

**DIAGNOSTICO, EVALUACION Y FORMULACION DEL PROCESO DE
PRODUCCION SOSTENIBLE DE LA PEQUEÑA MINERIA TRADICIONAL DEL
CARBON EN LA PROVINCIA DE UBATE EN EL MUNICIPIO DE CUCUNUBA
MICRO CUENCA QUEBRADA PUEBLO VIEJO.**

NELSON JAVIER VARELA ALONSO

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOQUIMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERÍA AMBIENTAL
BUCARAMANGA**

2013

**DIAGNOSTICO, EVALUACION Y FORMULACION DEL PROCESO DE
PRODUCCION SOSTENIBLE DE LA PEQUEÑA MINERIA TRADICIONAL DEL
CARBON EN LA PROVINCIA DE UBATE EN EL MUNICIPIO DE CUCUNUBA
MICRO CUENCA QUEBRADA PUEBLO VIEJO.**

NELSON JAVIER VARELA ALONSO

Monografía para optar el título de
Especialista en Ingeniería Ambiental

DIRECTOR:

ESP. RICHARD DIAZ GUERRERO

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIA FISICOQUIMICA
ESCUELA DE INGENIERIA QUÍMICA
ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERÍA AMBIENTAL
BUCARAMANGA**

2013

DEDICATORIA

A mi familia por su apoyo y Fortaleza, y que Dios los bendiga con salud y nos sigan acompañando.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	22
1. DIAGNOSTICO DE LA MINERA DE CARBON EN LA MICROCUENCA DE PUEUEBLO VIEJO MUNICIPIO DEUCUCUNBA.	23
1.1. GENERALIDADES DEL MUNICIPIO DE CUCUNUBA.....	23
1.1.1. Área y división político administrativa.	24
1.1.2. Aspectos demográficos.....	26
1.2. MINERIA DEL CARBON EN EL MUNICIPIO.....	30
1.2.1 Aspectos generales.	30
1.2.2. LEGALIDAD MINERA EN EL MUNICIPIO.....	31
1.2.3. SEGURIDAD INDUSTRIAL MINERA.....	37
1.2.4 IMPACTO AMBIENTAL	38
2 MICROCUENCA DE PUEBLO VIEJO AREA DE ESTUDIO.	44
2.1 GENERALIDADES.	44
2.2 CARACTERISTICAS CLIMATICAS.....	45
2.2.1 Temperatura.	45
2.2.2 Precipitación.	46
2.2.3 Vientos.....	47
2.2.4 Balance Hídrico.....	47
2.2.5 Hidrografía del Área de Estudio.	49
2.2.6 Pendiente Media.	50
2.2.7 Torrencialidad.	50
2.3 SISTEMA HÍDRICO LENTICO LAGUNA DE CUCUNBA.	50
2.4 GEOMORFOLOGÍA ESTRUCTURAL.	55
2.5 UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS.	56
2.5.1 Depresiones intermontanas heterogéneas.	56
2.6 CONDICIONES GEOLÓGICAS.....	57
2.7 MORFODINÁMICA DEL ÁREA.	61

2.7.1 Afectación sobre la Actividad Económica.	62
2.8 CARACTERIZACIÓN DE SUELOS.	62
2.9 COBERTURA Y USO DEL SUELO.	66
2.10 FAUNA.	71
2.11 AVES.	72
2.12 HERPETOFAUNA.	73
2.13 ICTIOFAUNA.	73
3. LA MINERIA DEL CARBON.	74
3.1 MINERIA TRADICIONAL REFLEXION.	74
3.2 EL CARBON.	79
3.3 RESERVAS CARBONIFERAS DE LA ZONA.	80
3.3.1 Clases de carbón producido.	84
3.4 ECONOMIA DEL CARBON.	84
3.4.1 Comportamiento del Precio por Tonelada de Carbón en Boca de Mina.	84
3.4.2 Mercado Económico.	86
4. ETAPAS DE UN PROYECTO MINERO DE CARBON.	87
4.1 PROSPECCION.	87
4.2 EXPLORACION.	87
4.3 CONSTRUCCION Y MONTAJE.	88
4.4 CIERRE Y ABANDONO.	89
4.5 TIPOS DE EXPLORACIÓN SUBTERRÁNEA UTILIZADA EN LA ZONA.	90
4.5.1 Minería de Tajo Largo.	90
4.5.2 Cámara y Pilares.	91
4.5.3 Ensanche de Tambores.	94
5. ANALISIS DE LA MINERIA DE CARBON EN LA MICROCUENCA DE PUEBLO VIEJO.	95
5.1 ORDENAMIENTO TERRITORIAL.	95
5.2 UBICACIÓN DE LAS MINAS.	97
6. ANALISIS DE DOFA DEL LA MINERIA SUBTERRANEA DEL ÁREA DE ESTUDIO.	108

6.1 DEBILIDADES.	108
6.2 OPORTUNIDADES.....	108
6.3 FORTALEZAS.	109
6.4 AMENAZAS.	109
7. DIAGNOSTICO, IDENTIFICACION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES DE LA MINERIA SUBTERRANEA.	110
7.1 AIRE.	110
7.1.1 Multidetectores de Gases.	111
7.2 IMPACTOS A MANEJAR PARA EL CONTROL DE EMISIONES EN AREAS DE ALMACENAMIENTO, PATIOS DE CARBON Y ESTERILES.....	115
7.3 RECURSO HIDRICO.....	116
7.3.1 Manejo de aguas de mina. Recolección y conducción de aguas.....	119
7.3.2 Dimensiones generales para canales perimetrales.	123
7.4 CONSTRUCCIÓN, MANEJO Y MANTENIMIENTO DE CANALES PERIMETRALES.	124
7.5 SUELO Y SUBSUELO.....	126
7.6 RECUPERACION DE AREAS INESTABLES Y PROTECCION Y RESTAURACION DE TALUDES.....	134
7.7 OBRAS DE BIOINGENIERIA PARA LA RECUPERACION DE SUELOS, ESTABILIZACION DE TALUDES Y CONTROL DE EROSION.	135
7.7.1 Construcción de Trinchos en Guadua o Madera.....	135
7.7.2 Disposición de Material Esteril.	146
7.8 PAISAJE.	148
7.9 DISEÑO PAISAJISTICO Y DE REPOBLACION VEGETAL.	149
7.10 MANEJO Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS.....	152
7.11 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.	156
7.12 GESTION SOCIAL.....	159
7.13 MATRIZ DE IMPACTOS.....	166
8. PROGRAMAS PROPUESTOS PARA UNA PRODUCCION SOSTENIBLE....	168
8.1 SECTOR INSTITUCIONAL.....	168

8.1.1 Programa	168
8.1.2 Programa	168
8.2 RECURSO SUELO.....	168
8.2.1 Programa	168
8.3 MANEJO RECURSO AGUA.	169
8.3.1 Programa	169
8.3.2 Programa.	169
8.4 RESIDUOS SOLIDOS.	169
8.4.1 Programa:	170
8.4.2 Programa:	170
8.5 AIRE.	170
8.5.1 Programa	170
8.5.2 Programa	171
8.6 TECNOLOGIA.	171
8.6.1 Programa	171
8.7 DESARROLLO EMPRESARIAL.	171
8.7.1 Programa	171
8.8 INDICADORES DE GESTION AMBIENTAL.....	172
9. SISTEMA DE AUTOCONTROL EN LA EXPLOTACION MINERA	
SUBTERRANEA TRADICIONAL.....	173
10. GUIA DE PRODUCCION SOSTENIBLE.	178
11. CONCLUSIONES	184
12. RECOMENDACIONES.....	188
BIBLIOGRAFIA	189

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Ubicación General del área del proyecto.	23
Figura 2. Division politica del municipio de Cucunubá.	24
Figura 3. Columna estratigráfica formación guaduas sinclinal checua- lenguazaque.	60
Figura 4. Mapa geológico de la Subzona carbonífera.....	81
Figura 5. Subzona carbonífera Checua- Samaca.	82
Figura 6. Unidades de manejo como uso recomendado de suelo.	97
Figura 7. Ubicación de bocaminas en la microcuenca de pueblo viejo.....	98
Figura 8. Área de estudio y localización de las minas del área de estudio microcuenca pueblo viejo.	98
Figura 9. Equipo multidetector de gases para minería subterránea.....	111
Figura 10. Modelo tanque de sedimentación y neutralización de pH.....	122
Figura 11. Modelo de aireador de cascada y estabilización de pH.	123
Figura 12. Modelo de las cascadas de aireación y sistema de Desarenador.	125
Figura 13. Regevetalización de botaderos.....	148
Figura 14. Plantación en suelo.....	152
Figura 15. Señalización de los recipientes para basura de acuerdo al tipo de material.	154
Figura 16. Características técnicas generales del tanque séptico para 10 a 14 usuarios.	158
Figura 17. Características técnicas generales de trampa de grasas para 10 a 14 usuarios.	159

LISTA DE GRÁFICAS

	Pág.
Gráfica 1. Distribución porcentual - Distribución de uso de suelos del municipio de Cucunubá.	25
Gráfica 2. Aspectos Socio demográficos: Distribución Población Urbana Y Rural Municipio Cucunubá.	27
Gráfica 3. Distribución de la Población por Grupo Etereo.....	28
Gráfica 4. Pirámide Poblacional Municipio Cucunubá Año 2007.	29
Gráfica 5. Producción por tipos de carbón.....	30
Grafica 6. Estado legal de la minería.	31
Gráfica 7. Distribución de la minería por veredas.	32
Gráfica 8. Localización de Bocaminas Municipio de Cucunubá.....	33
Grafica 9. Distribución de la minería por su tamaño.	34
Gráfica 10. Antigüedad de las explotaciones.	35
Gráfica 11. Distribución de la minería por grado de tecnificación.	35
Gráfica 12. Control de gases.	37
Gráfica 13. Tipo de ventilación minera.....	38
Gráfica 14. Impacto ambiental.	39
Gráfica 15. Recurso Agua – Municipio de Cucunubá.	42
Gráfica 16. Recurso Vertimientos – Municipio de Cucunubá.	42
Gráfica 17. Temperatura – Municipio de Cucunubá.....	45
Gráfica 18. Precipitación – Municipio de Cucunubá.....	46
Gráfica 19. Balance hídrico estación Carrizal.	48
Gráfica 20. Balance hídrico estación Novilleros.....	49
Gráfica 21. Comportamiento del precio por tonelada de carbón en boca de mina en la microcuenca de pueblo viejo.....	85
Gráfica 22. Comportamiento del crecimiento del número de frentes de explotación de bocaminas en la microcuenca de pueblo viejo.....	85

Grafica 23. Distribución Porcentual - Programa De Salud Ocupacional en la microcuenca de pueblo viejo Municipio de Cucunubá	99
Grafica 24. Distribución Porcentual - Tenencia de la Propiedad en la microcuenca de pueblo viejo Municipio de Cucunubá	100
Grafica 25. Distribución Porcentual - Tipo de Organización Empresarial en la microcuenca de pueblo viejo Municipio de Cucunubá.	100
Gráfica 26. Distribución Porcentual – Suspensión.	101
Gráfica 27. Distribución Porcentual Multidetector en la microcuenca de pueblo viejo Municipio de Cucunubá.	101
Gráfica 28. Distribución Porcentual - Tipo de Ventilación.	102
Gráfica 29. Distribución Porcentual - Distribución Por Tamaño.	102
Gráfica 30. Distribución Porcentual - Método De Explotación en la microcuenca de pueblo viejo Municipio de Cucunubá.	103
Gráfica 31. Distribución Porcentual - Tipo De Energía Utilizada en la microcuenca de pueblo viejo Municipio de Cucunubá.	104
Gráfica 32. Distribución Porcentual - Tipo De Energía Para El Malacate en la microcuenca de pueblo viejo Municipio de Cucunubá.	104
Gráfica 33. Distribución Porcentual - Tipo De Energía Del Compresor en la microcuenca de pueblo viejo Municipio de Cucunubá.	105
Gráfica 34. Manejo De Estériles en la microcuenca de pueblo viejo Municipio de Cucunubá.	106
Gráfica 35. Distribución Porcentual del Manejo De Aceites en la microcuenca de pueblo viejo Municipio de Cucunubá.	106
Gráfica 36. Distribución Porcentual - Uso De Madera Para Apuntalamiento en la microcuenca de pueblo viejo Municipio de Cucunubá	107

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Distribución de uso de suelos del municipio de Cucunubá.	25
Tabla 2. Población Urbana y Rural por grupo Etnico y Sexo, año 2008.....	27
Tabla 3. Tipos de carbón producido en el municipio de Cucunubá.....	30
Tabla 4. Estado de legalidad minera en el municipio de Cucunubá.....	31
Tabla 5. Estado de títulos ante el Ingeominas.	31
Tabla 6. Distribución de minería por veredas.	32
Tabla 7. Estado de Labores Minera.	33
Tabla 8. Antigüedad de la minería.	34
Tabla 9. Grado de mecanización de la minería en Cucunubá.	35
Tabla 10. Seguridad industrial minera.	37
Tabla 11. Condiciones laborales.....	38
Tabla 12. Impacto ambiental.....	39
Tabla 13. Cantidad de Explotaciones – Municipio de Cucunubá.	40
Tabla 14. Grado de Tecnificación – Municipio de Cucunubá.	40
Tabla 15. Número de Hornos – Municipio de Cucunubá.	41
Tabla 16. Estado Legal Ambiental – Municipio de Cucunubá.	41
Tabla 17. Recurso Agua y Vertimientos – Municipio de Cucunubá.	42
Tabla 18. Tipo de pH – Municipio de Cucunubá.	43
Tabla 19. Cuencas Receptoras – Municipio de Cucunubá.	43
Tabla 20. Características de población del área de estudio vereda pueblo viejo. .	44
Tabla 21. Distribución por edades de la población dedicada por edades.	45
Tabla 22. Especies de árboles sembrados en la zona.....	67
Tabla 23. Especies nativas en la zona.....	68
Tabla 24. Reservas de carbón de los bloques II y III, sectores: Tausa – Cucunubá y Cucunubá – Lenguaquite.	83
Tabla 25. Reservas aproximadas de carbón en el área de estudio.	83
Tabla 26. Calidad del carbón del bloque II Cucunubá – Lenguaquite.....	84

Tabla 27. Uso de suelo del área microcuenca pueblo viejo.....	96
Tabla 28. Número De Explotaciones Mineras en la microcuenca de pueblo viejo Municipio de Cucunubá.	99
Tabla 29. Programa De Salud Ocupacional – Municipio de Cucunubá	99
Tabla 30. Tenencia de la Propiedad – en la microcuenca de pueblo viejo Municipio de Cucunubá	99
Tabla 31. Tipo de Organización Empresarial en la microcuenca de pueblo viejo Municipio de Cucunubá	100
Tabla 32. Suspensión en la microcuenca de pueblo viejo Municipio de Cucunubá.	101
Tabla 33. Multidetector en la microcuenca de pueblo viejo Municipio de Cucunubá.	101
Tabla 34. Tipo De Ventilación en la microcuenca de pueblo viejo Municipio de Cucunubá.	102
Tabla 35. Distribución Por Tamaño en la microcuenca de pueblo viejo Municipio de Cucunubá.....	102
Tabla 36. Método De Explotación en la microcuenca de pueblo viejo Municipio de Cucunubá.	103
Tabla 37. Tipo De Energía Utilizada en la microcuenca de pueblo viejo Municipio de Cucunubá.....	103
Tabla 38. Tipo De Energía Para El Malacate en la microcuenca de pueblo viejo Municipio de Cucunubá.	104
Tabla 39. Tipo De Energía Del Compresor en la microcuenca de pueblo viejo Municipio de Cucunubá.	105
Tabla 40. Manejo De Estériles en la microcuenca de pueblo viejo Municipio de Cucunubá	105
Tabla 41. Manejo De Aceites en la microcuenca de pueblo viejo Municipio de Cucunubá.	106
Tabla 42. Uso De Madera Para Apuntalamiento en la microcuenca de pueblo viejo Municipio de Cucunubá	107

Tabla 43 . Valores permisibles de gases en una mina.....	110
Tabla 44. Impactos ambientales a mejorar.	115
Tabla 45. Medidas de control de emisiones.....	116
Tabla 46. Agua y Vertimientos en la microcuenca de pueblo viejo Municipio de Cucunubá	116
Tabla 47. Contaminación de aguas superficiales y del interior de una mina.	117
Tabla 48. Impactos ambientales a mejorar.	119
Tabla 49. Manejo aguas de mina.....	120
Tabla 50. Predimensionamiento de canales perimetrales.	124
Tabla 51. Manejo de agua de escorrentía	124
Tabla 52. Impactos ambientales a mejorar.	134
Tabla 53. Control de erosión y recuperación de áreas inestables.	134
Tabla 54. Impactos ambientales a mejorar.	146
Tabla 55. Manejo y disposición de estériles.	146
Tabla 56. Repoblación vegetal y diseño paisajístico.....	149
Tabla 57. Tecnología utilizada para siembra de árboles.....	151
Tabla 58. Impactos ambientales a mejorar.	152
Tabla 59. Manejo y disposición final de residuos sólidos.....	153
Tabla 60. Impactos ambientales a mejorar.	156
Tabla 61. Control y tratamiento de aguas residuales domésticas.....	158
Tabla 62. Impactos ambientales a mejorar.	159
Tabla 63. Matriz de impactos ambientales de la minería subterránea del carbón.....	166
Tabla 64. Indicadores de gestión ambiental.	172

LISTAS DE FOTOS

	Pág.-
Foto 1. Vista Mina Semi- tecnificada.....	36
Foto 2. Mina de explotación manual artesanal.....	36
Foto 3. Hornos de Coquización empresa COLCARBON CI ubicados en la Vereda Pueblo Viejo.....	40
Foto 4. Se observa la quebrada de pueblo viejo en la desembocadura en el anillo perimetral de la laguna de Cucunubá con altos niveles de sedimentación.	54
Foto 5. Anillo perimetral totalmente sedimentado con alto riesgo de incremento en el nivel de las aguas e inundación de áreas vecinas.	54
Foto 6. Anillo perimetral desembocadura quebrada pueblo viejo donde se observa material de carbón y de arrastre de la microcuenca de pueblo viejo, con el canal perimetral totalmente sedimentado.	55
Foto 7. Tablero rudimentario de control de medición de gases en una mina subterránea.....	112
Foto 8. Sistema de ventilación eléctrico inadecuado para manejo de gases en el interior de la explotación.	112
Foto 9. Construcción de tolvas en madera para el almacenamiento de carbón y sistema de cargue por gravedad para pequeña minería.....	113
Foto 10. Construcción de tolva metálica y madera para el almacenamiento de carbón, sistema de cargue a la tolva por banda transportadora y cargue a camión por gravedad para pequeña minería.	114
Foto 11. Altos niveles de contaminación ambiental producida por los hornos de coquización al ser quemado el carbón.....	115
Foto 12. Aguas acidas contaminadas bombeadas del interior de una mina de carbón de la microcuenca de Pueblo Viejo.	117
Foto 13. Manejo inadecuado de aguas acidas contaminadas.	118
Foto 14. Manejo inadecuado de almacenamiento de aguas contaminadas y no hay ningún tratamiento, ni aireación de esta.	118

Foto 15. Modelo de tanque sedimentador y estabilización de pH.	122
Foto 16. Modelo de tanque sedimentador, aireados de cascada y estabilización de pH.	123
Foto 17. Fracturamiento y continua erosión del macizo rocoso con la generación de riesgo por caída de rocas a la explotación minera contigua a este.	126
Foto 18. Desestabilización de macizos rocosos con inminente caída de detritos.	127
Foto 19. Aparición de áreas de subsidencia.	127
Foto 20. Explotaciones mineras en áreas de alto riesgo por deslizamientos de terrenos erosivos de altas pendientes.	128
Foto 21. Deficiente disposición de estériles en terrenos con altas pendientes generando destrucción capa vegetal.	128
Foto 22. Acumulación creciente de material de desecho contaminando suelos, incremento en procesos erosivos y contaminación de cauces.	129
Foto 23. Acumulación de estériles de la explotación en terreno con pendientes mayores a 45 °.	129
Foto 24. Incremento de la erosión en áreas con altas pendientes.	130
Foto 25. Área de subsidencia por mala planificación minera.	130
Foto 26. Contaminación de suelos con aceites.	131
Foto 27. Altas pendientes del terreno y manejo inadecuado de estas con altos impactos en los procesos erosivos.	131
Foto 28. Desorden en las actividades mineras de superficie.	132
Foto 29. Se observa un recipiente de diesel colgando el cual abastece el motor, situación altamente en riesgo para el trabajador.	132
Foto 30. Deficiente disposición de estériles de la explotación.	133
Foto 31. Perfilado de taludes en forma manual, sin ninguna planeación para planes de reforestación.	133
Foto 32. Construcción de trincho en guadua para control de erosión.	137
Foto 33. Construcción de trincho en guadua en terreno de alta pendiente con su drenaje.	137

Foto 34. Sistema de terrazas.	138
Foto 35. Fase de hoyado e hincado de portería.	138
Foto 36. Fase de perfilado y conformación de la parte posterior del trincho.....	139
Foto 37. Construcción de trincho en madera de la zona.....	139
Foto 38. Resultado parcial de trincho en guadua pero falta reforestación.	140
Foto 39. Construcción de trincho en madera rolliza.....	140
Foto 40. Construcción de filtro vivo en madera rolliza.	141
Foto 41. Construcción de filtro vivo en madera perpendicular a la pendiente del terreno.	141
Foto 42. Construcción de trincho en madera para control de erosión y deslizamiento.	142
Foto 43. Construcción de trincho en madera para contención de erosión de talud	142
Foto 44. Estabilización de zona de deslizamiento.	143
Foto 45. Trincho en madera en área erosionada en una cárcava.....	143
Foto 46. Siembra de árboles nativos frente al trincho.....	144
Foto 47. Sistema de trincho en madera y orillo en terrenos con deslizamiento. ..	144
Foto 48. Conformación de control de deslizamiento, drenaje y erosión con filtros vivos, trinchos y canalización de aguas con alcantarilla de concreto.....	145
Foto 49. Construcción de filtro en piedra media songa y geotextil.....	145
Foto 50. Fallas en el almacenamiento de residuos peligrosos y deficiencias en el almacenamiento de residuos sólidos.	155
Foto 51. Inadecuado almacenamiento de madera.....	155
Foto 52. Fallas en la organización de disposición de residuos sólidos.	156
Foto 53. Construcción de unidades sanitarias de campamentos sin un adecuado sistema de tratamiento de aguas residuales.....	157
Foto 54. Malacate rudimentario con fuga de aceites contaminando suelo y agua de escorrentía.....	157
Foto 55. Deficiencias en el sistemas de protección de la bocamina, se observa taludes negativos e inestabilidad del macizo rocoso.	160

Foto 56. Deficiente información para la seguridad minera interna de la explotación minera.	160
Foto 57. Señalización de seguridad industrial minera.....	161
Foto 58. Deficiente instalaciones eléctricas al interior de la mina.	161
Foto 59. Sistema de compresores eléctrico sin una infraestructura para su protección.	162
Foto 60. Patio de acopio de carbón con fallas en el almacenamiento y mitigación de impactos, sin control de aguas de escorrentía.	162
Foto 61. Explotación minera rudimentaria, con fallas en la planeación minera e incumplimiento de la normatividad ambiental.	163
Foto 62. Interior de una mina de carbón.	163
Foto 63. Malacate tipo de diesel instalado en deficientes condiciones de seguridad industrial.	164
Foto 64. Deficiente organización en la ubicación del taller y almacenamiento de herramientas.	164
Foto 65. Infraestructura inadecuada para el cuarto del maquinas malacate diesel generando contaminación por ruido.....	165
Foto 66. Falta de planeación minera en la explotación, inexistencia de un desarrollo urbanístico y paisajístico.	165

TÍTULO: DIAGNOSTICO, EVALUACIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN SOSTENIBLE DE LA PEQUEÑA MINERÍA TRADICIONAL DEL CARBÓN EN LA PROVINCIA DE UBATE EN EL MUNICIPIO DE CUCUNUBA MICRO CUENCA QUEBRADA PUEBLO VIEJO.

AUTORES: NELSON JAVIER VARELA ALONSO

PALABRAS CLAVES: Planeación, Implementación, verificación y Retroalimentación

CONTENIDO:

El sector de la pequeña minería del carbón genera un alto grado de contaminación y afectación al medio ambiente producto del desconocimiento total de la normatividad ambiental, bajo nivel de compromiso por los empresarios, falta de planeación, implementación, verificación y retroalimentación de procesos mineros para optimizar sus actividades de extracción, deficiencias en el seguimiento y aplicación de la legislación vigente, falta del diseño de políticas empresariales y estatales efectivas en la aplicación de estándares de calidad y seguimiento a los mismos, transformación tecnológica, reconversión industrial. Es así que las actividades mineras están causando un deterioro creciente al medio ambiente, ecosistemas y al sector social a un nivel sin precedentes. El proyecto de monografía denominado diagnóstico, evaluación y formulación del proceso de producción sostenible de la pequeña minería tradicional del carbón en la provincia de ubate en el municipio de Cucunubá micro cuenca quebrada pueblo viejo tiene como objetivo realizar un diagnóstico y evaluación de los impacto de la minería tradicional del carbón y lograr desarrollar una propuesta de desarrollo sostenible para mitigar los impactos sobre el medio ambiente. En el desarrollo del estudio se definieron objetivos específicos como la delimitación del área de estudio el cual corresponde a la microcuenca de pueblo viejo municipio de Cucunubá la cual tiene un área de 1300 hectáreas, la realización de un inventario minero de 117 minas del área a investigar, la elaboración del análisis de la problemática de minería tradicional en la cuenca haciendo uso de la matriz de impactos, evaluación del componente económico de la zona minera, la evaluación de la interacción del área de explotación minera tradicional y los componentes bióticos y abióticos, el diagnóstico de los avances en licenciamiento minero ambienta, la formulación de la propuesta de desarrollo sostenible para los pequeños empresarios mineros tradicionales y finalmente la elaboración de un manual de seguimiento para la evaluación ambiental de la pequeña minería e implementación de medidas ambientales de mitigación.

* Proyecto de Grado

** Facultad de Ingeniería Físicoquímica. Escuela de Ingeniería Química. Especialización en Ingeniería Ambiental. Director: Richard Díaz Guerrero.

TITLE: DIAGNOSIS, EVALUATION AND FORMULATION OF SUSTAINABLE PRODUCTION PROCESS OF THE TRADITIONAL SMALL SCALE COAL MINING IN THE MUNICIPALITY OF CUCUNUBA LOCATED IN THE PROVINCE OF UBATE, PUEBLO VIEJO CREEK WATERSHED.

