la Cruz Roja -CICR-, así como proyectos a través de ONG'S nacionales e internacionales con énfasis en la ayuda humanitaria en las líneas de emergencia, prevención, rehabilitación. - Fortalecimiento de la sociedad civil por la paz y promoción de los derechos humanos.

INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA, IICA

INFORMACION GENERAL	
Naturaleza Jurídica y Objeto Social	Este organismo fue fundado hace 60 años en Costa Rica; en 1964 inicia labores en Colombia, y se encuentra especializado en la agricultura y el bienestar rural del Sistema Interamericano. Su misión es apoyar a los Estados Miembros (Canadá, Estados Unidos, México, Belice, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá, Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela, Argentina, Brasil, Chile, Paraguay, Uruguay, Antigua y Barbuda, Bahamas, Barbados, Dominica; Granada, Guyana, Haití, Jamaica, República Dominicana, San Vicente y las Granadinas, Santa Lucía, St. Kitts y Nevis, Surinam, y Trinidad y Tobago), en la búsqueda del progreso y la prosperidad con la modernización del sector rural, la promoción de la seguridad alimentaria, el desarrollo del sector agropecuario de una forma competitiva.
Funciones, Servicios, Programas	<ul style="list-style-type: none"> - Proporciona servicios de cooperación técnica, en conjunto con alianzas estratégicas desarrolladas con instituciones públicas y privadas, a través de Convenios y Proyectos. - Apoya el desarrollo Agroindustrial y de los Agronegocios mediante la adopción de nueva tecnología y prácticas modernas de negocios. - Promueve el desarrollo rural y el uso sostenible de los recursos naturales. - Apoya a los Ministerios de Agricultura frente a la globalización y modernización del Estado y ayuda en el proceso de transformación de la educación agrícola.
OFERTA DE COOPERACION O FINANCIACION	
Beneficiarios, Cobertura	<ul style="list-style-type: none"> - Gremios de productores. - Sector académico. - Agricultores
Tipos de Financiación	
Líneas de Crédito y Modalidades de Acceso	<ul style="list-style-type: none"> - Comercio y Desarrollo de los Agronegocios. - Tecnología e Innovación. - Sanidad Agropecuaria e Inocuidad de Alimentos (medidas sanitarias que permiten mantener los alimentos libres de componentes nocivos). - Desarrollo Rural Sostenible. - Educación y Capacitación. - Información y Comunicación.
Áreas Prioritarias de Inversión	<ul style="list-style-type: none"> - Sector Rural. - Sector Agropecuario
Requisitos, Procedimientos y Condiciones de acceso a los Recursos	
Metodología para la Presentación de Proyectos	La IICA presta su cooperación en conjunto con socios estratégicos como el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Gobernaciones, Senado de la República, DNP, Universidades, Corporación Andina de Fomento, ICA, Banco Mundial, Banco Agrario, Corpoica, DANE, ICFES, Colciencias, Federaciones de productores, entre otros.

Anexo S: Ley 697 de 2001

DIARIO OFICIAL 44573
LEY 697 DE 2001(octubre 3)

Mediante la cual se fomenta el uso racional y eficiente de la energía, se promueve la utilización de energías alternativas y se dictan otras disposiciones.

El Congreso de Colombia,

DECRETA:

Artículo 1°. Declárase el Uso Racional y Eficiente de la Energía (URE) como un asunto de interés social, público y de conveniencia nacional, fundamental para asegurar el abastecimiento energético pleno y oportuno, la competitividad de la economía colombiana, la protección al consumidor y la promoción del uso de energías no convencionales de manera sostenible con el medio ambiente y los recursos naturales.

Artículo 2°. El Estado debe establecer las normas e infraestructura necesarias para el cabal cumplimiento de la presente ley, creando la estructura legal, técnica, económica y financiera necesaria para lograr el desarrollo de proyectos concretos, URE, a corto, mediano y largo plazo, económica y ambientalmente viables asegurando el desarrollo sostenible, al tiempo que generen la conciencia URE y el conocimiento y utilización de formas alternativas de energía.