AUTHOR: NELSON JAVIER VARELA ALONSO

KEYWORDS: Planning, Implementation, Verification and feed-back

CONTENT:

The sector of traditional coal mining causes a great deal of pollution and damage to environment due to several factors as: a total lack of awareness on the environmental policy; no real commitment from the part of entrepreneurs; a lack of planning, implementation, verification and feed-back on the mining process in order to optimize the extraction mechanisms; an absence of formal mining quality standards from both government and industrialists, and deficiencies in the application and monitoring of the current policy as well as in technological and industrial innovation. As a result, damaging impact on nature and community is being stronger than ever. The aim of this monographic project is to diagnose and to assess the ecological and social impacts of traditional coal mining in a micro catchment of *Pueblo Viejo's* stream in Ubaté, a territory in the municipality of Cucunubá. In this way, we can generate a proposal regarding both a sustainable mining development and the mitigation of damage on environment. Some of the specific objectives for this research are the delimitation of the area of study which corresponds to the micro-catchment of *Pueblo Viejo's* stream in Cucunubá that is 1300 hectares big; making an inventory of the 117 mines we are going to work with; making an analysis of the traditional mining problems in this area using a matrix of impact data and taking into account the economical issues in the mining area, the interactions between traditional mining exploitation and its biotic and abiotic components, the evaluation of the progresses in implementing environmental licenses, a proposal for a sustainable development from the part of traditional mining businessmen and, finally, the design of a manual to monitor assessment and mitigation procedures in traditional coal mining.

* Work Degree

** Faculty of the Physico-Chemical Engineering. School of Chemical Engineering. Specialization in Environmental Engineering. Director: Richard Díaz Guerrero

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la minería tradicional o artesanal ha traído consigo grandes impactos ambientales, en el deterioro continuo de suelos, contaminación de aguas, erosión, deslizamientos, contaminación del aire, polución, destrucción de fauna y flora afectación a cuerpos de agua, problemática social entre otras y que el estado no ha sido eficiente en generar políticas de desarrollo sostenible para el apoyo y asesoría continua y eficaz a los pequeños productores de carbón y a la responsabilidad social y ambiental de estos empresarios, ocasionando la destrucción de ecosistemas y contaminación del sector de la microcuenca de la laguna de Cucunubá.

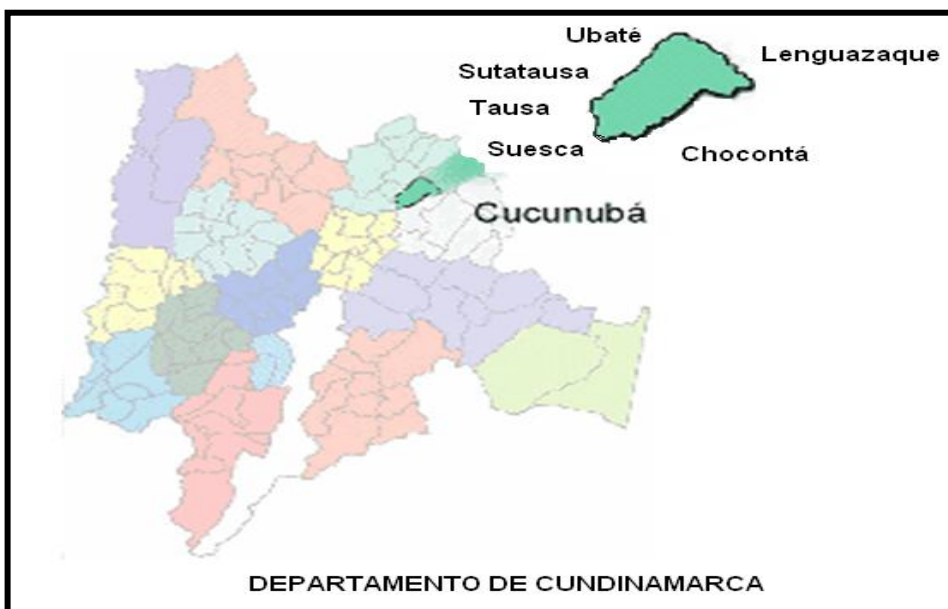
Por lo anterior en este trabajo se pretende realizar una evaluación de estos impactos y sus posibles medidas de mitigación y prevención como propuesta para ser implementados por parte de los mineros tradicionales.

1. DIAGNOSTICO DE LA MINERA DE CARBON EN LA MICROCUENCA DE PUEUEBLO VIEJO MUNICIPIO DEUCUCUNBA.

1.1. GENERALIDADES DEL MUNICIPIO DE CUCUNUBA.

Municipio colombiano perteneciente a la provincia de Ubaté en el departamento de Cundinamarca, ubicado a 2590 m.s.n.m con temperatura promedio de 14°C cuyo casco urbano se encuentra a 05° 15' 11" Latitud Norte y 73° 46' 17" Longitud Oeste. Limita al norte con La Villa de San Diego Ubaté y Lenguaque, al sur con el municipio de Suesca, al oriente con los municipios de Suesca y Lenguaque y al occidente con los municipios de Ubaté, Sutatausa y Tausa. Su extensión territorial es de 112 km² de los cuales 1.12 km² son área Urbana y 110.8 km² área rural.

Figura 1. Ubicación General del área del proyecto.



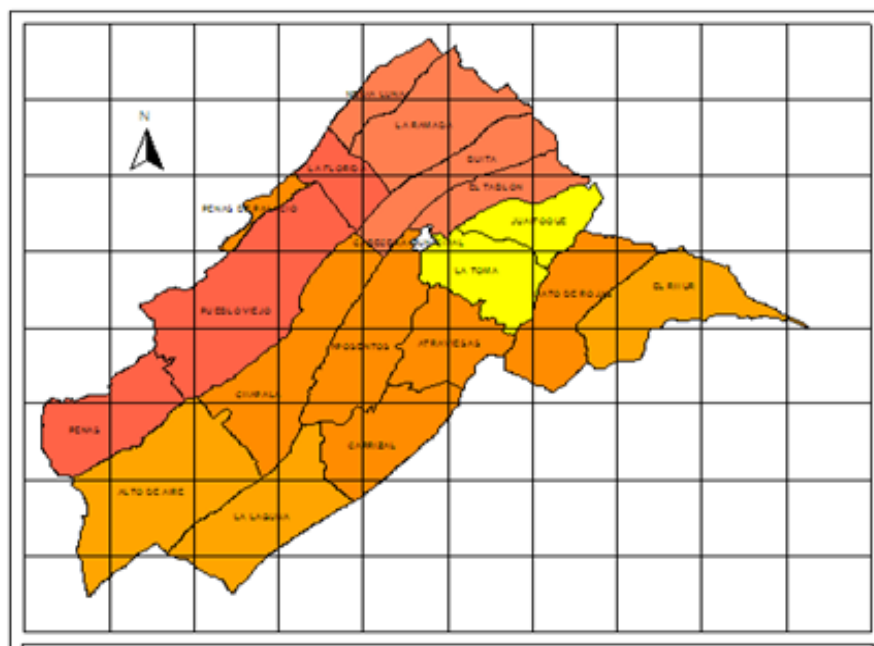
Fuente: El Autor

1.1.1. Área y división político administrativa.

El territorio municipal dada su división política, está constituido por la cabecera municipal y 18 veredas: Alto de Aire, Aposentos, Atravesas, Buita, El carrizal, Chápala, El Rhur, El Tablón, Hato de Rojas, Juaitoque, La Florida, La Laguna, La Ramada, La Toma, Media Luna, Peñas, Peñas de Palacio y Pueblo viejo. Cucunubá –limita por el norte con los municipios de Ubaté y Lenguaque, por el este con Lenguaque y Suesca, por el sur con Suesca y por el oeste con Tausa, Sutatausa y Ubaté. El municipio pertenece al círculo notarial, a la oficina seccional de registro y al circuito judicial de Ubaté, corresponde a la circunscripción electoral de Cundinamarca.

El territorio es relativamente montañoso, parte de él está comprendido en el Valle de Ubaté, de relieve plano y otra parte corresponde a áreas montañosas con alturas superiores a los 3200 m.s.n.m, con sectores muy afectados por la erosión.

Figura 2. División política del municipio de Cucunubá.



Fuente: El Autor

El área total del municipio de Cucunubá, el uso de suelo se distribuye de la siguiente manera:

Tabla 1. Distribución de uso de suelos del municipio de Cucunubá.

ZONAS	Km2
Conservación de suelos y restauración ecológica	2926.56
Protección de los recursos naturales	1703.52
Protección de los recursos naturales(propuesta área recogida)	405.44
Protección hídrica	210.56
Desarrollo económico con restricciones	2770.88
Desarrollo económico sin restricciones	1526.56
Desarrollo minero	1629.6
Suelos urbanos	26.88
Total	112

Fuente: IGAC

Gráfica 1. Distribución porcentual - Distribución de uso de suelos del municipio de Cucunubá.



Fuente: IGAC

En la zona se presentan geoformas de origen denudacional, que son principalmente geoformas de acumulación, es decir, formas deposicionales alóctonas (coluviones, terrazas) o residuales como procesos de alteración; La región se encuentra ubicada en el área correspondiente a la zona central de la geología Colombiana, la cual está constituida por las cordilleras oriental y central, la primera la más joven de las tres cordilleras, es el resultado del plegamiento durante el mioceno y posterior levantamiento a través de cabalgamientos con dirección suroeste- noroeste en el plio-pleitoceno, evento conocido como Orogenia andina; Esta cordillera, constituye una cadena montañosa de rocas paleozoicas y mesozoicas de plegamiento intenso y muy falladas, con algunas intrusiones de cuerpos graníticos y diapiros salinos. A lo largo de ella se encuentran macizos rocosos de edad precámbrica y paleozoica distribuidos de sur a norte con los nombres de: Macizo de Garzón, Macizo de Quetame, Macizo de Floresta y Macizo de Santander. Los aspectos sísmicos del subsuelo con referencia a lo establecido en la norma NSR 10 la zona se encuentra clasificada como de riesgo sísmico intermedio con coeficiente de aceleración de 0.20.

La categoría del municipio es sexta con código DANE N° 25224, según el censo de 2005 el número de personas que habitan en el municipio son 6777 habitantes, Y estadísticas SISBEN febrero de 2008 son 7192 hab. Se encuentra así una población flotante de 415 habitantes, que se produce por la oferta y demanda de trabajo en el sector minero principalmente.

1.1.2. Aspectos demográficos.

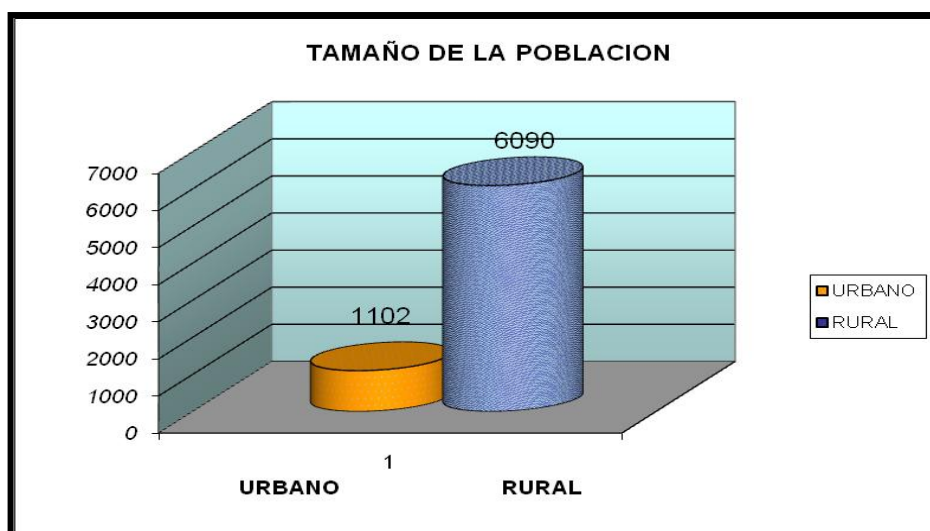
La población del municipio de Cucunubá según datos del SISBEN 2007 es de 1972 habitantes, de los cuales 1102 que corresponde al 15% habitan en zona urbana y 6090 que corresponde al 85% habitan en zona rural, la totalidad de población del municipio está representada por 3696 hombres correspondiente al 51% y 3496 mujeres correspondiente al 49%.

Tabla 2. Población Urbana y Rural por grupo Etareo y Sexo, año 2008.

PROVINCIA	MUNICIPIO	TOTAL HABITANTES	ZONA		SEXO			GRUPOS DE EDAD				
			URBANA	RURAL	HOMBRES	MUJERES	≤14	15 A 44	45 A 59	>60		
UBATE	CUCUNUBA	7.192	1.102	6.090	3.615	3.577	509	466	1587	3158	788	684

Fuente: Sisben 2008.

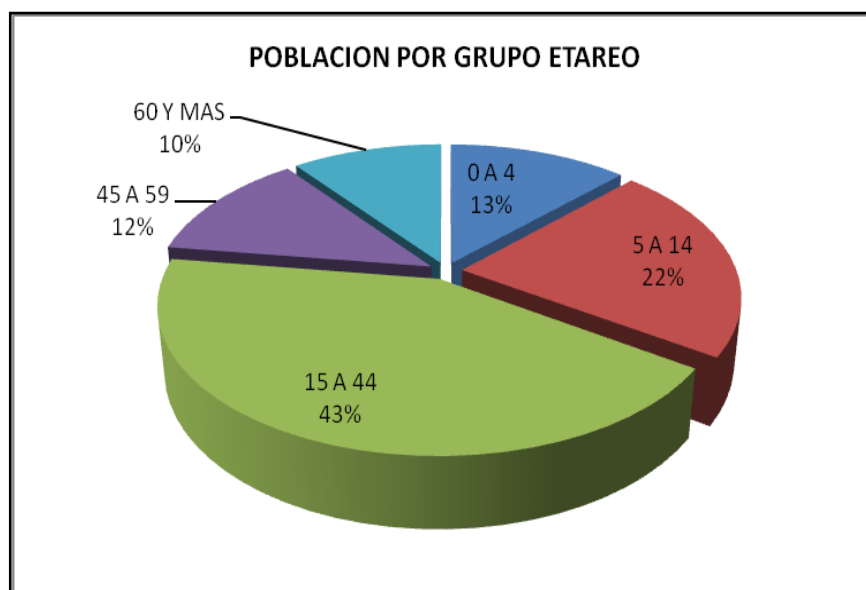
Gráfica 2. Aspectos Socio demográficos: Distribución Población Urbana Y Rural Municipio Cucunubá.



Fuente: Sisben 2007.

La tasa de crecimiento de la población es de 1,23 % anual. La población económicamente activa corresponde al 44.3% de los habitantes y se ubica entre los 15 y 44 años.

Gráfica 3. Distribución de la Población por Grupo Etareo.

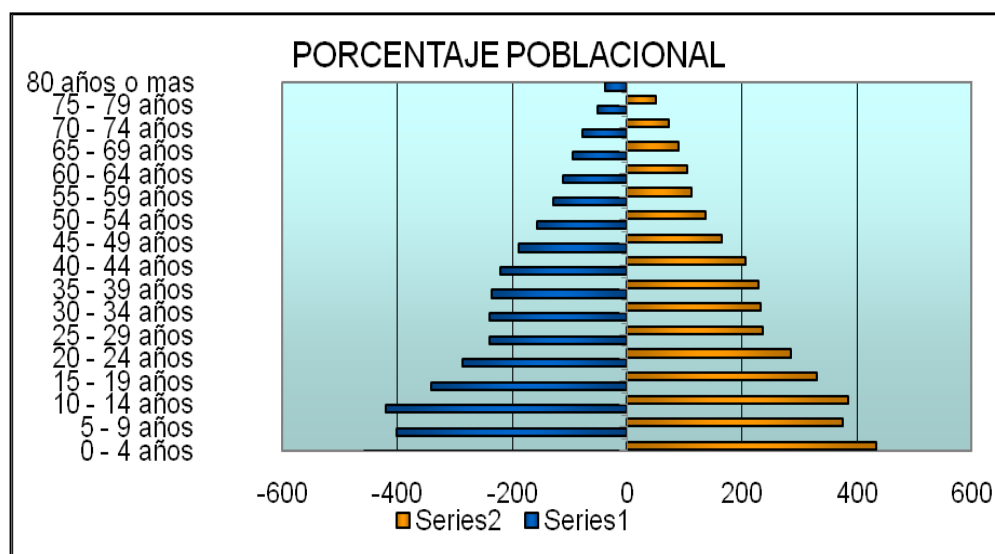


Fuente: Sisben 2007.

En la Gráfica No. 3 se observa la distribución por grupo Etareo de la población por edades, encontrando 509 menores de un año; entre 1y 4 años hay 466 personas; entre 5 a 14 1587 equivalente al 22%; entre 15 y 44 existen 3158 con un porcentaje del 43%; entre 45 y 59 corresponde un 12 % y mayores de 60 encontramos una población de 684 que sería el 10%.

La tasa de crecimiento de la población es de 1,23 % anual. La población económicamente activa corresponde al 44.3% de los habitantes y se ubica entre los 15 y 44 años, observándose un alto porcentaje de desempleo en el casco urbano. En el municipio se presenta una alta migración de los hombres a otras poblaciones y a las minas de carbón del municipio en busca de empleo. Las mujeres se dedican principalmente a las actividades del hogar, manufactura, comercio y enseñanza.

Gráfica 4. Pirámide Poblacional Municipio Cucunubá Año 2007.



Fuente: Sisben 2007.

La población es mayoritariamente infantil. La población de adultos mayores es escasa. Se presenta un leve decrecimiento en la población masculina entre los 15 y los 19 años y una discreta recuperación de los 20 a los 24 años. En general, en el género masculino existe un decrecimiento progresivo y gradual de los 25 años hacia adelante.

El decrecimiento femenino es mayor que el masculino, sin embargo, desde el nacimiento hasta los 19 años aproximadamente, las mujeres permanecen fieles a sus hogares. De los 20 años en adelante se inicia el decrecimiento progresivo en forma más acentuada.

La población económicamente activa es insuficiente para sostener a la población infantil, adolescente y adulta mayor. La esperanza de vida de los adultos mayores alcanza en forma estable los 69 años. El número de mujeres es menor que el de hombres, el crecimiento nativo se reduce y aun así, el madre solterismo es un problema social entre las adolescentes.

1.2. MINERIA DEL CARBON EN EL MUNICIPIO.

1.2.1 Aspectos generales.

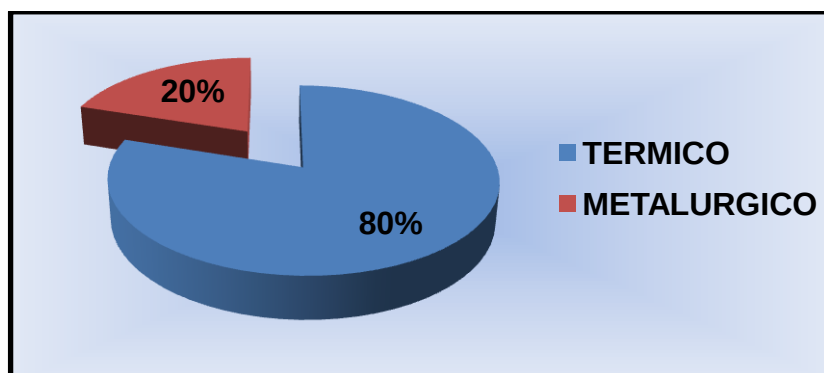
La minería del carbón es la principal fuente económica del Municipio; Según información de consultaría efectuada por la CAR en el año 2006 se cuenta con un total de 118 unidades de explotación minera pertenecientes a 37 Títulos Mineros inscritos en el Registro Minero Nacional y cuya producción es aproximadamente de 35.300 toneladas por mes con una participación del 27.02 % en el departamento ocupando el primer lugar, de estas 7.060 toneladas son carbón metalúrgico correspondiente al 20% y 28.240 son carbón térmico es decir el 80%.

Tabla 3. Tipos de carbón producido en el municipio de Cucunubá.

TIPO DE CARBON	PRODUCCION (TONELADAS)	PORCENTAJE
TERMICO	28.240	80%
METALURGICO	7.060	20%
TOTAL	35.300	100%

Fuente: UT Minería – CAR 2006.

Gráfica 5. Producción por tipos de carbón.



Fuente: UT Minería – CAR 2006.

1.2.2. LEGALIDAD MINERA EN EL MUNICIPIO.

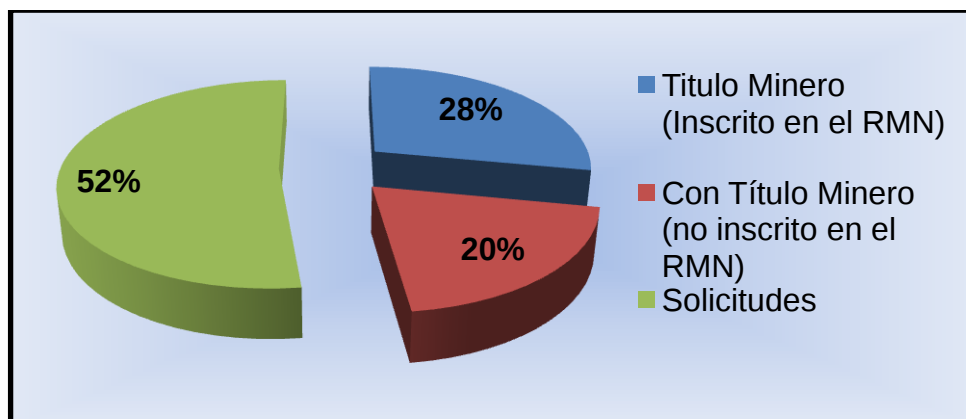
A pesar de los esfuerzos estatales para establecer la legalización minera a través de los planes sociales contemplados por la ley esta situación sigue siendo uno de los inconvenientes a nivel de los mineros tradicionales; por tanto se hace necesario la implementación de nuevos planes que permitan erradicar la ilegalidad minera y realizar un control eficiente a la evasión del pago de regalías.

Tabla 4. Estado de legalidad minera en el municipio de Cucunubá.

Titulo Minero (Inscrito en el RMN)	Con Título Minero (no inscrito en el RMN)	Solicitudes	TOTAL
39	28	73	140
28%	20%	52%	100%

Fuente: UT Minería, Convenio CAR – Gobernación de Cundinamarca 2006.

Grafica 6. Estado legal de la minería.



Fuente: UT Minería, CAR – Gobernación de Cundinamarca 2006.

Tabla 5. Estado de títulos ante el ingeominas.

TITULOS INSCRITOS EN EL REGISTRO MINERO NACIONAL	TITULOS EN PROCESO	TOTAL
39	28	67

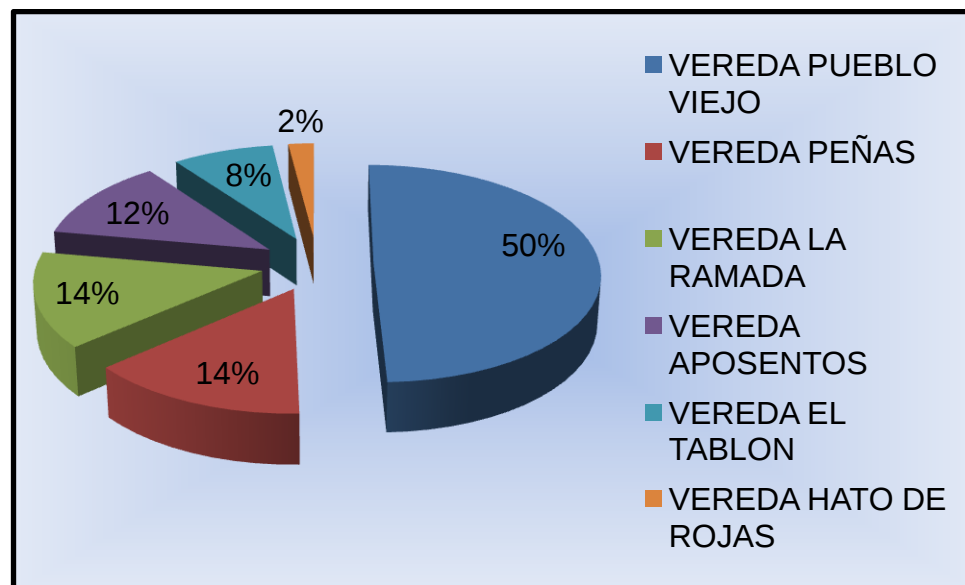
Fuente: UT Minería, CAR – Gobernación de Cundinamarca 2006.

Tabla 6. Distribución de minería por veredas.

UBICACIÓN	PORCENTAJE
VEREDA PUEBLO VIEJO	49%
VEREDA PEÑAS	14%
VEREDA LA RAMADA	14%
VEREDA APOSENTOS	12%
VEREDA EL TABLON	8%
VEREDA HATO DE ROJAS	2%

Fuente: Secretaría de Desarrollo Económico.

Gráfica 7. Distribución de la minería por veredas.

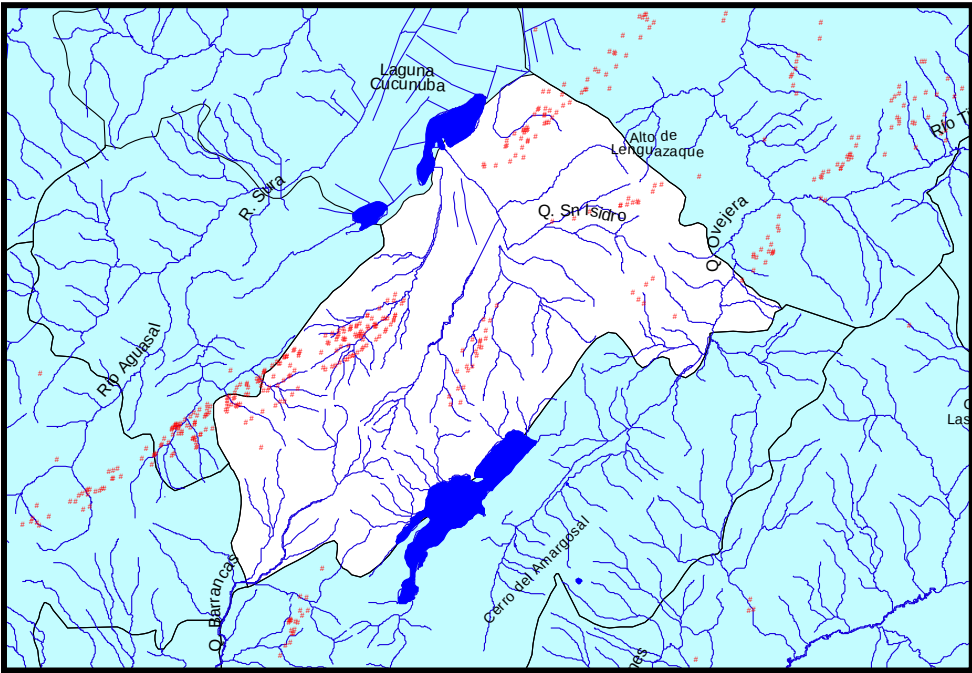


Fuente: Secretaría de Desarrollo Económico 2007.

Actualmente se explota carbón en las vereda Pueblo Viejo, Peñas, Aposentos, la Ramada, el Tablón, y Hato de Rojas y se considera que el 90% de la población del Municipio depende económicamente de esta actividad, las personas de las veredas no mineras se desplazan a las veredas en donde existe explotación para desarrollar su trabajo.

En la gráfica 8 se observa la ubicación de las bocaminas de carbón que existen en la actualidad en el municipio de Cucunubá.

Gráfica 8. Localización de Bocaminas Municipio de Cucunubá.



Fuente: Estudio.

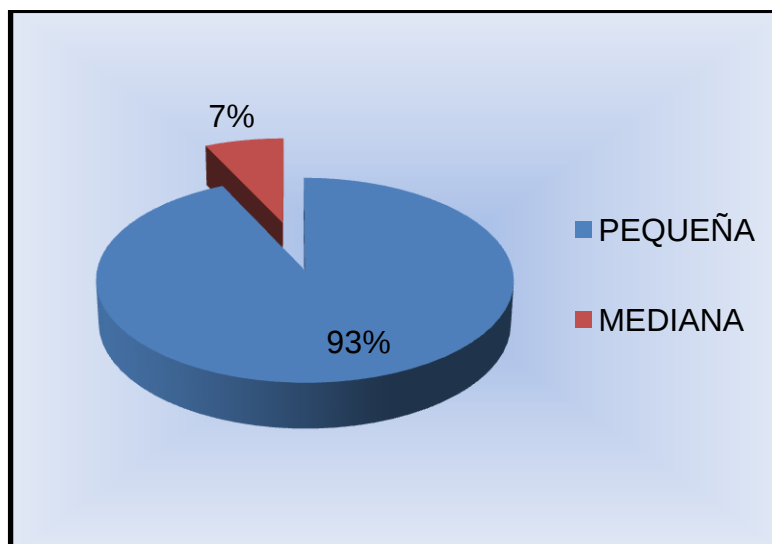
Las principales empresas y cooperativas en el municipio a las cuales se encuentran afiliados algunos empresarios mineros son **COQUECOL, MINMINER, COOCARBON LTDA, COOCARBOCUBA, COACPROCOL, COOPERATIVA DE TRABAJO ASOCIADO MINEROS DE APOSENTOS, CARBOQUIA LTDA, SOMINERA, INVERSIONES PINZON MARTINEZ, ETC.**

Tabla 7. Estado de Labores Minería.

RANGO			ESTADO DE LABORES			
PEQUEÑA	MEDIANA	TOTAL	ACTIVA	INACTIVA	ABANDONADA	TOTAL
110	8	118	112	6	0	118
93%	7%	100%	95%	5%	0%	100%

Fuente: UT Minería, CAR – Gobernación de Cundinamarca 2006.

Grafica 9. Distribución de la minería por su tamaño.



Fuente: UT Minería, CAR – Gobernación de Cundinamarca 2006.

El sector minero genera 1661 empleos directos de los cuales 166 laboran en la parte administrativa, y 1515 en la parte operativa, siendo el 97% mano de obra masculina y solo el 3% femenina. El personal contratado son personas de bajo nivel académico y cuyas labores que desempeñan son de picadores, cocheros, bomberos, reforzadores, malacateros y administradores.

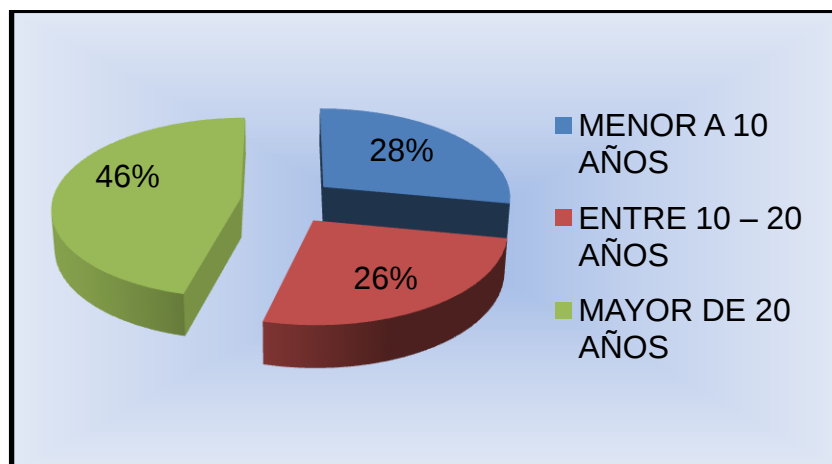
La antigüedad de las explotaciones mineras está distribuida así:

Tabla 8 Antigüedad de la minería.

Antigüedad De La Explotación	Cantidad explotaciones	Porcentaje
MENOR A 10 AÑOS	33	28%
ENTRE 10 – 20 AÑOS	31	26%
MAYOR DE 20 AÑOS	54	46%

Fuente: UT Minería, CAR – Gobernación de Cundinamarca 2006.

Gráfica 10. Antigüedad de las explotaciones.



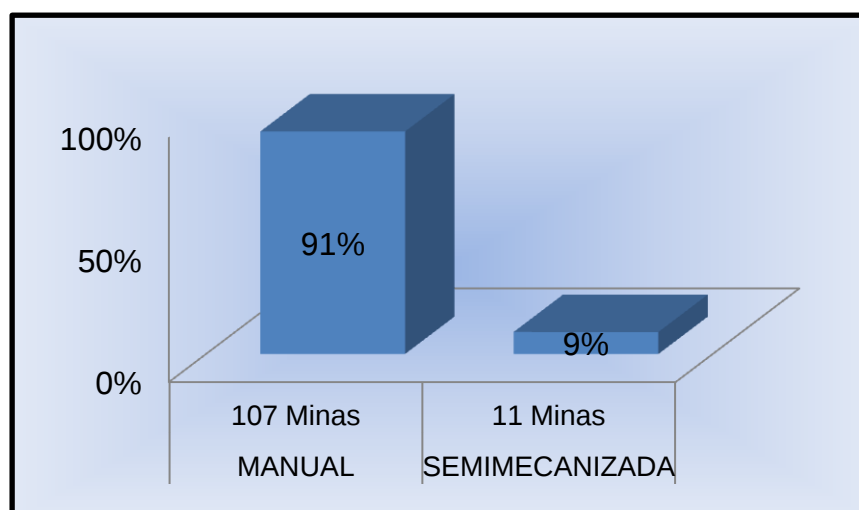
Fuente: UT Minería, CAR – Gobernación de Cundinamarca 2006.

Tabla 9. Grado de mecanización de la minería en Cucunubá.

MANUAL	SEMIMECANIZADA	TOTAL
107 Minas	11 Minas	118
91 %	9 %	100%

Fuente: UT Minería CAR 2006.

Gráfica 11. Distribución de la minería por grado de tecnificación.



Fuente: UT Minería CAR 2006.

Foto 1. Vista Mina Semi- tecnificada.



Fuente: El Autor

Foto 2. Mina de explotación manual artesanal.



Fuente: El Autor

1.2.3. SEGURIDAD INDUSTRIAL MINERA.

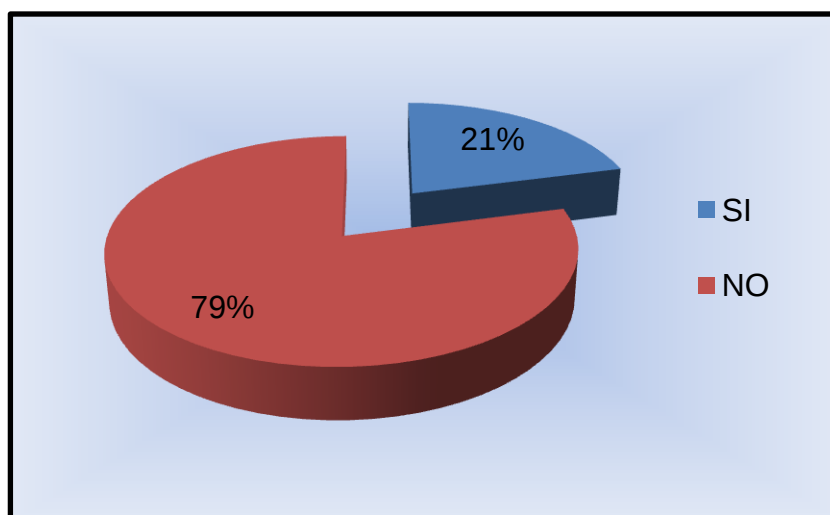
La seguridad en la minería de carbón es uno de los mayores problemas, aun encontramos explotaciones que no cuentan con seguridad social para sus empleados. Otro de los inconvenientes es la presencia de gases como Metano y Monóxido de Carbono que atentan contra la vida de los mineros. Algunas minas cuentan con equipos de monitoreo pero en su gran mayoría trabajan sin este control.

Tabla 10. Seguridad industrial minera.

DOTACION INDIVIDUOS			CONTROL GASES POR UNIDAD			VENTILACION POR UNIDAD MINERA		
SI	NO	TOTAL	SI	NO	TOTAL	NATURAL	SEMIMECANIZADA	TOTAL
1631	50	1681	25	93	118	50	68	118
97%	3%	100%	21%	79%	100%	42%	58%	100%

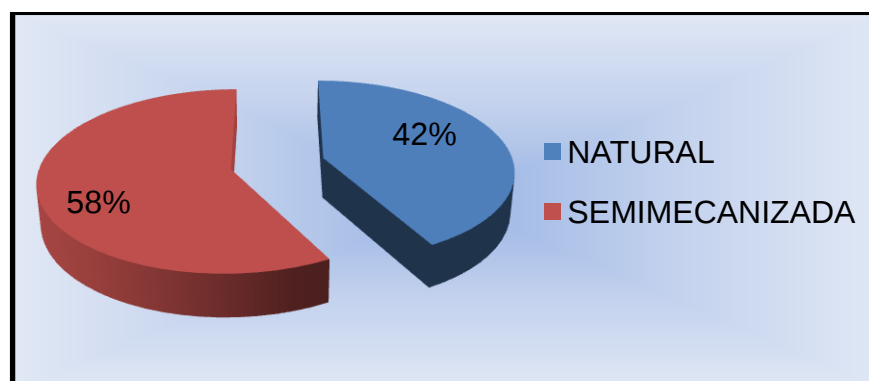
Fuente: UT Minería – CAR 2006.

Gráfica 12. Control de gases.



Fuente: UT Minería – CAR 2006.

Gráfica 13. Tipo de ventilación minera.



Fuente: UT Minería – CAR 2006.

Tabla 11. Condiciones laborales.

EMPLEADOS			SEGURIDAD SOCIAL			SEXO		
ADMINISTRACION	OPERARIO	TOTAL	SI	NO	TOTAL	FEMENINO	MASCULINO	TOTAL
166	1515	1681	1510	171	1681	51	1630	1681
10%	90%	100%	90%	10%	100%	3%	97%	100%

Fuente: UT Minería – CAR 2006.

1.2.4 IMPACTO AMBIENTAL

“El impacto se genera debido a las actividades mineras en superficie afectando el entorno de cada unidad de explotación minera, por lo general corresponde a los componentes paisaje, suelo y fuentes hídricas donde no se hace tratamiento de dichas aguas, en el área intervenida se tiene disposición desordenada en los patios de maniobra por estériles, mineral, desechos de madera, plásticos y chatarra”

Impacto ambiental leve: alteración en grado bajo causado al medio ambiente dentro del área de influencia de la explotación minera; Impacto ambiental moderado: Alteración en grado medio causado al ambiente por la explotación del

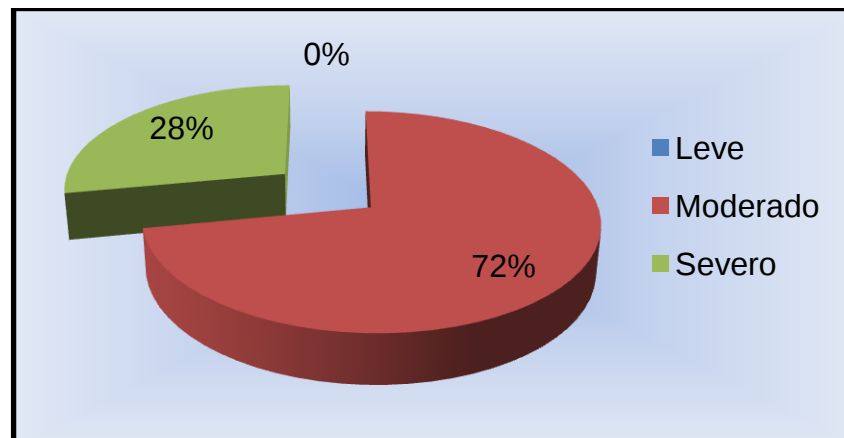
carbón, se manifiesta por el no tratamiento de agua y disposición de estériles o roca dentro del área de influencia de la unidad de explotación; Impacto Ambiental Severo: Alteración en grado alto causado sobre el medio ambiente por la explotación del carbón, se manifiesta por abandono total de las labores mineras, no has tratamiento de agua, acumulación de estériles o rocas en grandes volúmenes y existencia de elementos metálicos y desechos en proximidades a la bocamina.”

Tabla 12 Impacto ambiental.

Leve	Moderado	Severo	Total
0	85	33	118
0%	72%	28%	100%

Fuente: UT Minería – CAR 2006.

Gráfica 14. Impacto ambiental.



Fuente: UT Minería – CAR 2006.

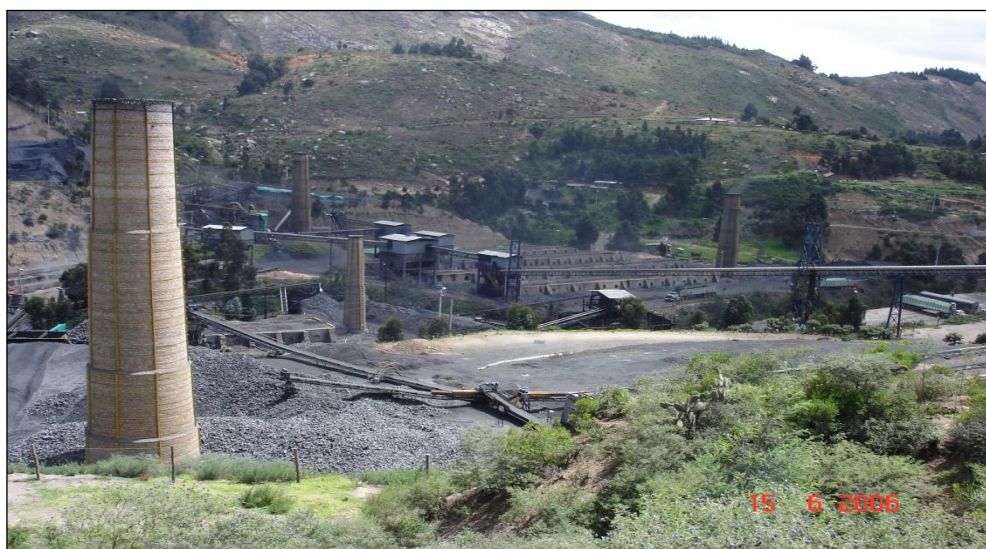
Industrialización del carbón

Encontramos la industrialización del carbón mediante el proceso de coquización muy establecido en la vereda Pueblo Viejo, en donde se han venido adelantando

construcciones de hornos, tolvas, centros de acopio, etc. propios para esta industria.

Actualmente existen 428 hornos de coquización construidos y en uso generando un alto impacto ambiental por la polución generada por la vía sin pavimentar, por el transporte de camiones, el cargue y descargue de los mismos y el mismo proceso de industrialización.

Foto 3. Hornos de Coquización empresa COLCARBON CI ubicados en la Vereda Pueblo Viejo.



Fuente: El Autor

Tabla 13. Cantidad de Explotaciones – Municipio de Cucunubá.

Bocaminas Total Censo CAR – GOV 2006	Número de Encuestas
178	118

Fuente: UT Minería 2006.

Tabla 14. Grado de Tecnificación – Municipio de Cucunubá.

Baja	Baja a Intermedia	Intermedia	Total
3	77	38	118
3%	65%	32%	100%

Fuente: UT Minería 2006.

Tabla 15. Número de Hornos – Municipio de Cucunubá.

Municipios	Cantidad de Hornos	Activos	Inactivos	En Construcción
Cucunubá	404	364	40	0

Fuente: UT Minería 2006.

Tabla 16. Estado Legal Ambiental – Municipio de Cucunubá.

Estado (Última actuación)	Cantidad
Aprueba Plan de Manejo Ambiental	0
Archivo	4
Avoca Conocimiento	0
Declara Vialidad Ambiental	1
Decreta Pruebas	2
Estable Plan de Manejo Ambiental	2
Inicia Tramita Administrativo	2
Levanta Medida Preventiva	0
Niega Viabilidad Ambiental	0
No Registra Actuación	0
Otorga Permiso	0
Recurso	0
Requerimiento	50
Revoca Sanción	0
Sancionatorio	5

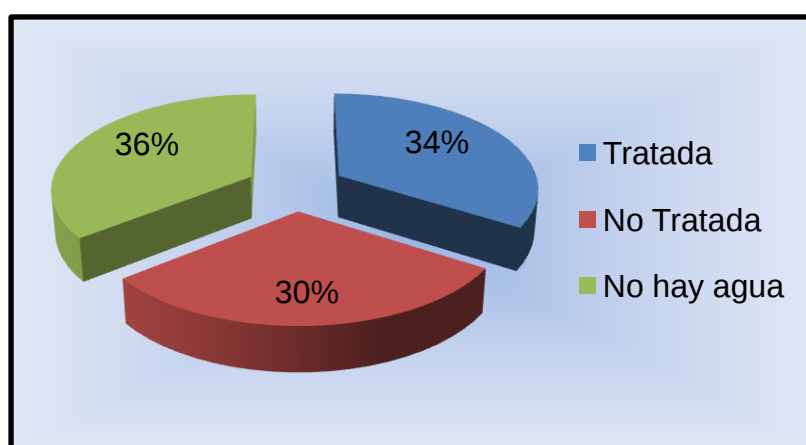
Fuente: CAR 2006.

Tabla 17. Recurso Agua y Vertimientos – Municipio de Cucunubá.

Proceso			Vertimientos				
Tratada	No Tratada	No hay agua	Total	Quebrada	Campo Abierto	Riego	Total
40	36	42	118	40	48	30	118
34%	30%	36%	100%	34%	41%	25%	100%

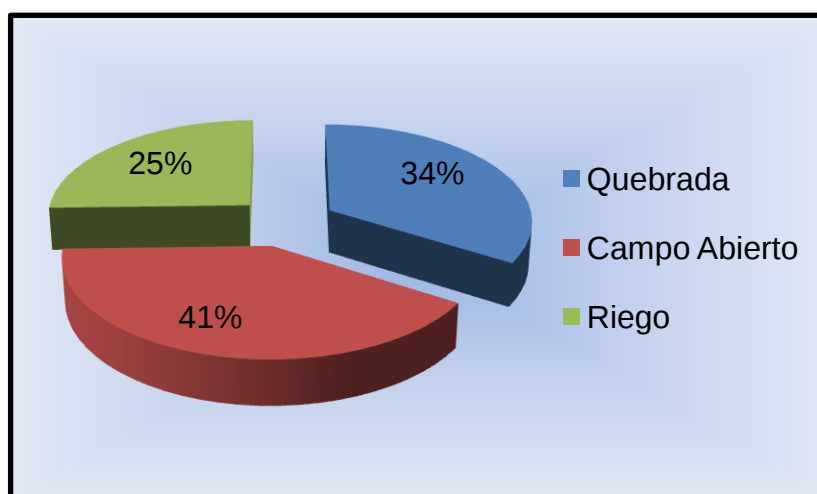
Fuente: UT Minería 2006.

Gráfica 15. Recurso Agua – Municipio de Cucunubá.



Fuente: UT Minería – CAR 2006.

Gráfica 16. Recurso Vertimientos – Municipio de Cucunubá.



Fuente: UT Minería – CAR 2006.

Tabla 18. Tipo de pH – Municipio de Cucunubá.

Ácida	Básica	Neutra	No hay agua	Total
6	17	53	42	118
5%	14%	45%	36%	100%

Fuente: UT Minería 2006.

Tabla 19. Cuencas Receptoras – Municipio de Cucunubá.

Cuenca 1 Orden	Cuenca 2 Orden	Código Cuenca	Provincias	Bocaminas	Bocaminas Total
Río Suárez	Laguna de Cucunubá	2401-04	Ubaté	123	178
Río Suárez	Río Lenguazaque	2401-05	Ubaté	9	
Río Suárez	Río Suta	2401-03	Ubaté	46	

Fuente: UT Minería 2006.

2 MICROCUENCA DE PUEBLO VIEJO AREA DE ESTUDIO.

2.1 GENERALIDADES.

La microcuenca de pueblo viejo está ubicada al noroeste del municipio de Cucunubá y está localizada a los 5°15'11" de latitud norte y 73°46'17" de longitud oeste, con una altura que varía de 2590 a 2900 metros sobre el nivel del mar. Su temperatura promedio es de 11.6 °C y la precipitación media anual es de 679 mm. Dista del área urbana del municipio en 4 kilómetros. El área en estudio es de 1460 hectáreas y limita por el norte con la vía que conduce de Cucunubá a Ubate y la vereda de la Florida, por el sur con la vereda de Peñas, por el oriente con la vereda de Chapala y por el occidente con la vereda de Palacio municipio de Sutatausa. La vereda pertenece al distrito minero de Zipaquirá DM-19.

Tabla 20. Características de población del área de estudio vereda pueblo viejo.

VEREDA	POBLACION	AREA EN Ha.	NUMERO PREDIOS	DENSIDAD Hab/Ha	NUMERO VIVIENDAS
PUEBLO VIEJO	1250	1355.92	480	1.08	248

Fuente: Sisben 2012.

En la tabla 20, se presentan las características de la población en estudio y comparada con la totalidad del municipio la vereda de pueblo viejo posee la mayor concentración de población en el área rural, esto debido a la actividad económica de la minería. Por otro lado la extensión de la vereda es la más grande comparado con las otras que conforman el municipio y corresponde al 20% del área total del municipio.

Tabla 21. Distribución por edades de la población dedicada por edades.

GRUPO POR EDADES	PORCENTAJE DE POBLACION
<20	8.9
20-30	46.7
31-40	22.2
41-50	13.3
>50	8.9

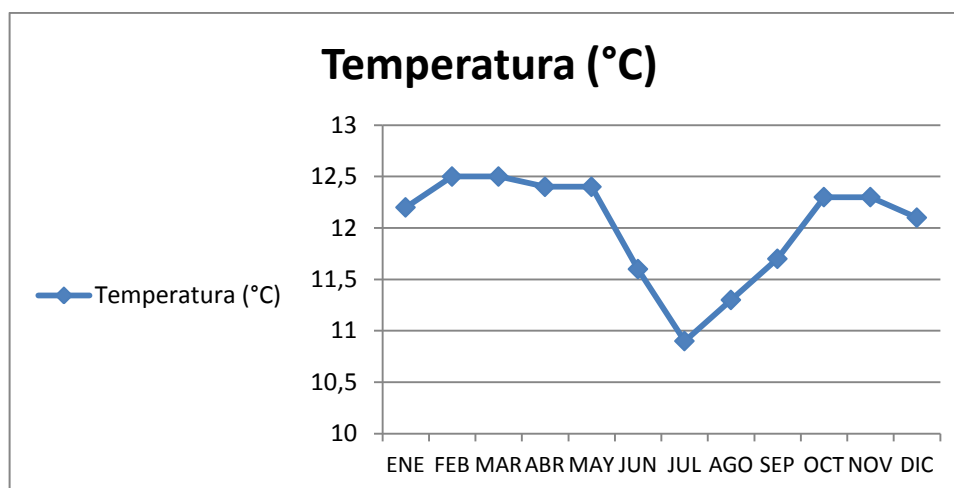
Fuente: Sisben 2012.

De la tabla 21, se observa que la mayor parte de la población se encuentra entre los 20 y 40 años, ya que es una actividad de alto riesgo y gran exigencia física.

2.2 CARACTERISTICAS CLIMATICAS.

2.2.1 Temperatura.

Gráfica 17. Temperatura – Municipio de Cucunubá.



Fuente: IDEAM.

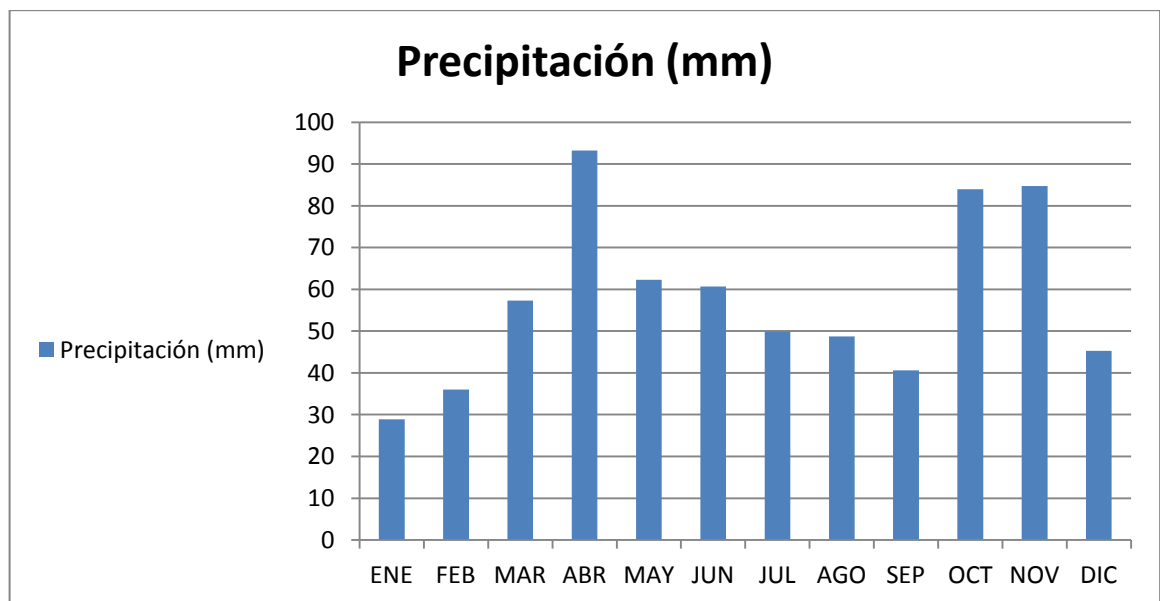
El clima del área de estudio es frío y predomina la tendencia de seco. Se presentan fenómenos de helado, de orden cíclico que son concordantes con las épocas de sequía especialmente los meses de Enero y Febrero.

La temperatura media mensual se observa en la gráfica 17, con un promedio anual de 12.4 C°.

2.2.2 Precipitación.

El área de estudio presenta un régimen de lluvias irregulares, con una distribución de tipo bimodal, presentando dos periodos de lluvia cortos con gran intensidad y dos periodos de sequía prolongados.

Gráfica 18. Precipitación – Municipio de Cucunubá.



Fuente: IDEAM.

El periodo de sequía va de Diciembre a Marzo y de Junio a Septiembre. En la gráfica 18, se presenta la variación de precipitación media mensual multianual.

El periodo de lluvias se presenta en los meses de Abril a Mayo y de Octubre a Noviembre, con un 68% del total de precipitación anual.

La precipitación media de la microcuenca es de 711 mm/año.

De lo anterior concluimos que del régimen de lluvias y sequías afectan directamente en inestabilidad de los suelos, desencadenando un efecto importante en la erosión y activación de deslizamientos.