Artículo 3°. Definiciones. Para efectos de interpretar y aplicar la presente ley se entiende por:

1. URE: Es el aprovechamiento óptimo de la energía en todas y cada una de las cadenas energéticas, desde la selección de la fuente energética, su producción, transformación, transporte, distribución, y consumo incluyendo su reutilización cuando sea posible, buscando en todas y cada una de las actividades, de la cadena el desarrollo sostenible.

2. Uso eficiente de la energía: Es la utilización de la energía, de tal manera que se obtenga la mayor eficiencia energética, bien sea de una forma original de energía y/o durante cualquier actividad de producción, transformación, transporte, distribución y consumo de las diferentes formas de energía, dentro del marco del desarrollo sostenible y respetando la normatividad, vigente sobre medio ambiente y los recursos naturales renovables.

3. Desarrollo sostenible: Se entiende por desarrollo sostenible el que conduzca al crecimiento económico, a la elevación de la calidad de la vida y al bienestar social, sin agotar la base de recursos naturales renovables en que se sustenta, ni deteriorar el medio ambiente o el derecho de las generaciones futuras a utilizarlo para la satisfacción de sus propias necesidades.

4. Aprovechamiento óptimo: Consiste en buscar la mayor relación beneficio- costo en todas las actividades que involucren el uso eficiente de la energía, dentro del marco del desarrollo sostenible y respetando la normatividad vigente sobre medio ambiente y los recursos naturales renovables.

5. Fuente energética: Todo elemento físico del cual podemos obtener energía, con el objeto de aprovecharla. Se dividen en fuentes energéticas convencionales y no convencionales. 6. Cadena Energética: Es el conjunto de todos los procesos y actividades tendientes al aprovechamiento de la energía que comienza con la fuente energética misma y se extiende hasta su uso final.

7. Eficiencia Energética: Es la relación entre la energía aprovechada y la total utilizada en cualquier proceso de la cadena energética, dentro del marco del desarrollo sostenible y respetando la normatividad vigente sobre medio ambiente y los recursos naturales renovables.

8. Fuentes convencionales de energía: Para efectos de la presente ley son fuentes convencionales de energía aquellas utilizadas de forma intensiva y ampliamente comercializadas en el país. 9. Fuentes no convencionales de energía: Para efectos de la presente ley son fuentes no convencionales de energía, aquellas fuentes de energía disponibles a nivel mundial que son ambientalmente sostenibles, pero que en el país no son empleadas o son utilizadas de manera marginal y no se comercializan ampliamente.

10. Energía Solar: Llámese energía solar, a la energía transportada por las ondas electromagnéticas provenientes del sol.

11. Energía Eólica: Llámese energía eólica, a la energía que puede obtenerse de las corrientes de viento.

12. Geotérmica: Es la energía que puede obtenerse del calor del subsuelo terrestre.

13. Biomasa: Es cualquier tipo de materia orgánica que ha tenido su origen inmediato como consecuencia de un proceso biológico y toda materia vegetal originada por el proceso de fotosíntesis, así como de los procesos metabólicos de los organismos heterótrofos.

14. Pequeños aprovechamientos hidroenergéticos: Es la energía potencial de un caudal hidráulico en un salto determinado que no supere el equivalente a los 10 MW.

Artículo 4°. Entidad responsable. El Ministerio de Minas y Energía, será la entidad responsable de promover, organizar, asegurar el desarrollo y el seguimiento de los programas de uso racional y eficiente de la energía de acuerdo a lo dispuesto en la presente ley, y cuyo objetivo es:

1. Promover y asesorar los proyectos URE, presentados por personas naturales o jurídicas de derecho público o privado, de acuerdo con los lineamientos del programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía y demás formas de energía no convencionales (PROURE), estudiando la viabilidad económica, financiera, tecnológica y ambiental.

2. Promover el uso de energías no convencionales dentro del programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía y demás formas de Energía no Convencionales (PROURE), estudiando la viabilidad tecnológica, ambiental y económica.

Artículo 5°. Creación de PROURE. Créase el Programa de Uso Racional y eficiente de la energía y demás formas de energía no convencionales "PROURE", que diseñará el Ministerio de Minas y Energía, cuyo objeto es aplicar gradualmente programas para que toda la cadena energética, esté cumpliendo permanentemente con los niveles mínimos de eficiencia energética y sin perjuicio de lo dispuesto en la normatividad vigente sobre medio ambiente y los recursos naturales renovables.

Artículo 6°. Obligaciones especiales de las empresas de servicios públicos. Además de las obligaciones que se desprendan de programas particulares que se diseñen, las Empresas de Servicios Públicos que generen, suministren y comercialicen energía eléctrica y gas y realicen programas URE, tendrán la obligación especial dentro del contexto de esta ley, de realizar programas URE para los usuarios considerando el aspecto técnico y financiero del mismo y asesorar a sus usuarios para la implementación de los programas URE que deban realizar en cumplimiento de la presente ley.

Artículo 7°. Estímulos y sanciones.

1. Para la investigación: El Gobierno Nacional propenderá por la creación de programas de investigación en el Uso Racional y Eficiente de la Energía a través de Colciencias, según lo establecido en la Ley 29 de 1990 y el Decreto 393 de 1991.

2. Para la educación: El Icetex beneficiará con el otorgamiento de préstamos a los estudiantes que quieran estudiar carreras o especializaciones orientados en forma específica a aplicación en el campo URE. 3. Reconocimiento Público: El Gobierno Nacional creará distinciones para personas naturales o jurídicas, que se destaquen en el ámbito nacional en aplicación del URE; las cuales se otorgarán anualmente. El Ministerio de Minas y Energía dará amplio despliegue a los galardonados en los medios de comunicación más importantes del país.

4. Generales: El Gobierno Nacional establecerá los incentivos e impondrá las sanciones, de acuerdo con el programa de uso racional y eficiente de la energía y demás formas de energía no convencionales, de acuerdo a las normas legales vigentes.

Artículo 8°. Divulgación. El Ministerio de Minas y Energía en coordinación con las entidades públicas y privadas pertinentes diseñará estrategias para la educación y fomento del Uso Racional y Eficiente de la Energía dentro de la ciudadanía, con base en campañas de información utilizando medios masivos de comunicación y otros canales idóneos. Las empresas de servicios públicos que presten servicios de Energía eléctrica y gas deberán imprimir en la carátula de recibo de factura o cobro, mensajes motivando, el Uso racional y Eficiente de la Energía y sus beneficios con la preservación del medio ambiente.

Artículo 9°. Promoción del uso de fuentes no convencionales de energía. El Ministerio de Minas y Energía formulará los lineamientos de las políticas, estrategias e instrumentos para el fomento y la promoción de las fuentes no convencionales de energía, con prelación en las zonas no interconectadas.

Artículo 10. El Gobierno Nacional a través de los programas que se diseñen, incentivará y promoverá a las empresas que importen o produzcan piezas, calentadores, paneles solares, generadores de biogás, motores eólicos, y/o cualquier otra tecnología o producto que use como fuente total o parcial las energías no convencionales, ya sea con destino a la venta directa al público o a la producción de otros implementos, orientados en forma específica a proyectos en el campo URE, de acuerdo a las normas legales vigentes.

Artículo 11. Vigencia. La presente ley rige a partir de la fecha de su promulgación y deroga las disposiciones que le sean contrarias.

El Presidente del honorable Senado de la República, Carlos García Orjuela.

El Secretario General del honorable Senado de la República, Manuel Enríquez Rosero.

El Presidente de la honorable Cámara de Representantes, Guillermo Gaviria Zapata.

El Secretario General de la honorable Cámara de Representantes, Angelino Lizcano Rivera.

REPUBLICA DE COLOMBIA – GOBIERNO NACIONAL Publíquese y cúmplase.

Dada en Bogotá, D. C., a 3 de octubre de 2001. ANDRES PASTRANA ARANGO

El Ministro de Minas y Energía, Luis Ramiro Valencia Cossio.