2.2.3 Vientos.

En el área de estudio se presenta velocidades máximas de 10 m/s, correspondientes a brisa y viento fresco, los cuales no son impactos significativos. El promedio de velocidad es de 2.5 m/s, clasificado en viento suave.

La dirección de los vientos es predominante sur y sureste.

El efecto del viento tiene mayor influencia en áreas de escasa vegetación, al no poseer barreras naturales que frenen su acción, generando la debilitación de la vegetación esencialmente en la parte alta y media del área de estudio.

Otra acción del viento en la microcuenca de la vereda de Pueblo Viejo es el desplazamiento de la humedad que junto con el relieve determinan zonas de baja pluviometría.

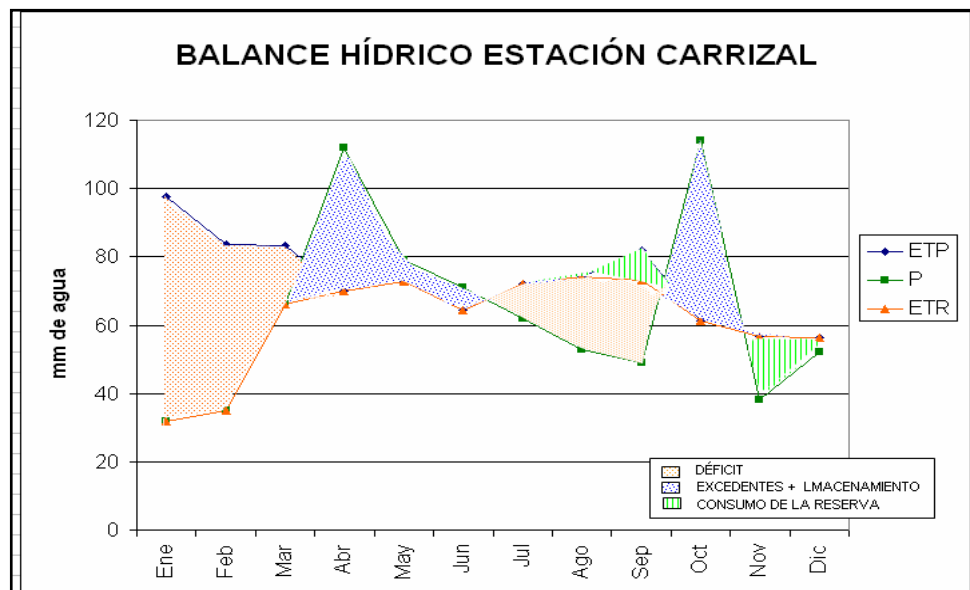
2.2.4 Balance Hídrico

De acuerdo a la estación novilleros presenta un almacenamiento de los meses de Mayo, Octubre y Noviembre; con los demás meses se presenta un déficit con un acumulado de 232.7 mm.

En la estación Carrizal, en los meses de Abril, Mayo, Junio, Julio, Octubre y Noviembre se presenta un almacenamiento de 75 mm y los demás meses del año se presenta un déficit de 205.5 mm.

De lo anterior se concluye que el área de estudio no presenta una buena cantidad de humedad para saturar el suelo, para que no se genere un almacenamiento necesario para las necesidades requeridas en la vegetación en épocas de sequía y que afecta más las partes altas y medias de la microcuenca.

Gráfica 19. Balance hídrico estación Carrizal.



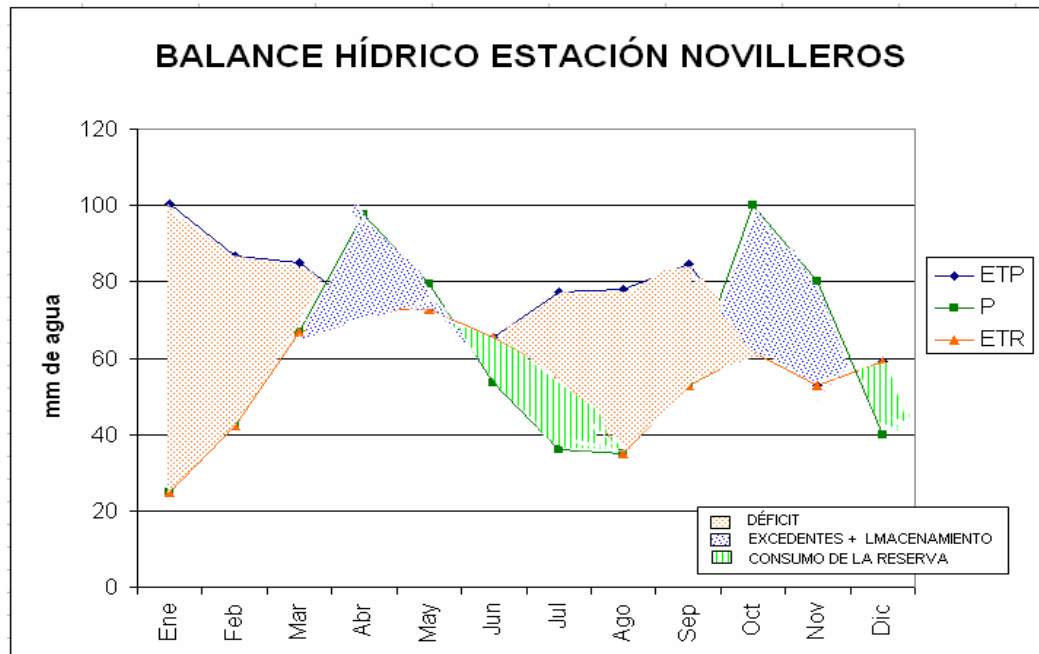
Fuente: Pomca – Úbate Suarez.

La zona de estudio es seca y es el resultado de las condiciones de abrigo de sus depresiones con respecto de los vientos del sureste, además en este sector los vientos son ligeramente más fuertes que en otros sectores influyendo en las condiciones de sequía.

La composición del suelo es arcilloso y es desfavorable para la infiltración, presentándose en las épocas de invierno grandes, aumento de caudal de la quebrada Pueblo Viejo y un gran transporte de sedimentos generando inundaciones en la zona plana y sedimentación de la laguna de Cucunubá.

Por otro lado la alta pendiente y altos escarpes de las montañas, ha incidido en los procesos erosivos, los cuales son bastante activos con consecuencias ambientales negativas.

Gráfica 20. Balance hídrico estación Novilleros.



Fuente: Pomca – Úbate Suarez.

2.2.5 Hidrografía del Área de Estudio.

La microcuenca presenta un tipo de drenaje donde predomina el dicotómico característico de las formaciones misceláneas con presencia de rocas duras, blancas y cambian de pendientes.

Presenta una gran densidad de corrientes de carácter intermitente que desfavorecen en verano, presenta un sistema de drenaje dendrítico en la parte superior de microcuenca y subparalelo en los nacimientos principales.

La microcuenca de la quebrada Pueblo Viejo se extiende desde su nacimiento a 3.200 m.s.n.m. hasta su desembocadura en la laguna de Cucunubá, en la cota 2.540 m.s.n.m.

La forma de la cuenca es oval rectangular con índices de concentración hidrológica moderadamente alto, con una coeficiente de compacidad (K_c) de 1.38. Por otro lado esta microcuenca tiene una forma ovalada a oblongas, indicando un tiempo de concentración más bajo, lo cual aumenta la probabilidad de crecidas o crecientes.

En la parte alta y media de la microcuenca tiene una pendiente media del 30% la cual es predominante en terreno quebrado, lo cual es importante el punto de vista de la capacidad de rotura y transporte de materiales.

2.2.6 Pendiente Media.

La cuenca de quebrada Pueblo Viejo tiene una pendiente media de 30% la cual es representativa de terrenos quebrados. Este tipo de pendiente es característica de quebradas de montañas y su efecto sobre la cuenca hidrográfica es que hay generalmente arrastre de transporte de materiales, rotura y socavación.

2.2.7 Torrencialidad.

La microcuenca tiene una aptitud morfométricas de torrencialidad media, con pendientes mayores de del 20% e índices de capacidad de 1,20 y 1,40.

2.3 SISTEMA HÍDRICO LENTICO LAGUNA DE CUCUNBA.

La quebrada Pueblo Viejo tiene una longitud de 5200 metros en el área de estudio desemboca en el anillo perimetral de la laguna de Cucunubá.

Según el estudio “La regulación de la laguna de Cucunubá” efectuado por la Universidad Nacional en 1981 y partiendo de la información batimétrica realizada en los años 1962 y 1980, se establece que para 1980 la laguna conlleva con área de 1571 Km² y una capacidad de almacenamiento promedio de 6´961.448 m³ de agua; En este periodo la laguna perdió 16,4% de su capacidad debido a la caja de sedimentos y al avance de la frontera agrícola en 0,58 Km² que es el 27,1% y a la actividad minera y de forestación de las microcuencas que aporta la laguna de Cucunubá.

El área actual es de apenas 1,283 Km², es decir se ha perdido el espejo Lagunar de 1,621 Km² correspondiente al 55,8% de las condiciones en los años 1950.

Entre 1980 y 1999 perdió 18,3% ósea 0,288 Km² de su área.

Según cálculos del estudio el sistema lagunar de Cucunubá desaparecerá en 20 años dependiendo de la presión antrópica con graves consecuencias para la cuenca hidrográfica.

La Corporación Autónoma Regional realizó ensayos o muestras de laboratorio en tres sitios: Uno en el sector ambiental, sector nororiental y quebrada de San Isidro, esta información se realizó en Junio de 1999.

Alcalinidad:

Presenta valores normales.

Conductividad:

Esta cercana de 800 microsiemens/cm producto de las rocas donde está la laguna los cuales son areniscas, y aportan significativamente iones.

Los valores encontrados corresponden normalmente a ecosistemas con elevada productividad biológica.

DBO:

Los valores son bajos, lo que puede indicar un reducido grado de contaminación con materia orgánica.

DQO:

La materia orgánica de la laguna es difícil de biodegradar por las bacterias.

La materia orgánica degradada por las bacterias es mucho menor que la degradada químicamente.

Dureza Total:

Las aguas están muy mineralizadas, hay altos aportes de calcio y magnesio de la cuenca.

Ortofosfato y fósforo total:

De acuerdo a los valores se puede observar que los valores se puede observar que la quebrada está eutrofizada en valores 20,1 mg/l correspondiente a aguas híper eutróficas y la laguna está eutrofizada.

Los sedimentos almacenan grandes cantidades de fósforo.

Esta eutrofización proviene de actividades agrícolas o de aguas servidas.

El fósforo dificulta la recuperación del ecosistema ya que provoca una alta actividad de producción biológica, reflejada en crecimiento rápido de plantas acuáticas que invaden el espejo lagunar.

El Nitrógeno:

Es alto y corresponde a ambientes eutróficos (más de 2mg/L).

Los altos valores producidos por la actividad agrícola. El nitrógeno alto indica en el sistema lagunar un estado trópico elevado del sistema.

El pH está en rangos aceptables e indica condiciones neutras del agua lo cual es adecuado para un normal desenvolvimiento de la vida acuática. Las condiciones neutras indican que el sistema tiene buena capacidad amortiguadora bajo acidez y alta alcalinidad.

Oxígeno Disuelto:

Según los resultados están bajos ya que para este tipo de aguas debe ser superior a 7 mg/L.

Sólidos:

Los sólidos totales están suspendidos y disueltos son muy altos, lo cual indica que el gran aporte a los sólidos totales proviene de las sales disueltas.

Turbidez:

Esta es muy alta debido a la alta productividad planctónica que se refleja en un crecimiento elevado del fitoplancton, lo cual reduce la transparencia del agua.

Bacterias Coliformes:

Hay presencia de bacterias Coliformes especialmente las fecales, las cuales provienen de la contaminación de agua, alcantarillado o de sólidos de origen intestinal.

En conclusión hay contaminación con aguas servidas pero esta no es muy fuerte.

De lo descrito anteriormente se deduce que por el uso doméstico, el agua de la laguna tiene limitaciones que se debe hacer procesos de tratamiento de filtración

aireadas, desinfección y para el uso agropecuario con tratamientos menos complejos.

Foto 4. Se observa la quebrada de pueblo viejo en la desembocadura en el anillo perimetral de la laguna de Cucunubá con altos niveles de sedimentación.



Fuente: El Autor

Foto 5. Anillo perimetral totalmente sedimentado con alto riesgo de incremento en el nivel de las aguas e inundación de áreas vecinas.



Fuente: El Autor

Foto 6. Anillo perimetral desembocadura quebrada pueblo viejo donde se observa material de carbón y de arrastre de la microcuenca de pueblo viejo, con el canal perimetral totalmente sedimentado.



Fuente: El Autor

2.4 GEOMORFOLOGÍA ESTRUCTURAL.

El área de estudio se extiende sobre la parte norte–este (NE) del Departamento de Cundinamarca, formando parte del Valle de Ubate.

En la microcuenca cuenca se puede distinguir dos formas estructurales que son:

Las planicies aluviales aluvio-lacustres.

Las vertientes plegadas y disectadas.

Las planicies aluviales ocupan las partes bajas de la cuenca en estudio; las medianamente drenadas, y los abanicos aluviales formados a la salida de las quebradas en la planicie.

En cuanto a las vertientes, se distinguen tres clases definidas por varios aspectos, tales como material litológico, inclinación de las capas y estructuras que conforman (sinclinal Checua – Lenguaque y el anticlinal de Nemocón del Norte).

Las vertientes definidas son: vertientes homoclinales en forma de barras sobre areniscas duras vecinas, subdivididas según su caracterización litológica y topográfica en depresiones homogéneas y heterogéneas, y por último, depresiones causadas por el desgaste o vaciamiento del eje del anticlinal.

2.5 UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS.

A continuación se describen las diferentes unidades geomorfológicas que caracterizan la cuenca, identificando los principales procesos morfodinámicos.

2.5.1 Depresiones intermontanas heterogéneas.

Presentan intercalaciones de capas duras y blandas, donde las más resistentes forman colinas a su interior; esta variedad litológica es la fundamentalmente caracteriza el paisaje de la unidad.

Las depresiones intermontanas se localizan entre vertientes de areniscas duras de similar buzamiento y constituye la subcuenca de la quebradas Pueblo Viejo, siendo ésta a de mayor representatividad por cuanto en ella afloran los mantos carboníferos, generando la actividad minera que ha incidido en la desestabilización de las vertientes de la subcuencas, proceso manifestado en la calidad de las aguas, el encauzamiento de éstas y el abandono de frentes de explotación con las consecuencias de tipo ambiental, económico y social que ello acarrea.

La vegetación presente es muy escasa y la cobertura da muy poca o ninguna protección al suelo; el estrato arbóreo es relativamente joven, compuesto por especies exóticas, que han sido sembradas para controlar los procesos erosivos y aprovisionamiento de madera para la entibación y mantenimiento de las minas; los estratos arbustivos y herbáceo son los predominantes y tienen la tendencia a una fisiología xerófila.

Topográficamente dominan las pendientes fuertes entre 30% a 59%, observándose que en la medida que aumenta la pendiente, disminuye el escurrimiento sub-superficial y aumenta el superficial.

En general en una unidad que presenta inestabilidad y alto poder morfogenético, por las diferentes condiciones desfavorables que la acompañan, como disposición geológica, topografía con pendientes fuertes, composición litológica y acción antrópica, con lo cual se han activado los agentes erosivos, llevando a la zona a procesos tan avanzados que hacen la región de difícil recuperación.

2.6 CONDICIONES GEOLÓGICAS.

En área de la cuenca afloran rocas sedimentarias cretáceas, terciarias y sedimentos no consolidados del cuaternario; de acuerdo con Nigrinis R., en su estudio de la cuenca carbonífera Checua-Lenguazaque (1975), las formaciones geológicas que constituyen el paisaje desde las más antiguas hasta las recientes son:

Formación Guadalupe (Kgt). Esta formación se compone de cuatro miembros: La Arenisca el Raizal, los Plaeners y Areniscas de Labor, el miembro de los Pinos y el miembro de la Arenisca Tierna.

La Arenisca Tierna aflora en el suroeste de la cuenca y se encuentra en contacto basal con la formación Guaduas; su espesor es de 257 metros. También aflora en la zona la Arenisca de Labor y Los Plaeners al sureste, con espesor de 76 metros.

El ambiente de sedimentación de la formación Guadalupe es marino y su edad se calcula que es del santoniano a maestrichtiano inferior.

Formación Guaduas (Tkg) Esta descansa concordante sobre la formación Guadalupe y está constituida por arcillolitas carbonáceas, areniscas intercaladas con mantos de carbón y un conjunto arcilloso de color violeta y rojo con vetas de carbón. Véase gráfico.

En la zona, esta unidad aflora en las cuencas de las quebradas Pueblo Viejo al suroeste. Desde el punto de vista de la geología económica minera, esta unidad es la de mayor importancia y ha sido objeto de numerosas variaciones en su definición litoestratigráfica, pero para el caso se toma la de Nigrinis R. 1975, que la divide en cinco niveles, así:

Nivel Tkg1. Se encuentra ubicado entre el techo de la Arenisca Tierna y la base de la Arenisca la Guía o Nivel Tkg2; constituido por una sucesión de arcillolitas grises, su espesor varía de 120 a 200 metros.

En la sucesión media de ese conjunto, al norte de la zona se encuentran tres niveles carbonosos; en la mitad inferior del conjunto litológico, los mantos de carbón alcanzan espesores de techo base de 0.20, 0.40 y 1.40 metros.

Nivel Tkg2. Llamado Arenisca la Guía, compuesto por bancos de arenisca cuarzosa, con intercalaciones de arcillolitas. Los mantos arcillosos constituyen el techo y el piso de los mantos de carbón, es el nivel más importante de la formación Guaduas; al noreste del área de estudio se presentan diez (10) mantos

de carbón explotables y hacia la parte sur se encuentra catorce (14) mantos de carbón igualmente explotables.

Nivel Tkg3. Corresponde a la sección sedimentaria entre el último nivel de la Arenisca la Arenisca la Guía y la base de la Arenisca la Lajosa, aflora al noreste y sureste de la zona, alcanza un espesor de 400 metros, donde se presentan mantos de carbón con espesores entre 1.50 y 2.00 metros, intercalados con shales carbonosos de poco espesor y arcillolitas grises. Hacia el sector noroeste se presenta un manto de carbón ubicado casi en la base de este nivel estratigráfico y hacia el sureste se encuentra un manto que va desde 1.20 a 3.00 metros de espesor. En el noroeste y sureste (NW-SW) se encuentran cuatro (4) mantos de carbón.

Nivel Tkg3. Corresponde a la Arenisca la Lajosa constituido por Areniscas intercaladas con shales grises de un espesor entre uno y tres metros. Se presentan mantos de carbón con espesores no mayores de 0.40 metros y parece no tener continuidad lateral; es un nivel de poco valor económico.

Nivel Tkg4. Es la secuencia más alta de la formación Guaduas y constituye la base de la Arenisca del Cacho; su composición es generalmente de arcillas grises y rojas con pequeñas intercalaciones de lentes de areniscas.

La formación Guaduas y en general todas las rocas sedimentarias que la conforman y específicamente los niveles Tkg1, 2, 3, 4 y la parte inferior del nivel Tkg5, corresponde al paleoceno inferior y el ambiente de formación es de transición marino a continental.

Figura 3. Columna estratigráfica formación guaduas sinclinal checua-lenguazaque.

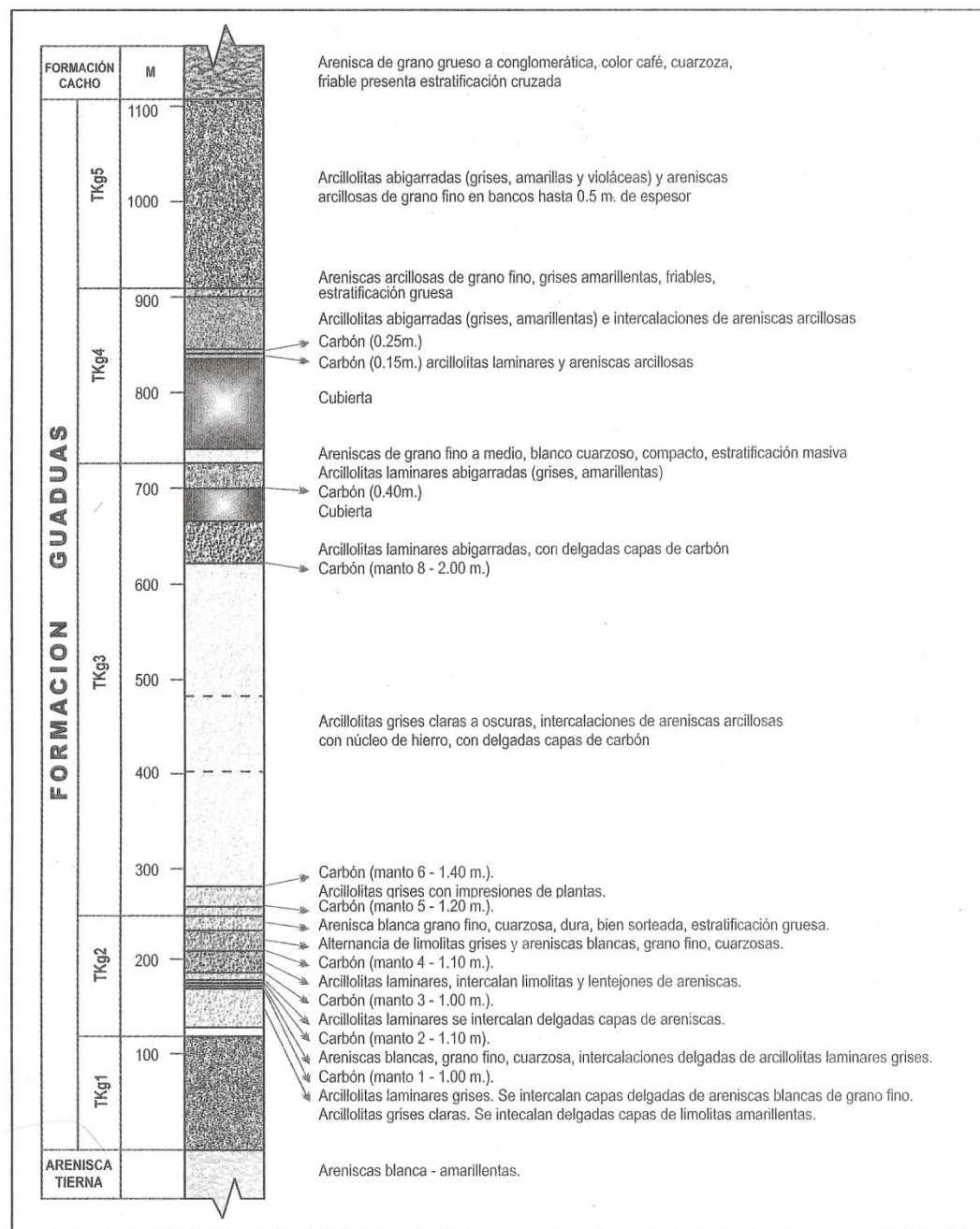


Gráfico 2.9 Columna estratigráfica formación Guaduas sinclinal Checua-Lenguazaque.

Fuente: El Autor

2.7 MORFODINÁMICA DEL ÁREA.

En la microcuenca de Pueblo Viejo el 85% del área se encuentra erosionada fenómeno que se ha acelerado debido a la explotación minera, aportando un gran volumen de carga de sedimentos a la laguna de Cucunubá.

El comportamiento morfodinámico de un área depende de los factores intrínsecos o propios del terreno y extrínsecos originados por fenómenos externos, pero que tienen incidencia directa o indirecta sobre el suelo.

Entre los factores intrínsecos se tienen la pendiente, la naturaleza de los materiales litológicos, disposición, naturaleza y propiedades físico-mecánicas de las formaciones superficiales. Se clasifican como factores extrínsecos el clima, el uso del suelo, la cobertura vegetal y la acción antrópica, entre otros.

No todos los factores mencionados son igualmente responsables del desarrollo de los procesos morfodinámicos. Por lo general, la inestabilidad de un área depende de la acción dominante de uno de los factores o de una combinación de éstos.

En el caso específico de la microcuenca de pueblo viejo, los factores que inciden son:

El clima de tendencia seca, con bajas precipitaciones y periodos largos de sequía.
La naturaleza de los materiales litológicos, con predominio de materiales blandos muy alterados en la mayor parte de la cuenca.

Las pendientes generalmente fuertes.

La baja y casi nula cobertura vegetal de algunas áreas con bajo grado de protección.

La acción antrópica, manifestada en el mal uso y manejo del suelo, inadecuada explotación del carbón y obras de infraestructura sin las adecuadas especificaciones técnicas, entre otras.

2.7.1 Afectación sobre la Actividad Económica.

La cuenca, en general presenta una elevada dinámica en lo referido a los procesos erosivos, los que causan al deterioro a los suelos del área y, por consiguiente, a los recursos naturales conexos, procesos específicos y de gran agresividad en algunos sectores de la parte media y alta de la cuenca. Las zonas más productivas corresponden a las que se encuentran en las partes altas por al grandes cantidades de sedimentos que arrastran las quebradas en épocas de lluvia, que se van depositando en éstas y en los cauces, disminuyendo su sección hidráulica.

Otra incidencia que tiene la dinámica morfogenética, es la posible extinción de los recursos hídricos superficiales, factor predominante para el desarrollo del potencial económico de la región. Actualmente la quebrada Pueblo Viejo, en los periodos de estiaje, únicamente lleva por sus cauces las aguas del desagüe de las minas.

En las épocas de avenidas, los sedimentos que transportan estas quebradas son depositados gradualmente en las partes bajas, con el cambio pendiente a la entrada del valle y directamente a la laguna de Cucunubá, hecho que ha ido colmatando el vaso de la laguna y disminuyendo el espejo de agua.

2.8 CARACTERIZACIÓN DE SUELOS.

El área de estudio presenta las siguientes unidades cartográficas de suelo:

Laderas de clima frío seco.

Se encuentran a una altitud entre 2.600 y 2.900 m.s.n.m. Son superficies de relieve ondulado, quebrado y fuertemente quebrado. Los procesos de erosión hídrica son muy activos. Se presenta erosión hídrica en surquillos, surcos y cárcavas en grado ligero, moderado, severo y muy severo. En esta posición se encuentran las asociaciones Suta y Alisal.

ASOCIACIÓN SUTA (SI).

Esta unidad se encuentra en un relieve complejo, ondulado, con pendientes de 3-7-12% y fuertemente quebrado, con pendientes 12-25 y 50% y más del 50%, en alturas comprendidas entre 2.600 a 2.800 m.s.n.m.

El clima es frío seco, con precipitación de 800 mm anuales, mal distribuida. La temperatura media anual es aproximadamente de 14 °C. Corresponde a la zona de vida bosque seco Montano Bajo (bs-MB).

El material parental se considera derivado de arcillas sedimentarias, areniscas y esquistos arcillosos. Son suelo superficiales a muy superficiales, algunos de ellos, como los del conjunto Suta, presentan horizontes argílicos, en tanto que el conjunto Isidro, que se encuentra en áreas erosionadas, tiene un epipedón ócrico. El drenaje es bueno, la retención de humedad baja y la permeabilidad lenta; esto los hace muy susceptibles a la erosión.