Anexo T: PROTOCOLO DE KYOTO DE LA CONVENCIÓN MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO

Artículo 12

1. Por el presente se define un mecanismo para un desarrollo limpio.
2. El propósito del mecanismo para un desarrollo limpio es ayudar a las Partes no incluidas en el anexo B a lograr un desarrollo sostenible y contribuir al objetivo último de la Convención, así como ayudar a las Partes incluidas en el anexo I a dar cumplimiento a sus compromisos cuantificados de limitación y reducción de las emisiones contraídos en virtud del artículo 3.
3. En el marco del mecanismo para un desarrollo limpio:
 - a) Las Partes no incluidas en el anexo I se beneficiarán de las actividades de proyectos que tengan por resultado reducciones certificadas de las emisiones; y
 - b) Las Partes incluidas en el anexo I podrán utilizar las reducciones certificadas de emisiones resultantes de esas actividades de proyectos para contribuir al cumplimiento de una parte de sus compromisos cuantificados de limitación y reducción de las emisiones contraídos en virtud del artículo 3, conforme lo determine la Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el presente Protocolo.
4. El mecanismo para un desarrollo limpio estará sujeto a la autoridad y la dirección de la Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el presente Protocolo y a la supervisión de una junta ejecutiva del mecanismo para un desarrollo limpio.
5. La reducción de emisiones resultante de cada actividad de proyecto deberá ser certificada por las entidades operacionales que designe la Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el presente Protocolo sobre la base de:
 - a) La participación voluntaria acordada por cada Parte participante;
 - Unos beneficios reales, mensurables y a largo plazo en relación con la mitigación del cambio climático; y
 - c) Reducciones de las emisiones que sean adicionales a las que se producirían en ausencia de la actividad de proyecto certificada.
6. El mecanismo para un desarrollo limpio ayudará según sea necesario a organizar la financiación de actividades de proyectos certificadas.
7. La Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el presente Protocolo en su primer período de sesiones deberá establecer las modalidades y procedimientos que permitan asegurar la transparencia, la eficiencia y la rendición de cuentas por medio de una auditoría y la verificación independiente de las actividades de proyectos.
8. La Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el presente Protocolo se asegurará de que una parte de los fondos procedentes de las actividades de proyectos certificadas se utilice para cubrir los gastos administrativos y ayudar a las Partes que son países en desarrollo

particularmente vulnerables a los efectos adversos del cambio climático a hacer frente a los costos de la adaptación.

9. Podrán participar en el mecanismo para un desarrollo limpio, en particular en las actividades mencionadas en el inciso a) del párrafo 3 *supra* y en la adquisición de unidades certificadas de reducción de emisiones, entidades privadas o públicas, y esa participación quedará sujeta a las directrices que imparta la junta ejecutiva del mecanismo para un desarrollo limpio.

10. Las reducciones certificadas de emisiones que se obtengan en el período comprendido entre el año 2000 y el comienzo del primer período de compromiso podrán utilizarse para contribuir al cumplimiento en el primer período de compromiso.

Anexo B (Protocolo de Kyoto)

<u>Parte</u>	<u>Compromiso cuantificado de limitación o reducción de las emisiones (% del nivel del año o período de base)</u>
Alemania	92
Australia	108
Austria	92
Bélgica	92
Bulgaria*	92
Canadá	94
Comunidad Europea	92
Croacia*	95
Dinamarca	92
Eslovaquia*	92
Eslovenia*	92
España	92
Estados Unidos de América	93
Estonia*	92
Federación de Rusia*	100
Finlandia	92
Francia	92
Grecia	92
Hungría*	94
Irlanda	92
Islandia	110
Italia	92
Japón	94
Letonia*	92
Liechtenstein	92
Lituania*	92

Luxemburgo	92
Mónaco	92
Noruega	101
Nueva Zelandia	100
Países Bajos	92
Polonia*	94
Portugal	92
Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte	92
República Checa*	92
Rumania*	92
Suecia	92
Suiza	92
Ucrania*	100