Hay zonas que están afectadas por erosión ligera, moderada y en ocasiones severa que se manifiesta por surquillos y en ocasiones severa que se manifiesta por surquillos y cárcavas de diferente amplitud y profundidad. También se encuentran piedras en la superficie con diámetros de 1 a 2 metros y proporción de 20 a 30%.

La vegetación, con el fin de establecer cultivos, ha sido destruida casi en su totalidad. La vegetación actual es de gramíneas y rastrojos. Los cultivos principales son el trigo, la cebada, le maíz y la habichuela. La ganadería con especies de ganado lanar y vacuno ocupa un lugar secundario dentro de las explotaciones de esta asociación.

MISCELÁNEO EROSIONADO (ME).

Esta unidad se encuentra en las laderas ubicadas a una altitud comprendida entre 2.600 a 2.900 m.s.n.m. El relieve es complejo, ondulado, con pendientes de 3-7-12% y fuertemente quebrado, con pendientes 12-25-50%.

El clima es frío seco, con precipitaciones que oscilan alrededor de 800 mm, mal distribuidas. La temperatura promedio es de 14 °C, aproximadamente.

Esta unidad corresponde a suelos del conjunto Suta (Udic Haplustalf), que han sufrido erosión muy severa. La erosión, por lo general, es hídrica, en cárcavas profundas, característica principal de esta unidad.

En general, todas las clases y grados de erosión se encuentran en esta unidad. Existen sectores con erosión laminar, en surquillos o cárcavas, en grado de severo a muy severo.

Los suelos originales, en algunos sitios, han perdido el horizonte A; en otros, tanto el horizonte A como el horizonte B. Pequeños sectores (menores del 10%) no se han erosionado o tienen erosión ligera; éstos se utilizan para cultivos o pastos.

Han influido en la erosión d estos suelos factores como el drenaje externo de esorrentía, la pendiente, la baja infiltración, los aguaceros intensos de corta

duración, la tala de la vegetación, el mal uso y manejo de los suelos y la actividad minera.

La vegetación natural ha sido completamente destruida. En áreas planas o ligeramente planas se encuentran pequeñas parcelas de trigo, cebada y maíz. En algunos sitios de pendientes fuertes, la CAR viene, desde hace más de 15 a 20 años, tratando de utilizar estos suelos con plantaciones de pino y eucaliptos, con resultados poco halagüeños.

ASOCIACIÓN ROPAGUATÁ (RO).

Retomado y ajustado de la descripción de la asociación (conjuntos y perfiles) del “Estudio general de suelos Viracachá y otros municipios”, realizado por el IGAC, en 1978.

Esta asociación se encuentra en las laderas de montañas, de relieve quebrado y escarpado, en altitudes comprendidas entre 2.200 y 2.600 m.s.n.m., con un clima frío seco.

Los suelos se han derivado de diferentes materiales geológicos, constituidos principalmente por areniscas, con intercalaciones de lutitas y arcillas grises.

En las áreas de pendientes fuertemente quebradas y escarpadas, se encuentran suelos superficiales; la profundidad efectiva está limitada por roca, que da lugar a los grupos líticos. Hacia las áreas de menor pendiente o hacia los pequeños descansos de la ladera, es común encontrar suelos profundos del subgrupo de los Entic Dystropept; algunos son de perfil (A-B-C) como en el caso de los Ustic Dystropept.

Las pendientes fuertes, la deficiente cobertura vegetal, la baja retención de humedad y la baja velocidad de infiltración, debido a la pendiente, han contribuido para que en algunos sectores se presente la erosión hídrica en grados ligero a moderado. Es frecuente encontrar ciertas áreas con abundantes fragmentos rocosos de diferentes tamaños.

La vegetación ha sido destruida en gran parte. Se presentan algunas especies como hobo, jarillón, sauce, borrachero y gramíneas. En pequeños sectores se cultiva papa.

2.9 COBERTURA Y USO DEL SUELO.

PASTOS SEMIINTERVENIDOS (P2).

Corresponde a la ganadería semitecnificada, donde utilizan abonos y fertilizantes para el desarrollo de los pastos, como también cuidado y tratamiento adecuado al ganado, en cuanto se refiere a vacunas, complementación de la alimentación con concentrados, baño y cepillado; el ordeño es manual y la leche se distribuye en la zona.

RELICTUS DE BOSQUE NATIVO (RB).

Presenta cuatro estratos y corresponde a una formación muy antigua, donde se pueden diferenciar las especies nativas y exóticas, distinguiéndose las siguientes:

Tabla 22 Especies de árboles sembrados en la zona.

NOMBRE COMÚN
Cedrito de tierra fría
Arrayán
Laurel de Cera
Eucalipto
Pino
Sauce

Fuente: UMATA Cucunubá.

En algunos sectores de las partes altas de la cuenca, se observa un cordón de vegetación que rodea a los suelos, erosionados en su mayor parte; allí se encuentra un número muy reducido de especies nativas como chilco, hayuelo, romero, predominando las especies exóticas como eucalipto y pino; en general esta vegetación es muy compacta. En las orillas de los cauces y canales de riego crece una vegetación heterogénea de aliso y otras especies.

BOSQUE PLANTADO (BP).

Se define como aquellas áreas sometidas a procesos de reforestación, especialmente por la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, CAR, en zonas que representaban avanzados procesos erosivos y alto deterioro de la flora y fauna asociada, las cuales son relativamente jóvenes. Aunque esta formación arbórea da la impresión de ser densa, no es así, ya que el recubrimiento del suelo es bajo.

La reforestación se ha llevado a cabo con especies como el eucalipto, coníferas, Acacia baracatinga, y A. Decurrens.

RASTROJO.

Formación leñosa con predominio de maleza, presenta de dos a tres estratos; su forma de vida dominante son las hierbas y los arbustos, los cuales han crecido en forma espontánea y se encuentran principalmente en las partes medias y altas de las vertientes de las quebradas. En esta unidad predominan especies nativas y algunas exóticas, en donde se distinguen las siguientes:

Las barbas de chivo es una especie parásita que se desarrolla principalmente sobre los arbustos y los árboles. El hoyuelo es una especie bastante agresiva, ya que crece fácilmente en áreas con condiciones desfavorables, como procesos erosivos, en tanto que el chilco es una especie menor resistencia que el hayuelo, pero también crece con gran facilidad en la cuenca, con un papel importante en las áreas en donde hay cárcavamiento propiciando el inicio procesos de regeneración de las condiciones naturales del bosque (bosque pionero).

Tabla 23. Especies nativas en la zona.

NOMBRE COMÚN
Fique
Barbas de Chivo
Cardosanto
Cactus
Chilco
Romero
Chiripique
Paja de ratón
Cucharo
Carretón
Hayuelo
Chirlobirlo

Fuente: UMATA Cucunubá.

TIERRAS EROSIONADAS.

Comprende áreas que manifiestan erosión en grado severo y muy severo; los procesos erosivos dominantes son los hídricos superficiales y van desde erosión difusa a concentrada, donde se observan cárcavas desde 0.50 m hasta 1.20 m de profundidad, zonas no aptas para el desarrollo agropecuario, vegetación muy pobre, dominando el rastrojo con pocas especies en variedad y cantidad de individuos, definiéndolas como tierras malas y en las que se ha perdido el horizonte A y B aflorando el C en un alto porcentaje de la unidad; se presentan especialmente usos de tipo minero pudiendo ser una de las causas de su estado actual.

AFLORAMIENTOS ROCOSOS (E2).

Es una unidad que por sus mismas características se encuentra desprovista de vegetación; la poca cobertura es herbácea y arbustiva; la vegetación herbácea ha crecido gracias a la presencia del liquen que cubre las rocas; la arbustiva que allí se presenta es fisurícula, es decir, crece por entre las fisuras de las rocas. Aunque es una unidad que presenta una cobertura vegetal deficiente, no tiene problemas erosivos y si los hay no son de consideración por la misma naturaleza de la roca, areniscas duras del Guadalupe y areniscas cuarzosas del Cacho, por lo tanto, el estado de conservación de esta unidad es bueno y debe conservarse en su estado natural.

BOSQUE ANDINO.

El bosque andino se extiende aproximadamente desde la altitud de la sábana 2500 (m.s.n.m.) hasta los 3.300 - 3.500 m. La fisonomía del bosque andino presenta tres estratos principales: un estrato arbóreo compuesto por dos substratos, el superior de 25 a 30 metros, y otro inferior de 15 a 18 m, este último

mezclado con palmas y helechos arborescentes; un estrato arbustivo poco denso no mayor de 5 m de altura, que en algunos casos se convierte en un estrato graminoide alto, condominio de chusques; y finalmente un estrato herbáceo y muscinal, con hierbas de diferentes especies, plántulas de las de las especies leñosas del bosque y numerosos musgos, hepáticas, líquenes y hongos. Hay, además, gran diversidad de epífitas vasculares y briofitas (Salamanca, 1984. Citado por EPAM, 1992). En los árboles y arbustos predominan las hojas mesófilas y micrófilas. La capa de hojarasca es por general gruesa. El chusque, las palmas y los helechos arborescentes se desarrollan generalmente en los claros dejados por los árboles caídos.

Desde el punto de vista florístico, se observa una selección de especies tolerantes o adaptadas a las temperaturas bajas, lo que ha implicado la formación de bosques más o menos homogéneos, dominados por una o por algunas pocas especies.

En pendientes fuertes y protegidas del viento se desarrolla un bosque andino intervenido, que corresponde a un bioma azonal denominado de vegetación quersófitica, por corresponder a suelos muy pedregosos.

Bosque artificial de eucalipto en un paisaje Colinado; al fondo, las laderas poco protegidas en las cuales la vegetación nativa se encuentra en pequeños relictos.

VEGETACIÓN DE BOSQUE SECO MONTANDO BAJO (BS - MB).

La vegetación correspondiente a esta formación ecológica existente se reduce a pequeños relictos aislados, especialmente en la parte de difícil penetración, en las cercas vivas para potreros y orillas de caños y ríos.

Entre las especies vegetales se tienen: chilca, hoyuelo, lulo, drago, mora, arboloco, dividi, pimienta, tibar, espino, paja rojiza, maguey, retamo, salvio, cerezo, mano de oso, punta de lanza, sauce, trompeto, cucharo, gaque, nogal, aliso, mortino.

VEGETACIÓN DE BOSQUE HÚMEDO MONTANO (BH – M).

Entre las especies existentes se encuentran: saúco, encenillo, colorado, frailejón, chite, paja, tunito, chusque, árnica.

VEGETACIÓN DE PANTANOS Y HUMEDALES.

Existe vegetación original en áreas con aguas permanentes o aledañas a éstas. Entre las especies sobresalen: reventadera, cardosanto, cacho de venado, junquillo, quiche, musgo, adicionalmente se encuentran: clavito, buchón de agua, bargasquillo.

Holy, mortino, arbusto que se usa como cerca viva y alimento de la avifauna; se trata de una especie introducida que se ha adaptado al medio.

Los juncos, han invadido el espejo de agua de la laguna de Palacio. Convirtiéndola en humedal.

2.10 FAUNA.

La fauna asociada al bosque andino en el área de la cuenca se encuentra disminuida debido a las grandes transformaciones realizadas por el hombre, de manera especial sobre la cobertura vegetal, lo que ha estimulado los cambios en los ecosistemas y la desaparición de nichos ecológicos dispuestos en la cuenca; adicionalmente, la explotación de carbón y las actividades propias del desarrollo

han generado el fuerte deterioro ambiental que, aunado el avance en los procesos erosivos y las difíciles condiciones atmosféricas e hídricas existentes, perturban los ecosistemas, lo cual lleva a la dramática reducción de hábitat naturales y, en el peor de los casos, origina en el desplazamiento, especialmente de aves y mamíferos, hacia otros ecosistemas fuera de la cuenca, que les aseguran su supervivencia.

2.11 AVES.

Se han reportado algunas especies para la sabana de Cucunubá, algunas migratorias del Norte y Sur América. Las especies que aún subsisten se encuentra en los bosques y rastrojos que bordean la sabana o localizados en su interior. Otras tienen su hábitat temporal o permanente en la laguna o los humedales (garzas y patos).

Algunas de éstas están en peligro de extinción o han desaparecido, debido a la caza, a la desecación de su hábitat o a las condiciones de contaminación ambiental.

Las aves correspondientes a las zonas de vida y que se reportaron en la cuenca, son el grupo faunístico con mayor diversidad biológica en especies, debido a su rápida adaptación a las modificaciones de su hábitat y a la gran variedad de éstos, en especial el principal ecosistema acuático de aguas lénticas del área y que corresponde a la laguna de Cucunubá. En el área de la cuenca las especies más comunes observadas son: mirla, copetón, fringilino, golondrina, atrapamoscas, jilguero, reinita, dentroica, troglodita, paloma, colibrí, garza y esporádicamente se puede encontrar el halcón, la lechuza y el búho.

2.12 HERPETOFAUNA.

Entre los anfibios, las especies más comunes son: *Hyla bogotensis*, *Hyla rubra*, *Hyla crepitans* e *Hyla labialis*, abundante en las lagunas y pantanos de la región.

La reptiles limitan su hábitat a las áreas de rastrojos nativos. Entre las especies de saurios más representativas se reporta el lagarto arborícola en peligro de extinción. También se reportan iguánidos.

Los ofidios están reducidos a algunas especies de culúbridos, las más importantes de las cuales son las labranceras.

2.13 ICTIOFAUNA.

La fuerte contaminación de la laguna de Cucunubá ha hecho casi desaparecer la ictiofauna nativa. En el pasado la laguna era rica en peces autóctonos como el capitán pequeño, capitán grande y la guapucha. En los decenios de los cincuenta y sesenta se introdujo la trucha y más tarde en la carpa.

3. LA MINERIA DEL CARBON.

3.1 MINERIA TRADICIONAL REFLEXION.

La minería del carbón en los últimos diez años ha tenido un vertiginoso desarrollo y consolidación comercial, además de los grandes aportes a la economía del país. Es así que las actividades desarrolladas producto de este renglón económico están causando un deterioro creciente al medio ambiente, ecosistemas y al sector social a un nivel sin precedentes en algunas áreas de explotación. Es este ensayo se expondrán las afectaciones directas e indirectas sobre el ambiente y el incumplimiento de la normatividad ambiental.

En primer lugar ecosistema definido como” El medio ambiente biológico que consiste en todos los organismos vivientes (biocenosis) de un lugar particular, incluyendo también todos los componentes no vivos (biotopo), los componentes físicos del medio ambiente con el cual los organismos interactúan, como el aire, el suelo, el agua y el sol.” El concepto anterior en el desarrollo de la actividad de la minería subterránea del carbón se ve afectado por las malas prácticas extractivas de empresarios mineros que en muchos de los casos no poseen una formación científica o profesional y solo la han adquirido de manera empírica de manera tradicional de generación en generación trayendo como consecuencia la toma de decisiones erróneas en muchos de los caso en lo referente a la preservación y restauración del ecosistema que está en el área de influencia de sus explotaciones.

Como primera medida la minería inicia sus actividades sin permisos de la autoridad minera INGEOMINAS y ambiental CAR o ministerio de Medio Ambiente desconociendo la ley 685 de 2001 y sus decretos reglamentarios y una planeación estratégica para la explotación. Por otro lado los mineros tradicionales no han

logrado legalizaren debido a factores externos como tramites demorados en las entidades responsables de viabilizar y asignar los títulos mineros y el desconocimiento de la normatividad, negligencia y falta de asesoría técnica profesional de los empresarios mineros. Es así que se deben aplicar los controles de vigilancia y fiscalización eficaces por parte del INGEOMINAS y medidas por parte de las autoridades competentes para darle cumplimiento efectivo a la legislación existente en beneficio y la protección del medio ambiente y los ecosistemas dentro del marco de una producción más limpia. Haciendo referencia a sistema nacional ambiental SINA dentro de sus principios constitucionales “la Planificación del manejo y aprovechamiento de los recursos naturales y Dominio del Estado sobre el subsuelo y los recursos naturales no renovables y las Limitaciones a la libertad económica por razones del medio ambiente” se requiere la aplicación de políticas reales de sostenibilidad para el sector minero y la articulación de las entidades del estado como del Ministerio de Minas y energía.

En primer lugar es claro que se deben evaluar, reformular y consolidar de manera articulada con las comunidades, empresarios, alcaldías, Gobernaciones, CARs, ministerio del medio ambiente, INGEOMINAS, ONGs, Ministerio de Minas, UPME los esquemas y planes de ordenamiento territorial de manera conjunta y no disgregada para que dicha herramienta constitucional la ley 388 sea efectiva y su aplicación tenga resultados contundentes en el desarrollo sostenible de las regiones. A partir del año 2012 los municipios tienen la obligación de hacer revisiones y ajustes a sus POTs siendo esta una oportunidad importante para de reorientar una política minera amigable con el medio ambiente y coincidente con el plan de desarrollo nacional que le da gran importancia al sector energético y minero del país.

Como primera medida antes de desarrollar cualquier actividad minera se debe dar cumplimiento a la normatividad solicitada por INGEOMINAS en lo referente a la aprobación de los Planes obras y trabajos y de inversiones y que en la actualidad

se realizan explotaciones sin el cumplimiento de este requisito e incluso en la fase de exploración ya se está comercializando en material extraído, se realizan actividades de construcción de vías de acceso, movimiento de tierras, talas, destrucción del bosque nativo y cobertura vegetal, impacto negativo sobre quebradas y cuerpos de agua, activación de áreas de erosión, mala disposición de estériles y escombros, y disposición de aguas servidas y residuos sólidos inadecuadamente, lo cual está generando en las primeras etapas de la actividad minera las afectaciones fuertes al medio ambiente . Es así que desde lo ambiental se debe tener en cuenta las disposiciones del decreto 1155 de 1980 normas para la exportación beneficio del carbón y el decreto 1753 de 1994 planes de manejo ambiental competencias de la CAR en pequeña y mediana minería.

Los empresarios mineros deben elaborar el plan de manejo ambiental donde se definirán técnicas y acciones de prevención, mitigación, control, corrección y compensación de impactos ambientales, que será presentado a la CAR para su aprobación donde se deben tener en cuenta las tres etapas principales que se basan en los términos de referencia como son diagnóstico, evaluación y análisis de impactos ambientales y proposición de soluciones de índole ambiental.

En esa etapa de diagnóstico de recopilación y análisis de información primaria y secundaria como las visitas de campo, registro fotográfico, fotografías aéreas, topografía identificación de especies vegetales, análisis físico químicos de aguas de la mina y quebradas aledañas, aspectos socioeconómicos y culturales, características ambientales de la zona, geomorfología, hidrología, estudios forestales, usos de suelo, mapas de cobertura vegetal, estudios de suelos, paisaje, fauna, flora, asentamientos humanos, arqueológicos son insumos importantes para la definición e implementación de un buen plan de manejo. Posterior a lo anterior se evalúan e identifican los impactos ambientales generados por la explotación subterránea teniendo en cuenta todas las actividades, procesos productivos y efectos que tienen sobre el medio ambiente mediante la aplicación

de metodologías de evaluación de la matriz de evaluación de impactos, matriz ecológica, leopold, ABC, superposición de planos y otros aplicables y de acuerdo con la normatividad vigente.

Las características de impactos de la minería están relacionadas con los bajos niveles de explotación técnica y de la falta de transferencia de tecnología, explotaciones dispersas anti técnicas con muchos pequeños mineros tradicionales no organizados en cooperativas o asociaciones, proliferación de grandes pasivos ambientales, actividades intensivas desde hace más de 50 años, zonas de explotación con altos índices de necesidades insatisfechas, alto grado de ilegalidad minero ambiental, altos niveles de material particulado generado por la mala disposición de estériles, centros de acopio y manejo de tolvas, contaminación de aguas subterráneas y superficiales, activación de procesos erosivos, generación de alto grado de sedimentación producto de la deforestación y movimiento de tierras, generación de deslizamientos por la falta de planificación en la construcción de vías, centros de acopio, e infraestructura, conflictos en usos de suelos que son invadidos por la actividad extractiva, pérdida de fertilidad de los suelos, afectación a nivel freático y nacimientos de agua cuando se desarrolla la minería en áreas de reserva hídrica o paramos, impacto sobre los componentes bióticos, desconocimiento y la no aplicación de las normas por parte de las entidades del estado, trabajo infantil e incumplimiento de la seguridad social son unas de los tanto casos de afectaciones de la minería subterránea del carbón.

Haciendo referencia al componente agua se debe dar cumplimiento a lo dispuesto en el tratamiento de aguas que son evacuadas de la mina en lo referente a calidad y la concesión de aguas que requiera esta actividad, el usos del agua y criterios de calidad. En las explotaciones se observa como común denominador la alteración de los drenajes naturales producido por la construcción de las vías de acceso a la mina y que estos trabajos son desarrollados por el operador de un retroexcavadora guiado por el propietario que no posee la formación profesional

para realizar esta labor y además no se ajustan a un plan de trabajo y diseños topográficos y viales formulados y viabilizados con anterioridad. La disposición de estériles que son extraídos de la mina son dispuestos inadecuadamente en las áreas cercanas del área de trabajo contaminando y destruyendo la cobertura vegetal e incluso tapando drenajes naturales, quebradas, situación motivada por el ahorro de costos que a la postre le representarían mayores inversiones en el cumplimiento de la normatividad y las sanciones impuestas. El agua extraída diariamente y vertida a las fuentes sin ningún tratamiento contiene sedimentos y sulfatos que afectan el medio natural para lo cual es importante la conducción y construcción de sedimentadores y de canales perimetrales para el agua de escurrimiento.

El componente biótico referente a la cobertura vegetal cercano a las zonas carboníferas de subpáramo de tipo arbustivo y arbóreo se ven afectados por la reducción del ecosistema boscoso debido a la creciente consumo de madera (eucalipto y pino) para los entibados de las minas, además del corte de árboles de otras especies para la adecuación de áreas como acopios, tolvas acabando con la microflora y microfauna existente. De acuerdo a lo anterior es indispensable de realizar los estudios de aprovechamiento forestal decreto 1791/96 y de formulación de programas de restauración ecológica de las zonas intervenidas.

Los procesos de cargue y descargue transporte de carbón, operación de maquinaria, mal manejo de combustibles afectan el componente atmosférico. Producto de la extracción se desprenden monóxido de carbono, gas carbónico, ácido sulfhídrico, metano que al superar los niveles permitidos ocasionan desastres de pérdidas humanas. Es así que es importante dar cumplimiento al decreto 1335/87 reglamento de seguridad e higiene minera subterránea y la formulación de planes de gestión de calidad para el seguimiento a estas actividades. El deterioro paisajístico es notable con la pérdida de la cobertura vegetal, erosión y cárcavas, tala indiscriminada quemas de material sobrante,

movimiento de tierras excavaciones, infraestructura abandonada sedimentación, deslizamientos de masas fenómenos de subsidencia son efectos generalizados en la minería irresponsable.

De lo expuesto anteriormente se deben diseñar programas de manejo y gestión ambiental tales como programa de manejo de aguas de mina y de escorrentía, construcción de canales perimetrales, construcción y mantenimiento de lagunas de sedimentación y almacenamiento de aguas, manejo y disposición de estériles, reubicación y recuperación de escombreras, control de erosión y recuperación de áreas inestables y protección, restauración de taludes, repoblación vegetal protectora y productora y diseño paisajístico y de repoblación vegetal, almacenamiento y transporte y manejo de carbón, manejo de vías internas y externas a la mina, manejo de residuos sólidos domésticos, construcción de sistema séptico, control de emisiones atmosféricas de los patios de carbón y estériles y ruido, gestión socioeconómica, medidas complementarias y plan de contingencia ambiental, panorama de riesgos que evalúe las consecuencias o efectos más probables que puedan ocurrir en una contingencia.

3.2 EL CARBON.

Es una roca sedimentaria, combustible, de origen orgánico compuesto principalmente de carbono, hidrogeno y oxígeno. Formada a partir de la vegetación la cual ha sido consolidada entre otros estratos de rocas para formar capas de carbón, transformadas por los efectos combinados de acción microbiana, presión y calor, durante largo tiempo.

Por otro lado es un mineral sólido, ligero negro y combustible, resultado de la combustión incompleta de los tejidos vegetales o de otros cuerpos orgánicos, cuya calidad, propiedades físicas y químicas varían según grado y edad de formación.

El carbón es una materia carbonacea fosilizadas que pasa gradualmente por una gama de variedades que van desde los lignito de baja calidad hasta las antracitas. Se ha logrado establecer parámetros que permiten clasificarlo y estos son : contenido de cenizas , material volátil, carbono fijo, contenido de azufre, poder calorífico, índice de hinchamiento, dilatometría, plastometría, análisis petrográfico, contenido y calidad de los gases.

El carbón se extrae por dos métodos uno es la minería de superficie como la realizada en el cerrejón guajira y cesar y por minería subterránea realizado en Antioquia, Cundinamarca, caldas valle del cauca Boyacá, norte de Santander.

3.3 RESERVAS CARBONIFERAS DE LA ZONA.

Con base en el tectonismo que se presenta en las regiones carboníferas de Colombia y teniendo en cuenta la evaluación de reservas de carbón en siete zonas del país, la cual tuvo que dividir la zona central en subzonas y éstas en bloques y a su vez en sectores más o menos homogéneos, se estableció que la cuenca de la laguna de Cucunubá se encuentra dentro de la primera zona Cundinamarca-Boyacá y que hace parte de la cuenca carbonífera Checua-Samacá, limitada por el río Checua al sur y por la población de Samacá al norte; a su vez, esta subzona o cuenca carbonífera se divide en cinco bloques, a saber:

Bloque I: Lenguazaque y Guachetá

Bloque II: Cucunubá y Lenguazaque

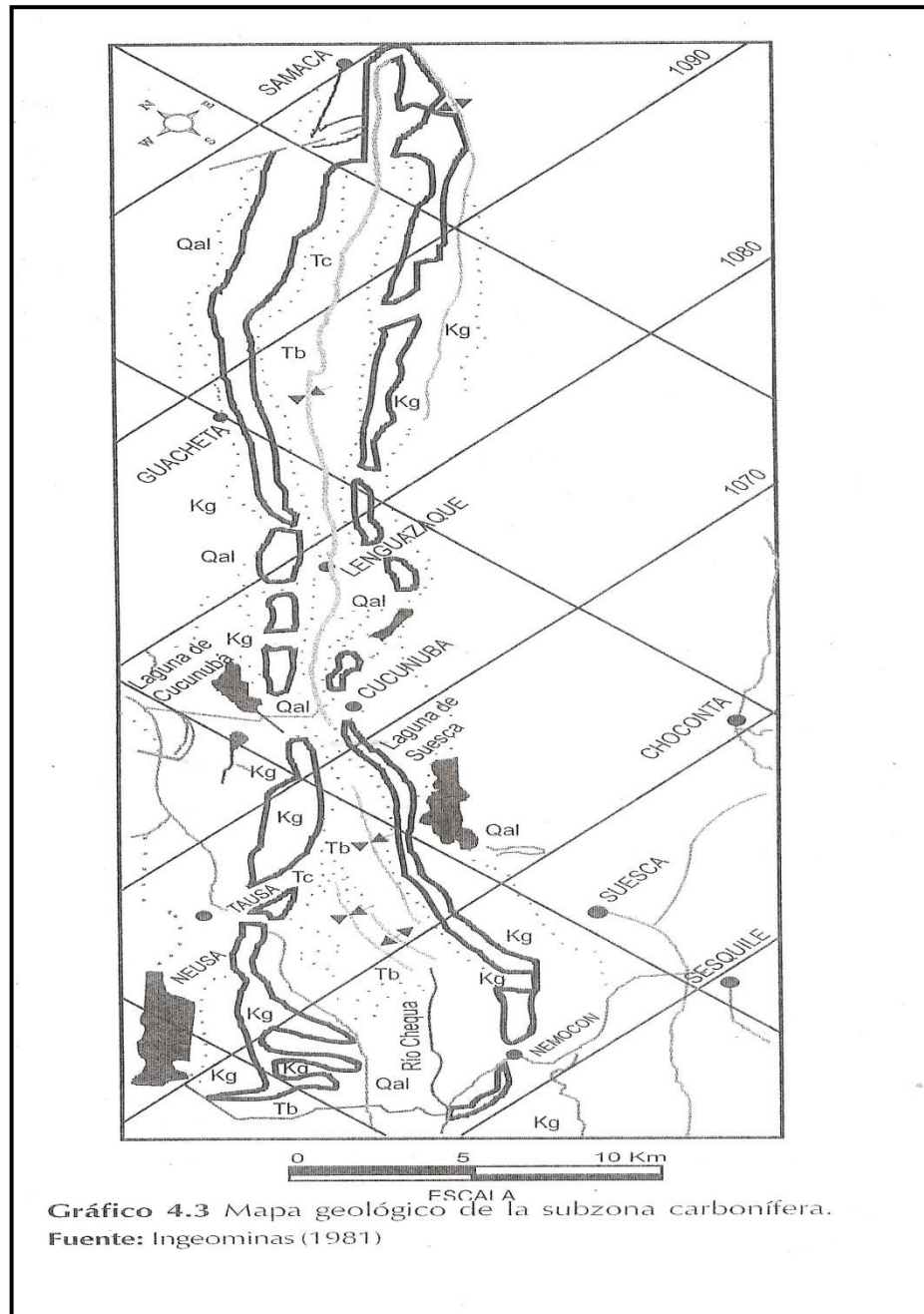
Bloque III: Tausa y Cucunubá

Bloque IV: Nemocón y Tausa

Bloque V: Guachetá y Samacá.

De acuerdo con la posición geográfica de la cuenca hidrográfica de la laguna de Cucunubá, se puede concluir que está comprendida la mitad del bloque II y las dos terceras partes del bloque III.

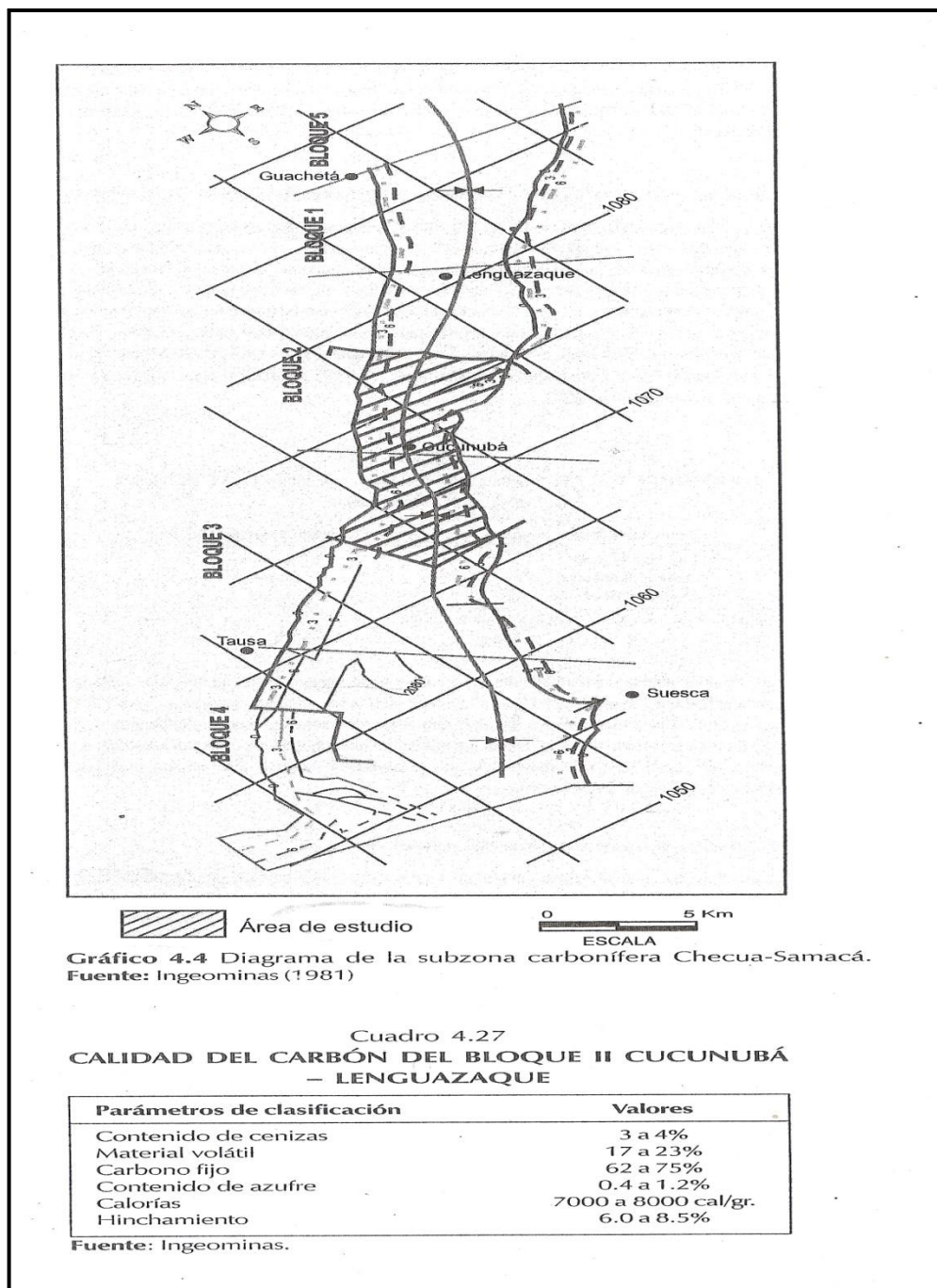
Figura 4. Mapa geológico de la Subzona carbonífera.



Fuente ingeominas 1981.

En la figura 5 se presentan las reservas de los bloques II y III, en los cuales se estiman reservas de 1.575,18 millones de toneladas de carbón.

Figura 5. Subzona carbonífera Checua- Samaca.



Fuente ingeominas 1981.

Tabla 24. Reservas de carbón de los bloques II y III, sectores: Tausa – Cucunubá y Cucunubá – Lenguazaque.

Bloques	Cantidad (millón/Ton)	Calidad
Bloque III		
Flanco occidental	182,6	Coquizante
Flanco oriental	118	Sin determinar
Fondo del sinclinal	520	Sin determinar
Subtotal	820,6	
Bloque II		
Flanco occidental	151,5	Coquizante
Flanco oriental	157,78	Sin determinar
Fondo del sinclinal	445,3	Sin determinar
Subtotal	754,58	
Reservas Totales	1.575,18	

Fuente: Ingeominas, publicación geológica Ingeominas No. 6, “Evaluación de las reservas en 7 zonas de Colombia”. 1981.

En la tabla 25, se observan las reservas de carbón del área en estudio. Según los cálculos realizados se estiman en 908,79 millones de toneladas, cifra de alta significancia económica e indicativa del potencial que existe en ésta zona.

Tabla 25. Reservas aproximadas de carbón en el área de estudio.

Sector-bloque	Cantidad (millón/Ton)	Calidad
Sector occidental Bloque III		
Flanco occidental	121,3	Coquizante
Flanco oriental	78,6	Sin determinar
Fondo del sinclinal	346,6	Sin determinar
Subtotal	546,5	
Sector oriental Bloque II		
Flanco occidental	75,75	Coquizante
Flanco oriental	63,89	Sin determinar

Fondo del sinclinal	222,65	Sin determinar
Subtotal	362,29	
Reservas Totales en la cuenca	908,79	

Fuente: Ingeominas, publicación geológica Ingeominas No. 6, “Evaluación de las reservas en 7 zonas de Colombia”. 1981.

3.3.1 Clases de carbón producido.

La zona produce carbón térmico en un 79.2% y coque en 20.8%. Para la obtención del coque, se utilizan hornos tipo colmena, a pesar de los bajos porcentajes de producción; se afirma que esta zona es la que produce coque de mejor calidad en el país ya que todos los carbones que se obtienen son bituminosos. En la tabla 26 contiene los factores que se clasifican la calidad de los carbones.

Tabla 26. Calidad del carbón del bloque II Cucunubá – Lenguazaque.

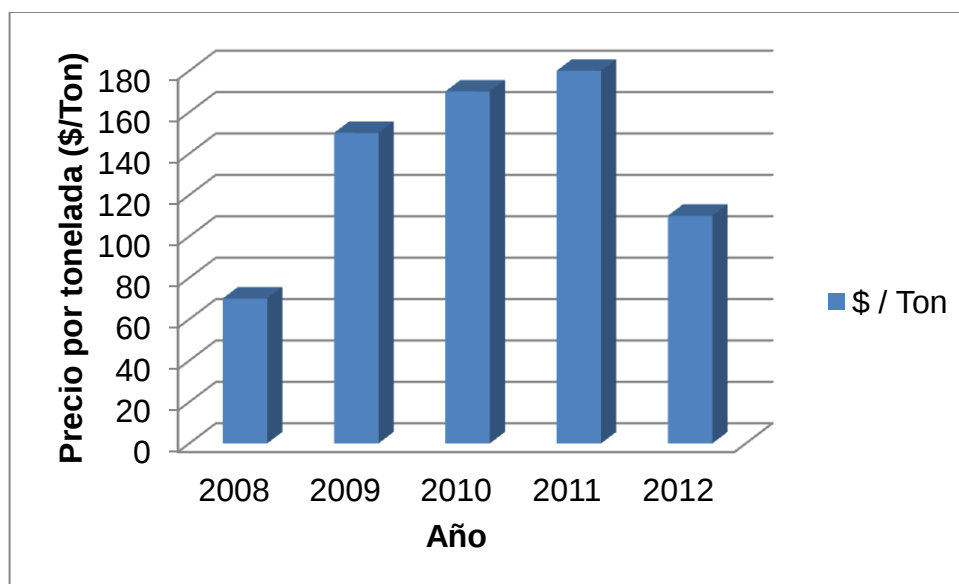
Parámetros de clasificación	Valores
Contenido de cenizas	3 a 4%
Material volátil	17 a 23%
Carbono fijo	62 a 75%
Contenido de azufre	0.4 a 1.2%
Calorías	7000 a 8000 cal/gr.
Hinchamiento	6.0 a 8.5%

Fuente: Ingeominas.

3.4 ECONOMIA DEL CARBON.

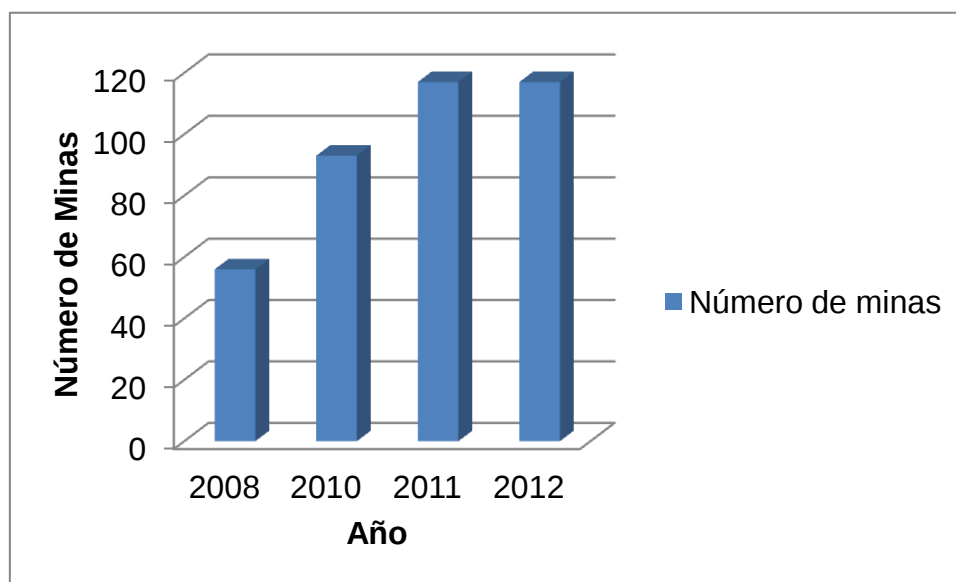
3.4.1 Comportamiento del Precio por Tonelada de Carbón en Boca de Mina.

Gráfica 21. Comportamiento del precio por tonelada de carbón en boca de mina en la microcuenca de pueblo viejo.



Fuente: El Autor

Gráfica 22. Comportamiento del crecimiento del número de frentes de explotación de bocaminas en la microcuenca de pueblo viejo.



Fuente: El Autor

La producción anual de la vereda de pueblo viejo es de 5000 toneladas /mes con un precio de venta en bocamina de \$ 85.000 en el año 2013, la cual genera cerca de 2600 empleos directos y más de 1200 indirectos.

3.4.2 Mercado Económico.

Los explotadores de la zona poseen varias fuentes de comercialización las cuales se realizan para consumo interno y para la exportación a través de cooperativas e intermediarios ante multinacionales.

En el consumo interno se vende el carbón térmico a industrias del papel, cementero, ladrilleras, industria de la cerámica. El carbón coquizable principalmente a las siderúrgicas del país. A nivel internacional se exporta a través de empresa intermediadoras a Brasil, Perú, Estados Unidos, Asia y Alemania.

Por lo anterior y de acuerdo a las variaciones de la economía mundial el precio del carbón no es estable creando incertidumbre en los pequeños mineros tradicionales ya que las inversiones en la explotación son muy grandes y los costos de venta en la actualidad son bajos, lo cual no compensa en muchos casos la actividad de la explotación.

4. ETAPAS DE UN PROYECTO MINERO DE CARBON.

4.1 PROSPECCION.

Es un proceso de investigación de la existencia de áreas que contengan carbón y se hace a través de métodos de identificación de afloramientos, cartografía geológica, estudios geofísicos y geoquímicos e investigación superficial.

En esta fase se excluye los métodos de exploración del subsuelo.

Por otro lado constituye la fase inicial de un proyecto; la información básica se obtiene por medio de estudios de reconocimiento y de prospección geológica.

Los estudios identifican, a escala regional, las zonas con fuerte potencial minero e investigan el yacimiento delimitando las zonas más importantes que serán objeto de una exploración más amplia.

4.2 EXPLORACION.

La exploración de un yacimiento generalmente se efectúa en dos etapas, exploración general y exploración detallada; su duración depende de las características y tamaño del proyecto, y varía desde varios meses a 2 o 3 años. La fase de exploración comprende: la exploración de superficie, la exploración del subsuelo, el modelamiento geológico del yacimiento, la evaluación de las reservas y su calidad, la identificación de potenciales proyectos mineros y la definición de la viabilidad minera del área.

Exploración general: es la delimitación inicial de un yacimiento identificado, con evaluación preliminar de la cantidad y calidad. El objetivo es establecer las principales características geológicas del yacimiento proporcionando una indicación razonable de su continuidad y una primera evaluación de sus

dimensiones, su configuración, su estructura y su contenido. El grado de exactitud deberá ser suficiente para decidir si se justifican posteriores estudios de pre viabilidad minera y una exploración detallada.

Exploración detallada: consiste en delimitar un yacimiento conocido, de forma detallada y en sus tres dimensiones, mediante el muestreo en varios puntos. La información obtenida permitirá decidir si debe procederse a un estudio de viabilidad minera.

La fase de exploración generalmente concluye con la presentación del Estudio de Factibilidad Minera, en el cual se recopila la información geológico-minera obtenida desde el reconocimiento hasta la exploración detallada, se modela el yacimiento, se diseña la explotación, se determina el volumen de reservas recuperables, se evalúa la calidad técnica y la viabilidad económica del proyecto de explotación minera. Este estudio permite verificar todas las informaciones geológicas, técnicas, ambientales, jurídicas y económicas relativas al proyecto, lleva a la toma de decisiones en materia de inversiones y constituye un documento aceptable por los bancos para obtener la financiación del proyecto.

4.3 CONSTRUCCION Y MONTAJE.

Comprende el conjunto de actividades que permiten el acceso al yacimiento y el establecimiento de la infraestructura del proyecto. Incluye la adquisición de derechos y permisos para iniciar la explotación, el diseño detallado y construcción de las obras de infraestructura, el diseño y planeamiento detallado de la explotación, la compra de equipos y materiales, la preparación de presupuestos y la financiación del proyecto. Su duración también varía de acuerdo a las características y tamaño del proyecto, desde varios meses a 2 o 3 años.

Después de efectuar todos los estudios de ingeniería básica y de detalle, comienzan los trabajos preparatorios del área donde se ubicarán la mina y las instalaciones. Entre las obras de infraestructura se destacan aquellas dirigidas al control de las aguas de escorrentía; las vías de acceso al área de explotación; las redes para el suministro de energía, agua potable y evacuación de aguas residuales; las edificaciones para oficinas y talleres de mantenimiento, y las instalaciones superficiales para el manejo y acopio del carbón.

Producción: Tiene como objetivo la extracción, preparación y/o beneficio, transporte y comercialización del mineral. Es la fase de mayor duración, generalmente entre 10 y 30 años, dependiendo del nivel de reservas, tipo de explotación y condiciones de la contratación

4.4 CIERRE Y ABANDONO.

Durante esta fase tiene lugar la disminución gradual de la producción, la elaboración del plan de cierre de la mina, el retiro de los equipos mineros, la disposición de activos y excedentes, el cierre y restauración de las excavaciones mineras, y las actividades para la prevención y mitigación de los impactos ambientales pos cierre de la operación.

Tras finalizar la vida productiva de las explotaciones se pondrá en marcha el plan de desmantelamiento y clausura de las mismas. El plan incluye el desmantelamiento y demolición de las instalaciones que no cumplen ninguna función, el acondicionamiento de las bocaminas y tambores de ventilación, y la restauración de los depósitos de estériles, con miras a eliminar posibles fuentes de contaminación de las aguas, riesgos de accidentes, erosión de los terrenos, etc.

En esta fase terminal del proyecto se previene el drenaje de aguas superficiales o subterráneas contaminadas hacia los cauces naturales, se toman precauciones

para hacer frente a los futuros hundimientos de terrenos en las zonas explotadas y se completa la restauración de las áreas intervenidas por la minería, al tiempo que se inician las labores de seguimiento y control propias de la fase pos operacional

4.5 TIPOS DE EXPLORACIÓN SUBTERRÁNEA UTILIZADA EN LA ZONA.

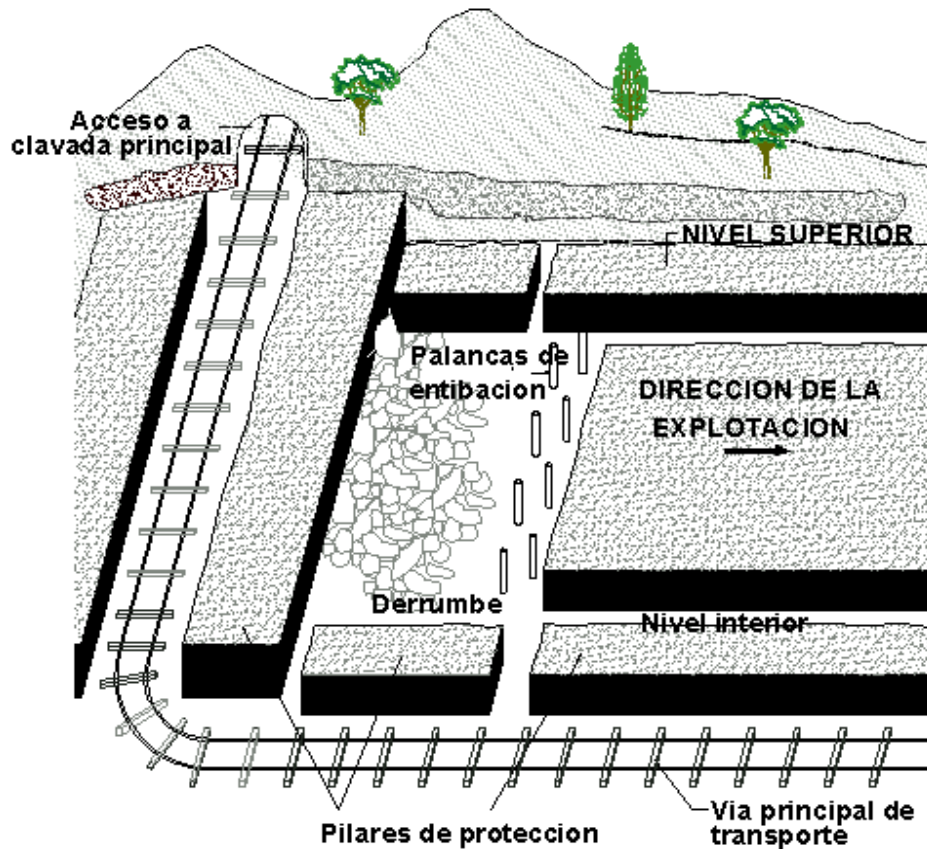
4.5.1 Minería de Tajo Largo.

Es un sistema de explotación que se aplica en yacimientos horizontales, con espesores entre 1m y 2.5 m, desarrollando un sector, bloque o panel de explotación con un frente amplio y continuo, el cual se puede trabajar en avance o en retirada, presentándose derrumbe del techo en las áreas ya explotadas. El panel es de gran longitud, cubriendo desde varios cientos de metros hasta unos 2 km. y el ancho es mucho menor, variando entre unos 60 m y 200 m. (Ver figura 1.1).

Para su desarrollo se requiere la preparación de un bloque de carbón denominado panel de explotación, delimitado por dos vías, normalmente trazadas sobre el rumbo del manto, una inferior para el transporte del carbón y otra superior para el acceso y suministro de materiales; entre estas dos vías se construye otra vía normal a las dos anteriores y en el sentido del buzamiento del manto, cuya longitud es igual al ancho del panel y constituye el frente del tajo de explotación.

El panel, con desplazamiento continuo del frente y cuya forma se mantiene aproximadamente invariable durante la vida útil, es extraído de manera regular, en franjas con longitud igual al ancho del panel, altura igual al espesor del manto y profundidad de 1.0 - 1.5 m. La perforación y voladura con explosivos permite avanzar en la dirección del rumbo y el espacio que va quedando detrás del frente de explotación se llena normalmente con el derrumbe del techo o, en algunos casos, llenado con material estéril para equilibrar las presiones y aliviar los

esfuerzos generados por la explotación. Para controlar el derrumbe se disponen de machones de protección en carbón y canastas de madera.



4.5.2 Cámara y Pilares.

Este método consiste en la extracción del mineral dejando pilares de carbón con el fin de sostener el techo. Las cámaras son aberturas que se construyen en forma múltiple y paralelamente, y cuando se conectan con aberturas transversales, se forman los pilares de protección que sirven de soporte natural en la explotación.

Las cámaras se hacen tan anchas como la seguridad lo permita, cuya limitación depende de las características y propiedades de resistencia de las rocas del techo, del piso y del mismo carbón.

Los pilares, de sección circular o cuadrada, se disponen generalmente en forma rectangular, formando galerías perpendiculares entre sí como la malla vial de una ciudad con un patrón regular de calles y carreras, o bien pueden formar muros o franjas gruesas que soportan los frentes de explotación. La selección del tamaño del pilar depende de la resistencia del carbón, así como de las rocas del techo, de la presión ejercida por el terreno suprayacente y por los esfuerzos residuales que puedan existir en la explotación. El carbón que queda en los pilares puede recuperarse parcialmente en la última fase de la explotación, pero se considera una actividad riesgosa si las explotaciones son muy superficiales o el hundimiento del techo afecta frentes adyacentes o estructuras en superficie.

Por su naturaleza, la extracción por cámaras y pilares se aplica idealmente en la explotación de yacimientos multimantos, con capas horizontales o con un buzamiento moderado (menor de 30°). Las cámaras, por razones de producción y recuperación del carbón, deberían ser de gran tamaño pero su dimensionamiento está limitado por la resistencia y composición de la roca del techo y por la presión ejercida por éste. Es posible compensar un techo deficiente o un mineral poco resistente con dimensiones adecuadas de las cámaras de explotación y de los pilares, dejando gran parte del carbón para sostenimiento.

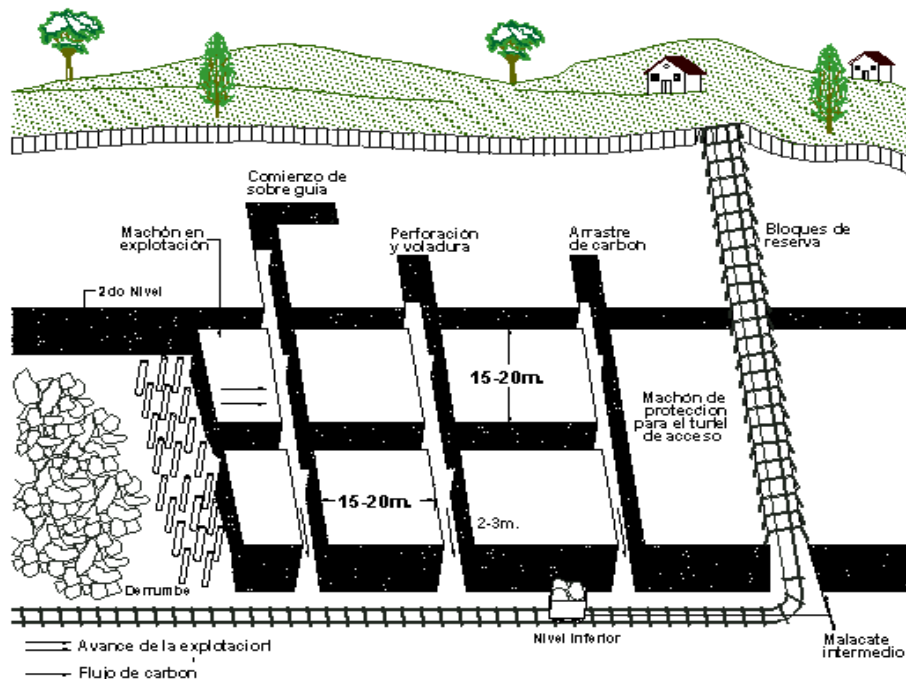
Para desarrollar el sistema se avanzan varias galerías subterráneas en el sentido del rumbo del manto y luego se construyen tambores o galerías inclinadas en el sentido del buzamiento del manto, que se interceptan entre sí con una separación variable de 10 a 15 m, o viceversa, dependiendo de la posición de las capas con respecto a la superficie.

El arranque del carbón se hace generalmente en forma manual, a pico y pala, o eventualmente con explosivos; se comienza en la parte superior de los tambores descendiendo hasta llegar a las galerías de transporte o niveles, dejando así, cámaras del mayor ancho posible.

El carbón se carga directamente en los niveles, desde la parte inferior de cada tambor, en vagonetas o coches para ser llevado a tolvas que se disponen en cada nivel y de allí se carga nuevamente el carbón en coches que son jalados por un malacate hasta el nivel de superficie. En la mayoría de los casos, las cámaras se sitúan perpendicularmente a las galerías principales, pero se pueden trazar en forma sesgada para que la pendiente sea favorable al transporte del mineral. En algunos casos el transporte se realiza por medio de rastrillos y, en otros, por medio de cargadores de llantas de poca altura diseñados especialmente para trabajar en espacios restringidos o de poca altura.

El proceso de explotación se puede realizar en avance o retirada. En la práctica se diferencian dos etapas: en la primera se forman las cámaras y pilares, y en la segunda, una vez desarrollada la explotación hasta sus límites de diseño, se hace la recuperación o barrido de los pilares, dejando solamente los pilares de borde de panel.

Método de Cámaras y Pilares.



4.5.3 Ensanche de Tambores.

Este método se aplica en yacimientos inclinados y verticales (20° a 70°), con espesores de manto entre 0.6 m y 2.5 m, mantos y respaldos resistentes de tal forma que permitan el arranque seguro del carbón. El rendimiento de la explotación es alto, aproximadamente de un 80%.

A partir de las cruzadas o inclinados principales de transporte se dimensionan bloques por medio de dos niveles separados unos 60 m y preparados mediante tambores separados cada 80 m y la explotación se realiza en retroceso o en avance.

En una primera etapa se construyen tambores cada 20 m y sobre guías cada 20 m, a medida que progresa la preparación, se atacan los dos machones superiores bajo el nivel superior a partir del primer tambor para obtener dos frentes de arranque, cada tambor se ensancha unos 8 m en los dos costados hasta formar una cámara de 16 m de ancho por 18 m de longitud. Se crean simultáneamente varios frentes de arranque, la línea de corte avanza aproximadamente 1 m por turno y consecutivamente se van instalando líneas de tacos con cabecera espaciadas cada 1 m.

La línea del tajo está limitada en un costado por el frontón del carbón y en el otro costado por el espacio sostenido por tacos en madera, le sigue el otro frontón, luego el machón de protección y por último el derrumbe de la cámara anterior.

5. ANALISIS DE LA MINERIA DE CARBON EN LA MICROCUENCA DE PUEBLO VIEJO.

5.1 ORDENAMIENTO TERRITORIAL.

El municipio de Cucunubá adoptó el esquema de ordenamiento territorial mediante decreto número 060 de diciembre 27 del 2000.

El artículo 78 del E.O.T. define las unidades de manejo como uso recomendado para el municipio de Cucunubá. En el área de estudio se encuentran las siguientes unidades de uso de suelo descritas a continuación:

Áreas susceptibles de actividades mineras.

Hace referencia a las actividades mineras de materiales de construcción y agregados, y de manera más general, a las explotaciones de hidrocarburos, carbón y otros minerales. También considera las actividades conexas tales como centros de coquización, la distribución, el depósito de centros de acopio y actividades de boca de mina.

Los suelos con características minero extractivas ya sea en forma subterránea o a cielo abierto, sus usos son condicionados y están sujetos a las exigencias de la autoridad ambiental en lo de su competencia.

Áreas de amortiguación de áreas protegidas.

Son aquellas áreas delimitadas con la finalidad de prevenir perturbaciones causadas por actividades humanas, que atenten a la conservación de la misma.

Áreas de restauración morfológica y rehabilitación.

Son aquellas áreas de antiguas explotaciones mineras que han sufrido un proceso de deterioro por la explotación no técnica a que se han visto sometidas.

Suelos de uso agropecuario mecanizado o intensivo.

Comprende los suelos de alta capacidad agrológica, en los cuales se pueden implementar sistemas de riego y drenaje, caracterizados por relieve plano, sin erosión suelos profundos y sin peligro de inundación.

En la tabla 27 se presentan los porcentajes de área de los diferentes de uso de suelo de la microcuenca. De estos podemos decir que la minería tiene una participación del 40% del área total, pero según la visita realizada a la zona las afectaciones por la acción de la minera se está desarrollando en otras zonas como la de restauración o rehabilitación ecológica y áreas de amortiguación.

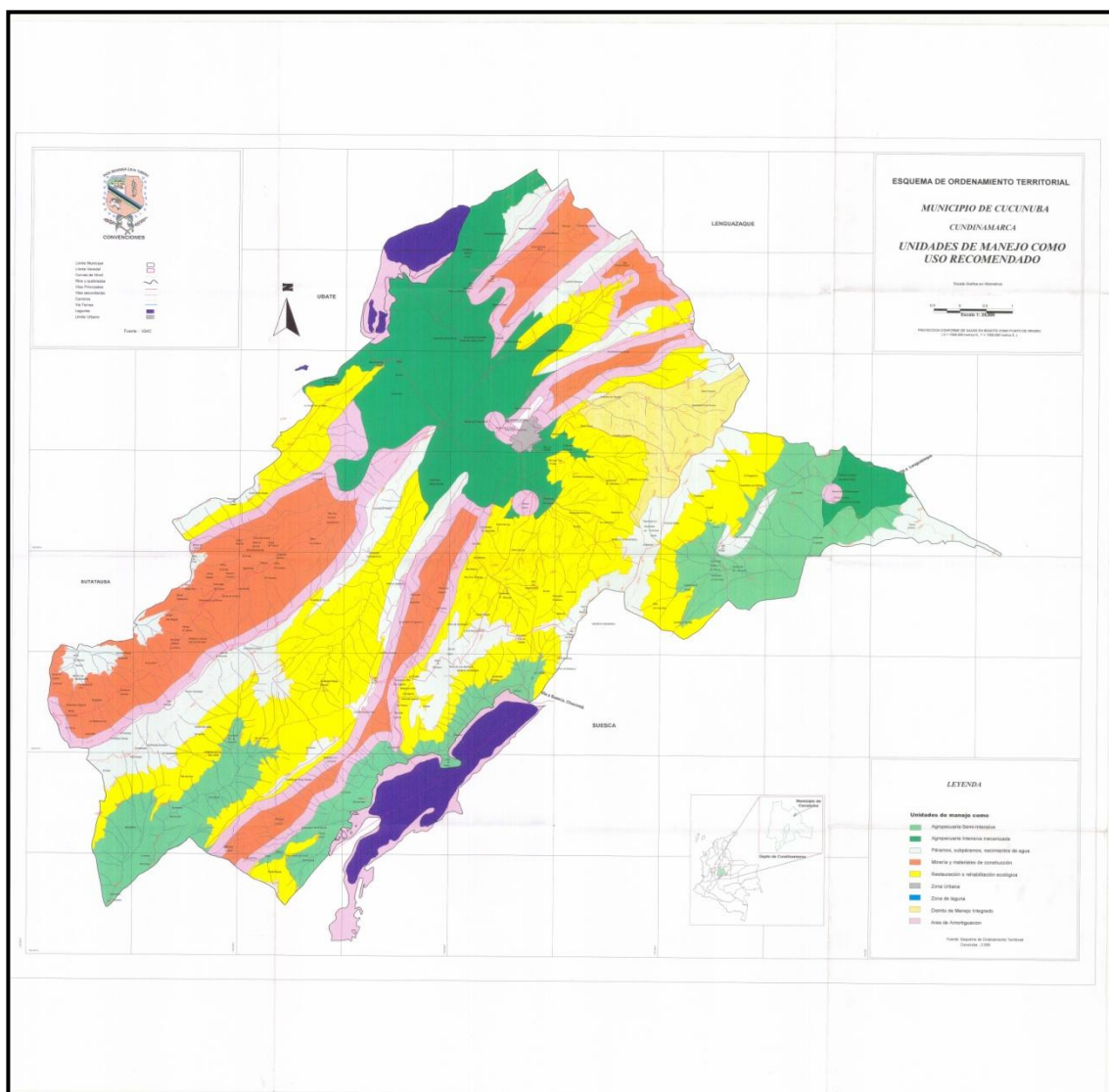
Las afectaciones están determinadas como la construcción de centros de acopio, movimiento de tierras, disposición inadecuada de estériles, invasión de cauces, deforestación, elevados procesos de erosión, desestabilización de taludes entre otros.

Tabla 27. Uso de suelo del área microcuenca pueblo viejo.

USO DE SUELO	PORCENTAJE DEL AREA TOTAL
Áreas de restauración morfológica y rehabilitación.	20%
Áreas de amortiguación de áreas protegidas.	15%
Suelos de uso agropecuario mecanizado o intensivo	25%
Áreas susceptibles de actividades mineras	40%
TOTAL	100%

Fuente: El Autor

Figura 6. Unidades de manejo como uso recomendado de suelo.

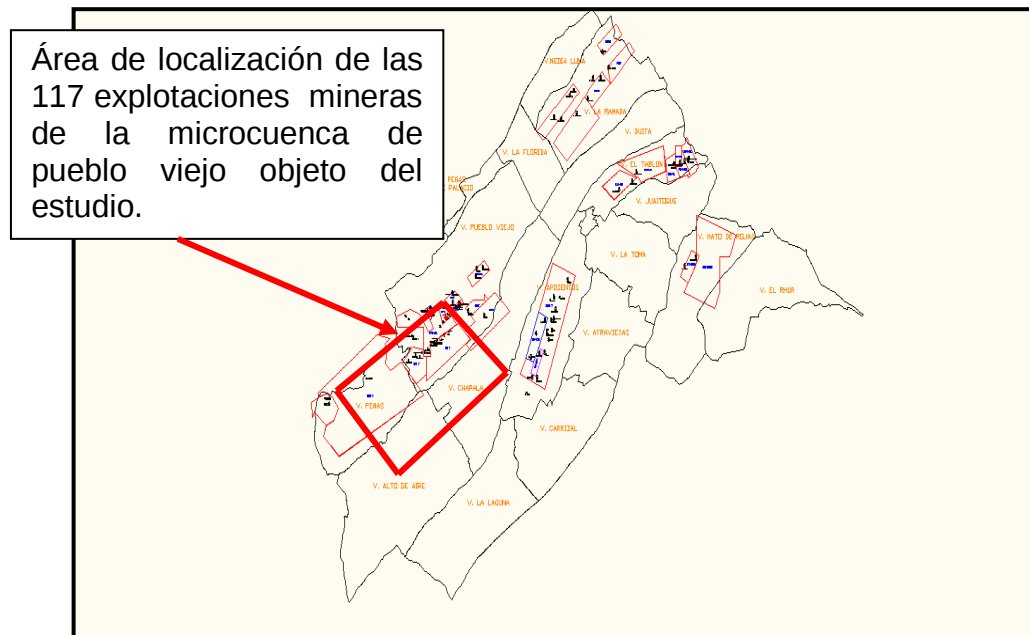


Fuente: E.O.T. 2000. Alcaldía Cucunubá.

5.2 UBICACIÓN DE LAS MINAS.

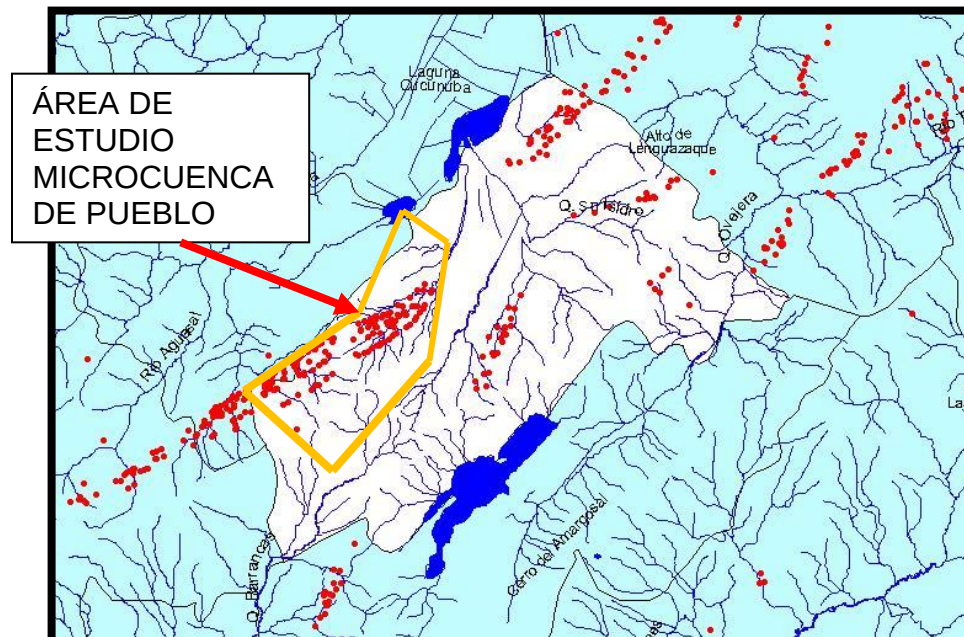
La minería del carbón es la principal fuente de recursos del municipio y del área de la microcuenca de pueblo viejo con un total de 117 frentes de explotación en el área de estudio y como se observa en la figura.

Figura 7. Ubicación de bocaminas en la microcuenca de pueblo viejo.



Fuente: El Autor

Figura 8. Área de estudio y localización de las minas del área de estudio microcuenca pueblo viejo.



Fuente: Estudio.

En el presente estudio se realizó la investigación de acuerdo a los siguientes factores que están relacionados con la minería subterránea del carbón:

Tabla 28. Número De Explotaciones Mineras en la microcuenca de pueblo viejo Municipio de Cucunubá.

Número de Minas	Total Producción Toneladas / Mes
117	26.350

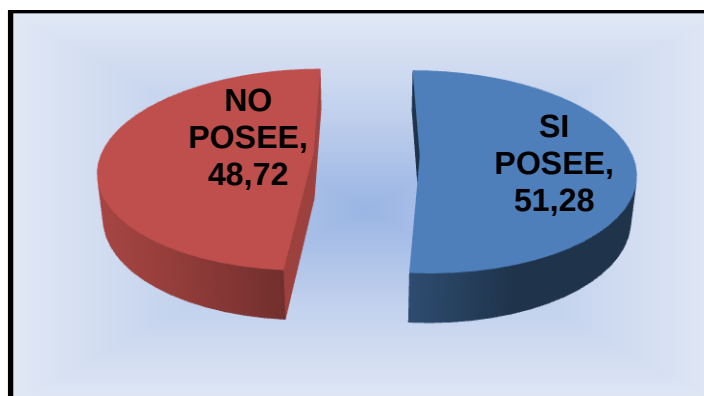
Fuente: Estudio.

Tabla 29. Programa De Salud Ocupacional – Municipio de Cucunubá

SI POSEE	NO POSEE	Total Número de Minas
60	57	117

Fuente: Estudio.

Grafica 23. Distribución Porcentual - Programa De Salud Ocupacional en la microcuenca de pueblo viejo Municipio de Cucunubá



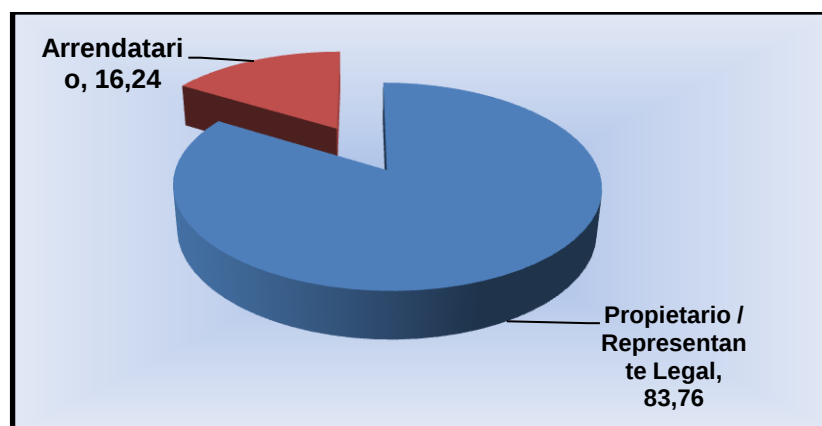
Fuente: El Autor

Tabla 30. Tenencia de la Propiedad – en la microcuenca de pueblo viejo Municipio de Cucunubá

Propietario / Representante Legal	Arrendatario	Total Número de Minas
98	19	117

Fuente: Estudio.

Grafica 24. Distribución Porcentual - Tenencia de la Propiedad en la microcuenca de pueblo viejo Municipio de Cucunubá



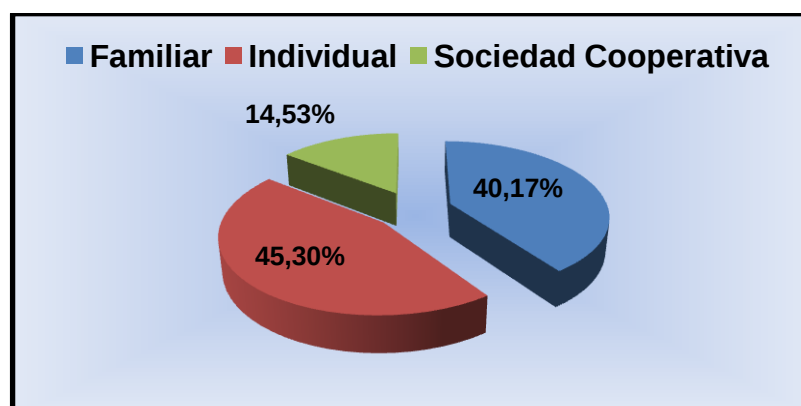
Fuente: El Autor

Tabla 31. Tipo de Organización Empresarial en la microcuenca de pueblo viejo Municipio de Cucunubá

Familiar	Individual	Sociedad Cooperativa	Total Número de Minas
47	53	17	117

Fuente: Estudio.

Grafica 25. Distribución Porcentual - Tipo de Organización Empresarial en la microcuenca de pueblo viejo Municipio de Cucunubá.



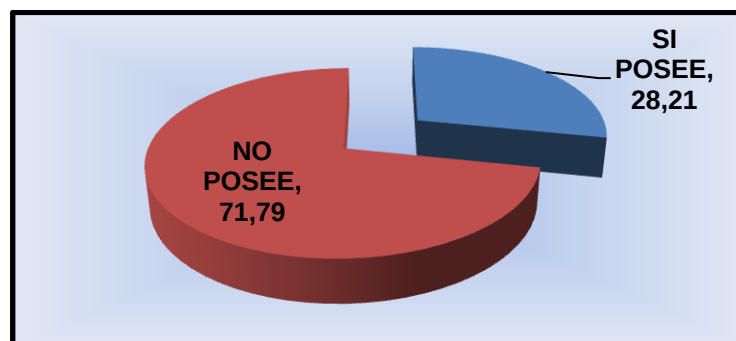
Fuente: El Autor

Tabla 32. Suspensión en la microcuenca de pueblo viejo Municipio de Cucunubá.

SI POSEE	NO POSEE	Total Número de Minas
33	84	117

Fuente: Estudio.

Gráfica 26. Distribución Porcentual – Suspensión.



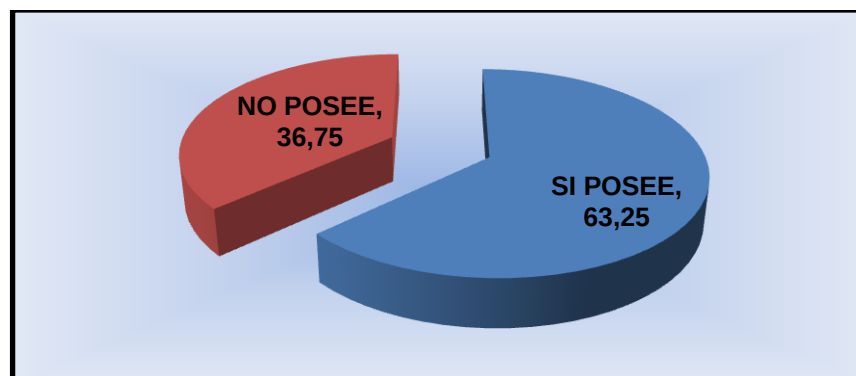
Fuente: El Autor

Tabla 33. Multidetector en la microcuenca de pueblo viejo Municipio de Cucunubá.

SI POSEE	NO POSEE	Total Número de Minas
74	43	117

Fuente: Estudio.

Gráfica 27. Distribución Porcentual Multidetector en la microcuenca de pueblo viejo Municipio de Cucunubá.



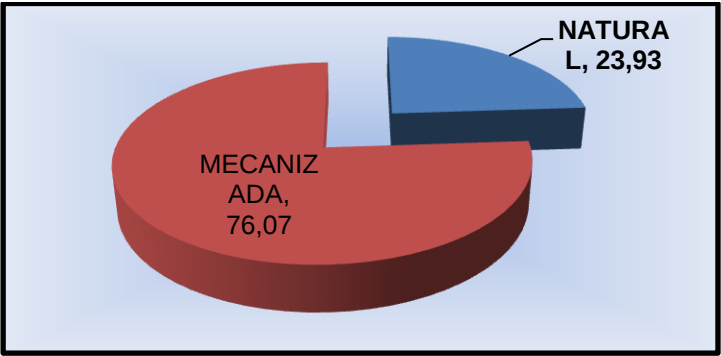
Fuente: El Autor

Tabla 34. Tipo De Ventilación en la microcuenca de pueblo viejo Municipio de Cucunubá.

Natural	Mecanizada	Total Número de Minas
28	89	117

Fuente: Estudio.

Gráfica 28. Distribución Porcentual - Tipo de Ventilación.



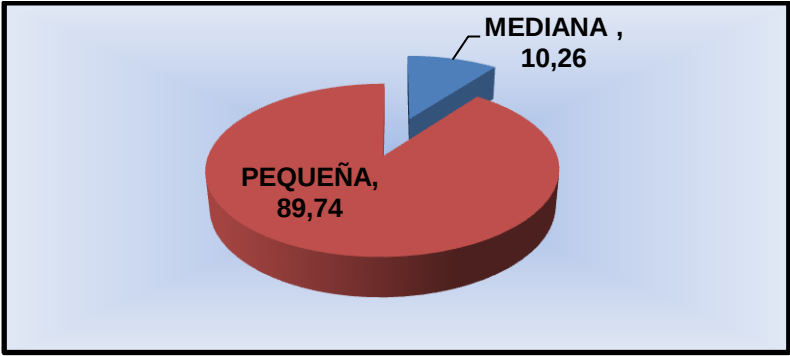
Fuente: El Autor

Tabla 35. Distribución Por Tamaño en la microcuenca de pueblo viejo Municipio de Cucunubá.

MEDIANA	PEQUEÑA	Total Número de Minas
12	105	117

Fuente: Estudio.

Gráfica 29. Distribución Porcentual - Distribución Por Tamaño.



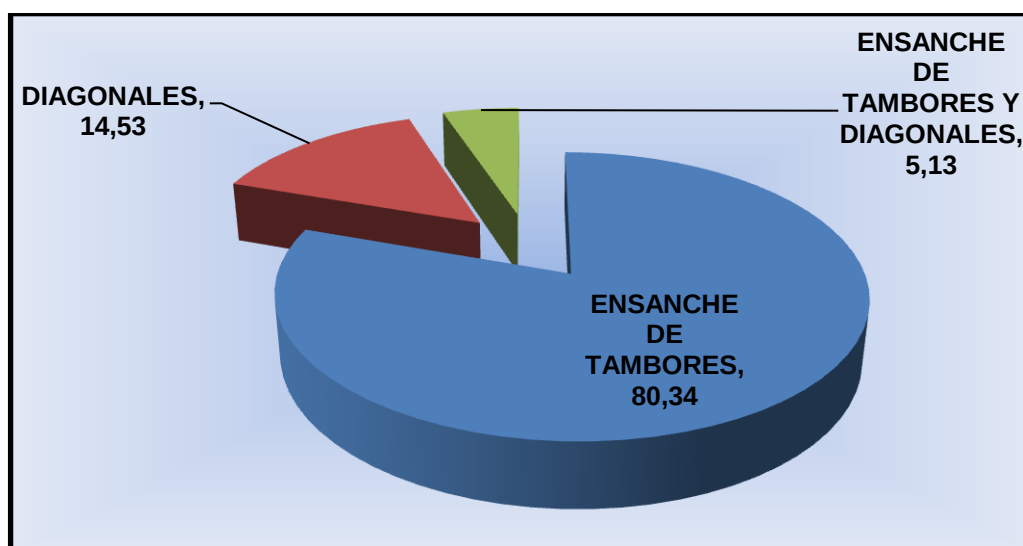
Fuente: El Autor

Tabla 36. Método De Explotación en la microcuenca de pueblo viejo Municipio de Cucunubá.

Ensanche de tambores	Diagonales	Ensanche de tambores y diagonales	Total Número de Minas
94	17	6	117

Fuente: Estudio.

Gráfica 30. Distribución Porcentual - Método De Explotación en la microcuenca de pueblo viejo Municipio de Cucunubá.



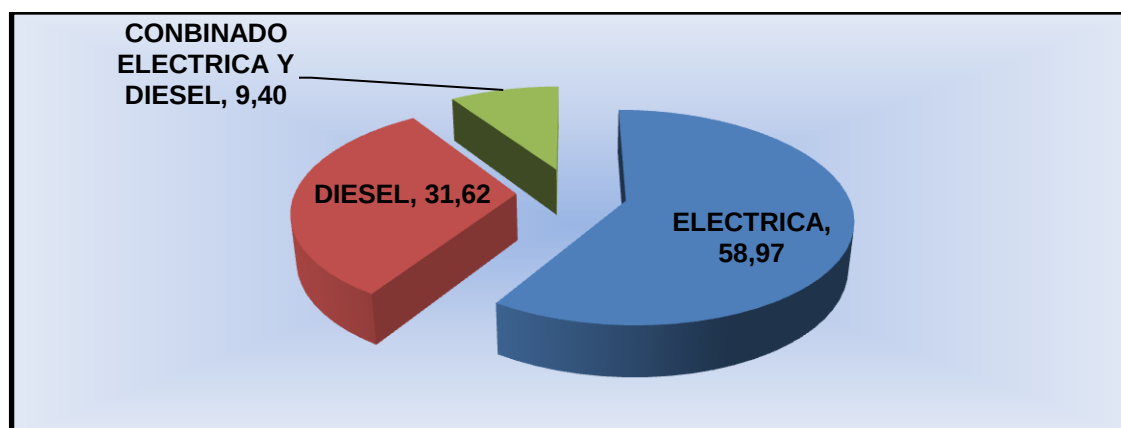
Fuente: El Autor

Tabla 37. Tipo De Energía Utilizada en la microcuenca de pueblo viejo Municipio de Cucunubá.

Eléctrica	Diesel	Combinado Eléctrica y Diesel	Total Número de Minas
69	37	11	117

Fuente: Estudio.

Gráfica 31. Distribución Porcentual - Tipo De Energía Utilizada en la microcuenca de pueblo viejo Municipio de Cucunubá.



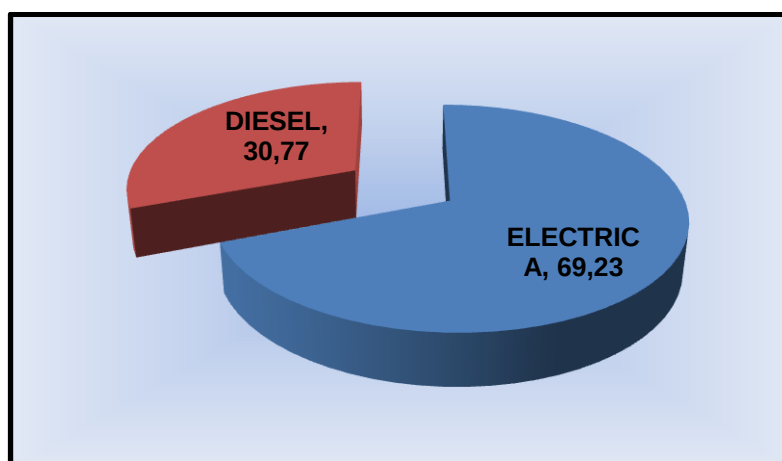
Fuente: El Autor

Tabla 38. Tipo De Energía Para El Malacate en la microcuenca de pueblo viejo Municipio de Cucunubá.

ELECTRICA	DIESEL	Total Número de Minas
81	36	117

Fuente: Estudio.

Gráfica 32. Distribución Porcentual - Tipo De Energía Para El Malacate en la microcuenca de pueblo viejo Municipio de Cucunubá.



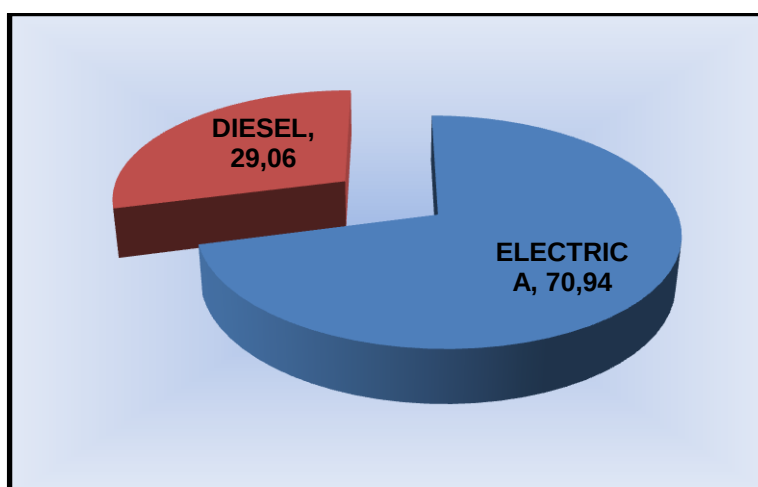
Fuente: El Autor

Tabla 39. Tipo De Energía Del Compresor en la microcuenca de pueblo viejo Municipio de Cucunubá.

ELECTRICA	DIESEL	Total Número de Minas
83	34	117

Fuente: Estudio.

Gráfica 33. Distribución Porcentual - Tipo De Energía Del Compresor en la microcuenca de pueblo viejo Municipio de Cucunubá.



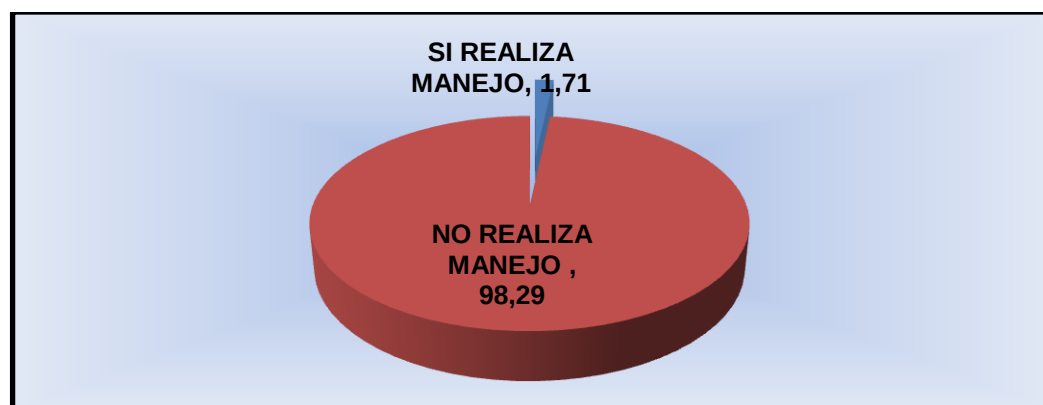
Fuente: El Autor

Tabla 40. Manejo De Estériles en la microcuenca de pueblo viejo Municipio de Cucunubá

SI REALIZA MANEJO	NO REALIZA MANEJO	Total Número de Minas
2	115	117

Fuente: Estudio.

Gráfica 34. Manejo De Estériles en la microcuenca de pueblo viejo Municipio de Cucunubá.



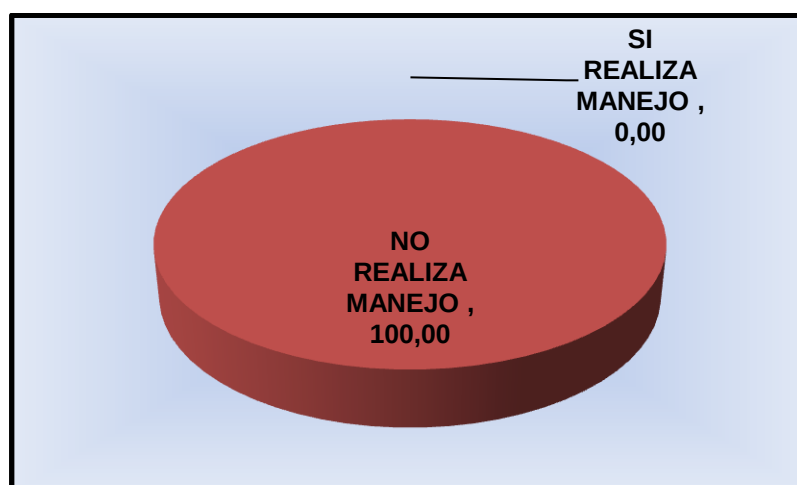
Fuente: El Autor

Tabla 41. Manejo De Aceites en la microcuenca de pueblo viejo Municipio de Cucunubá.

SI REALIZA MANEJO	NO REALIZA MANEJO	Total Número de Minas
0	117	117

Fuente: Estudio.

Gráfica 35. Distribución Porcentual del Manejo De Aceites en la microcuenca de pueblo viejo Municipio de Cucunubá.



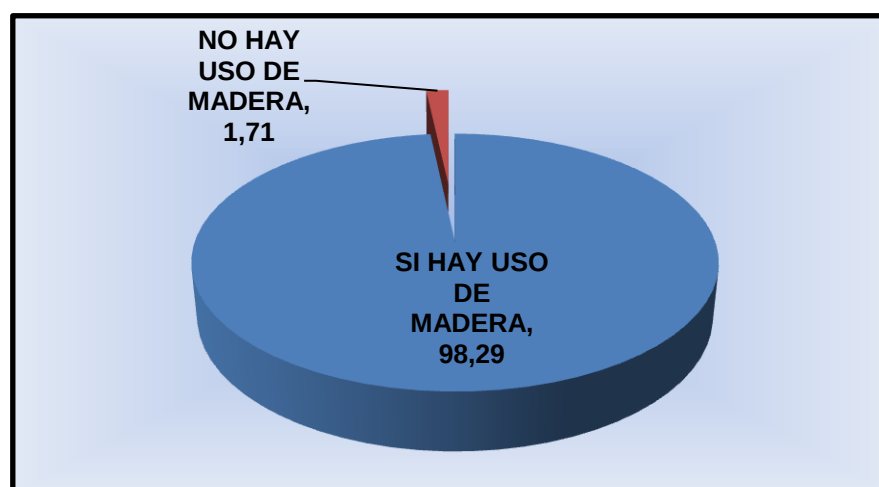
Fuente: El Autor

Tabla 42. Uso De Madera Para Apuntalamiento en la microcuenca de pueblo viejo
Municipio de Cucunubá

SI HAY USO DE MADERA	USO DE MADERA Y ACERO	Total Número de Minas
115	2	117

Fuente: Estudio.

Gráfica 36. Distribución Porcentual - Uso De Madera Para Apuntalamiento en la
microcuenca de pueblo viejo Municipio de Cucunubá



Fuente: El Autor

6. ANALISIS DE DOFA DEL LA MINERIA SUBTERRANEA DEL ÁREA DE ESTUDIO.

6.1 DEBILIDADES.

De la investigación realizada en la zona encontramos lo siguiente:

- Las explotaciones de la zona realizan labores no tecnificadas.
- Los pequeños empresarios no están agremiados en asociaciones o cooperativas.
- El manejo de estériles no es prioridad en la minería.
- Se presenta un alto grado de desconocimiento del concepto de desarrollo sostenible y producción limpia de la actividad minera por parte de los empresarios.
- Falta de la asesoría a nivel técnico en la explotación minera subterránea.
- Visión del negocio parcial y de corto plazo sin liderazgo de los municipios para construir una visión del territorio minero.

6.2 OPORTUNIDADES.

- La inclusión de las políticas mineras y ambientales en el plan de desarrollo nacional ley 1450 de 2010.
- Apoyo del gobierno nacional, departamental y municipal en la políticas de desarrollo minero.
- La formulación de la política ambiental en el plan trienal de la corporación autónoma regional de Cundinamarca para el sector minero de la provincia de ubate.
- Desarrollo de tecnologías a nivel mundial en maquinaria ecoeficiente.
- Diversidad de metodologías de producción más limpia desarrolladas para ser implementadas.

- Atraves de la conformación de empresas asociadas o del gremio minero, existen mecanismos de financiación de proyectos de desarrollo sostenible, producción limpia.
- El gobierno nacional posee líneas de crédito y apoyo al pequeño empresario minero.

6.3 FORTALEZAS.

- La necesidad de consumo de carbones térmicos y coquizable en la industria mundial.
- Variedad de tecnologías de reconversión y optimización de procesos de la pequeña minería.
- Los altos impactos económicos en el desarrollo de las áreas de explotación por su alta demanda de mano de obra, empleos directos e indirectos.
- En la actualidad existe la formulación de la política minera a través del plan de ordenamiento minero nacional.

6.4 AMENAZAS.

- Variación de precios de mercado del valor por tonelada del carbón del interior del país.
- Falta de titulación minera de las áreas de explotación.
- Ausencia de la licencia ambiental de las explotaciones mineras de mineros tradicionales.
- Falta de apoyo por parte del ministerio de minas y energía al pequeño minero tradicional para el otorgamiento de su título minero.
- No existe unidad y agremiaciones sólidas, eficientes que generen resultados para impulsar proyectos que beneficien al pequeño minero tradicional

7. DIAGNOSTICO, IDENTIFICACION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES DE LA MINERIA SUBTERRANEA.

7.1 AIRE.

Todas las excavaciones subterráneas accesibles al personal deben estar recorridas de manera permanente por un volumen suficiente de aire, capaz de mantener limpia la Atmósfera de trabajo para hacerla respirable.

El aire que se introduzca a la mina debe estar exento de gases, humos, vapores o polvos nocivos o inflamables.

Ningún lugar de trabajo, en bajo tierra, debe ser considerado apropiado para trabajar o para pasar por él si su atmósfera contiene menos de diez y nueve por ciento (19%), en volumen de oxígeno (medido con oxígeno-metro).

En la atmósfera de cualquier sitio de trabajo en bajo tierra, para una jornada de ocho horas de trabajo, el valor límite permisible (VLP) para los siguientes gases contaminantes, debe ser el que se reglamenta a continuación:

Tabla 43 . Valores permisibles de gases en una mina.

NOMBRE DEL GAS CONTAMINANTE	FORMULA QUIMICA	PORCENTAJE EN VOLUMEN %	PARTES POR MILLON (PPM)
BIOXIDO DE CARBONO	CO ₂	0.5	5000
MONOXIDO DE CARBONO	CO	0.05	50
ACIDO SULFHIDRICO	H ₂ S	0.02	20
ANHIDRIDO SULFUROS	SO ₂	0.005	5
VAPORES NITROSOS	NO+NO ₂	0.005	5

Fuente: El Autor

7.1.1 Multidetectores de Gases.

Para el control de los gases que se almacenan en el interior de una explotación minera se debe tener un multidetector que permita monitorear antes de ingresar los trabajadores al interior de la mina y durante las labores del día. Es importante la capacitación a los trabajadores del manejo y monitoreo continuo de gases evitando accidentes lamentables.

En la fotografía 8 se observa una planilla de monitoreo de gases a la entrada de la mina y se recomienda de la actualización todos los días y la delegación de un responsable que consigne los datos monitoreados los cuales deben ser reales. Por otro lado es importante en el interior del frente de trabajo tener otra planilla para el control de los trabajadores que están en exposición directa con los aumentos de niveles de gases peligrosos.

Figura 9. Equipo multidetector de gases para minería subterránea.



Fuente: El Autor

Foto 7. Tablero rudimentario de control de medición de gases en una mina subterránea.



Fuente: El Autor

Foto 8. Sistema de ventilación eléctrico inadecuado para manejo de gases en el interior de la explotación.



Fuente: El Autor

Foto 9. Construcción de tolvas en madera para el almacenamiento de carbón y sistema de cargue por gravedad para pequeña minería.



Fuente: El Autor

En la foto 9 se observa un sistema de almacenamiento de carbón mediante una tolva construida en madera que permite que no se genere material particulado por la acción del viento. Además posee la ventaja que para la fase de cargue a los camiones se hace por gravedad abriendo una escotilla que es controlada por un operador manualmente.

Se sugiere que esta tolva tenga una cubierta para evitar que el momento de vaciado del carbón por el coche que sale del interior de la mina no se dispersen las partículas de carbón por toda el área del predio, contaminando la capa vegetal. Lo anterior se puede construir mediante un tejado en teja termoacústica, montada sobre una estructura en madera o perfilera metálica liviana. El recubrimiento lateral se recomienda hacerlo en láminas de zinc o superboard.

Foto 10. Construcción de tolva metálica y madera para el almacenamiento de carbón, sistema de cargue a la tolva por banda transportadora y cargue a camión por gravedad para pequeña minería.



Fuente: El Autor

Las ventajas de almacenar el carbón en tolvas son:

- Se disminuye el contacto con suelo del área del proyecto.
- Se disminuye el arrastre de partículas de carbón a fuentes hídricas por acción de las aguas de escorrentía.
- Disminución de contaminación por emisiones de material particulado
- Disminución de la pérdida de material de carbón.

Foto 11. Altos niveles de contaminación ambiental producida por los hornos de coquización al ser quemado el carbón.



Fuente: El Autor

7.2 IMPACTOS A MANEJAR PARA EL CONTROL DE EMISIONES EN AREAS DE ALMACENAMIENTO, PATIOS DE CARBON Y ESTERILES.

Tabla 44. Impactos ambientales a mejorar.

IMPACTO AMBIENTAL	MAGNITUD	TIPO DE MEDIDA				
		PREVENCION	MITIGACION	CONTROL	RECUPERACION	COMPENSACION
CONTAMINACION DEL AIRE	ALTA	SI				

Fuente: El Autor

Tabla 45. Medidas de control de emisiones.

ETAPA DE LA EXPLOTACION	SITIO DE IMPLEMENTACION	LOGROS ESPERADOS	ACTIVIDADES A IMPLEMENTAR	METODOS TECNICOS
ALMACENAMIENTO EN TOLVA	tolva	Disminución de emisiones de material particulado	Construcción de tolva, sistema de cubierta y elementos laterales.	Utilización de manguera y aspersores debajo de la cubierta de la tolva con sistema de bombeo o gravedad.
ALMACENAMIENTO DE CARBON EN ACOPIO	área de acopio	Disminución de emisiones de material particulado	Riego controlado sobre las pilas de carbón. Siembra de material vegetal como barrera viva. Construcción de barrera con lona verde.	Utilización de manguera y aspersores sobre las pilas de carbón con sistema de bombeo o gravedad.
ALMACENAMIENTO DE ESTERIL	área de almacenamiento	Disminución de emisiones de material particulado	Riego controlado sobre las pilas de carbón. Siembra de material vegetal como barrera viva. Construcción de barrera con lona verde.	Utilización de manguera y aspersores sobre las pilas de esteril con sistema de bombeo o gravedad.

Fuente: El Autor

7.3 RECURSO HIDRICO.

En la minería subterránea la contaminación de aguas subterráneas y superficiales es en su gran mayoría por la contaminación química, relacionada con los minerales presentes en la geología, soluciones sulfurosas, cloruros, sólidos en suspensión y la turbidez.

En los procesos de explotación el agua filtra hacia los compartimientos de los inclinados y los frentes de explotación la cual tiene que ser evacuada con sistemas de bombeo a la superficie. El agua bombeada a la superficie se vierte directamente al medio ambiente como quebradas o al drenaje natural sin realizar ningún tratamiento generando grandes impactos debido a las concentraciones de minerales sulfurosos.

Tabla 46. Agua y Vertimientos en la microcuenca de pueblo viejo Municipio de Cucunubá

PROCESO			VERTIMIENTOS				
Tratada parcialmente	No Tratada	No hay agua	Total	Quebrada	Campo Abierto	Riego	Total
1	116	0	117	14	103	0	117

Fuente: Estudio.

Tabla 47. Contaminación de aguas superficiales y del interior de una mina.

TIPO DE CONTAMINACION	SUSTANCIAS CONTAMINANTES
Sustancias inorgánicas solubles	Metales pesados, sales, azufre
Modificación pH	
Sustancia inorgánicas insolubles en suspensión	Lodo
Calor	
Sustancias orgánicas	Aceite, grasas, lubricantes y emulsionantes

Fuente: El Autor

Foto 12. Aguas acidas contaminadas bombeadas del interior de una mina de carbón de la microcuenca de Pueblo Viejo.



Fuente: El Autor

Foto 13. Manejo inadecuado de aguas acidas contaminadas.



Fuente: El Autor

Foto 14. Manejo inadecuado de almacenamiento de aguas contaminadas y no hay ningún tratamiento, ni aireación de esta.



Fuente: El Autor

Las aguas de las minas varían de menor a mayor grado de acides con un pH inferior a 5,5 especialmente si contienen minerales sulfurosos y se da por la

presencia de minerales. Por otro lado el exceder los límites permisibles de sulfatos, cloruros y metales en el agua no las hace aptas para el consumo humano, ni para hacer vertimientos directamente al medio ambiente previo un pretratamiento. La falta de disposición de botaderos y zonas de almacenamientos de carbón en sitios adecuados contaminan las aguas superficiales y de escorrentía ya que son grandes aportantes de sedimentos a las corrientes superficiales y a los cuerpos de agua.

La falta de construcción de zanjas perimetrales que contengan el arrastre de estériles, sedimentos y erosión son una constante en la zona de estudio. Por otro lado la construcción de los inclinados, galerías, tambores, ductos de ventilación desestabilizan el nivel freático y el régimen hidrogeológico de las aguas subterráneas, debido a la variación de nuevas cavidades donde el agua fluye.

El bombeo continuo del agua de las cavidades subterráneas de la mina incide en la variación de los niveles freáticos y el descenso de estos inciden en la degradación de la vegetación de la zona, sumándole a esto la escasa pluviometría.

7.3.1 Manejo de aguas de mina. Recolección y conducción de aguas.

Tabla 48. Impactos ambientales a mejorar.

IMPACTO AMBIENTAL	MAGNITUD	TIPO DE MEDIDA				
		PREVENCION	MITIGACION	CONTROL	RECUPERACION	COMPENSACION
contaminación de aguas superficiales por sedimentos y destrucción de las fuentes receptoras como quebradas	alta	x				
Deterioro de terrenos adyacentes a la mina debido a la activación de deslizamientos por saturación del macizo o talud y activación de la erosión de la zona	alta	x				

modificación de las condiciones de la vegetación protectora del área de explotación y de las rondas de las quebradas	alta	x		x		
afectación del componente biótico fauna y flora de la ronda de las quebradas	alta	x				
aumento del pH de fuentes hídricas y de suelos	alta	x				

Fuente: El Autor

Tabla 49. Manejo aguas de mina.

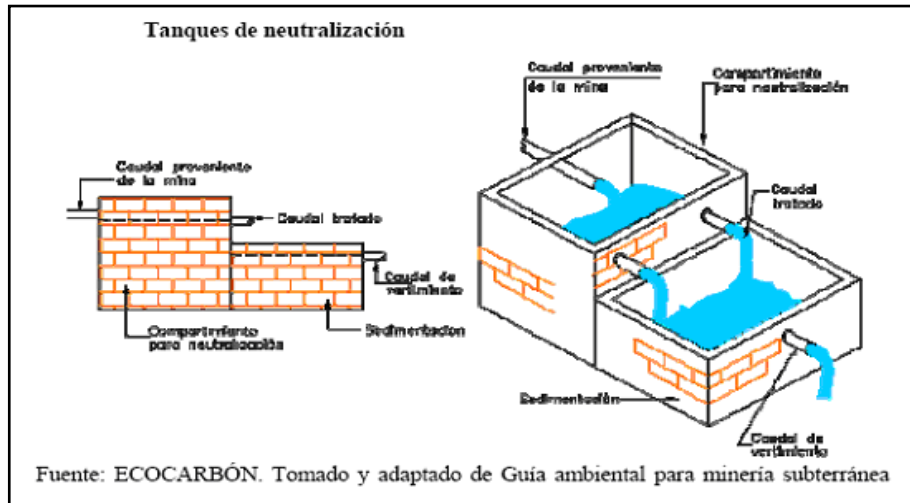
CONTENIDO	DESCRIPCIÓN
Objetivo	Dar el tratamiento y uso adecuado a las aguas provenientes de la mina. Captar y conducir adecuadamente las aguas derivadas de la explotación de Carbón.
Etapas de aplicación	Pre operativa Operativa X Post - operativa X
Impacto Ambiental	Cambios en la calidad del agua Alteración de la vegetación de las rondas hídricas Acidificación de fuentes hídricas y suelos Recursos Afectados: AGUA , SUELO
Tipo de Medida	Prevención Control
Resultados esperados	Evitar la contaminación de cuerpos de agua y suelos adyacentes por causa de la conducción del agua derivada de las actividades de explotación.
Acciones a ejecutar	• Canalización de las aguas, mediante la construcción de cunetas internas en los costados de las vías de transporte. • Construcción de pocetas para almacenamiento de agua de la mina bombeada y agua de la escorrentía • Revestir pocetas en piedra, pastico y tratar el agua con cal para neutralizar la acidez. • Construcción de canales excavados en tierra rectangulares o trapezoidales • Recubrimiento de canales en ladrillo o piedra o arcilla impermeable apisonada. • Interconexión de pocetas de aguas tratadas para

CONTENIDO	DESCRIPCIÓN
	realizar vertimiento final. • Construcción de pocetas o tanque para sedimentación de sólidos disueltos. • Almacenamiento interno para sedimentación primaria ubicación de mangueras internas de plásticas para mayor flexibilidad y facilidad de empalmes. • Conducción de las aguas hacia superficie para iniciar el tratamiento utilizando motobombas las cuales se adquieren oportunamente de acuerdo al volumen y la profundidad alcanzada. • Estabilización del pH, se logra mediante la aireación del drenaje minero para favorecer la oxidación, construcción de los tanques obedeciendo al diseño planteado. • Reutilización aguas en baños para así tener la menor interferencia o vertimientos. • Mantenimiento continuo y observación de la calidad obtenida antes y después de los procedimientos.
Cronograma de ejecución	La aplicación de la medida será durante la explotación es decir cuando empiecen las labores que produzcan éstas aguas, siguiendo el cálculo respectivo de volúmenes en el momento de su ejecución y el seguimiento y monitoreo de los resultados inicialmente semanal, mensual, hasta alcanzar los resultados aptos para su reutilización.
Lugar de aplicación	En terrenos aledaños a las zonas de desagüe principal para realizar adecuadamente su manejo reutilización y disposición final.

Fuente: El Autor

Para el tratamiento de los sólidos en suspensión del bombeo de la mina, se proponen sedimentadores a gravedad mediante el almacenamiento temporal del agua, estos pueden ser pozos, tanques o lagunas de sedimentación, cuya condición principal es que deben tener una baja velocidad de flujo que permita la sedimentación de los sólidos en suspensión. Lo anterior se puede observar en la figura 10.

Figura 10. Modelo tanque de sedimentación y neutralización de pH.



Fuente: El Autor

El tratamiento de los sólidos disueltos y la estabilización del pH, se logra mediante la aireación del drenaje minero para favorecer la oxidación, esto se puede lograr haciendo correr el agua a través de las pendientes por medio de cascadas artificiales, con lechos de roca de diferentes tamaños., para la estabilización del pH la roca debe ser caliza.

Foto 15. Modelo de tanque sedimentador y estabilización de pH.



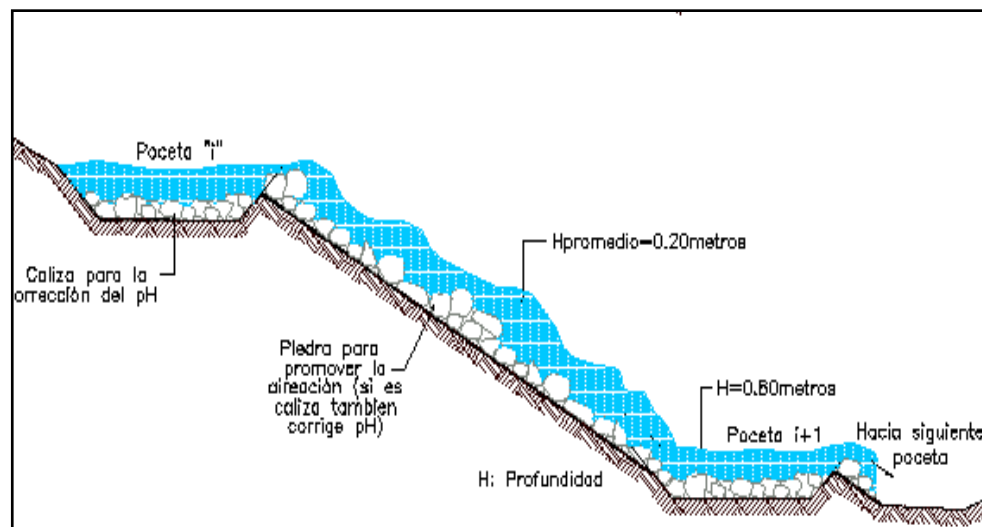
Fuente: El Autor

Foto 16. Modelo de tanque sedimentador, aireados de cascada y estabilización de pH.



Fuente: El Autor

Figura 11. Modelo de aireador de cascada y estabilización de pH.



Fuente: El Autor

7.3.2 Dimensiones generales para canales perimetrales.

Las características de las canales variarán durante el desarrollo del proyecto y serán determinadas de acuerdo a la siguiente tabla.

Tabla 50. Predimensionamiento de canales perimetrales.

Área de Drenaje (Ha)	Ancho (m)	Profundidad (m)	Pendiente (m por 100 m)	Velocidad (m/s)	Caudal (m ³ /s)
1 ó menos	0.30	0.20	0.19	0.5	0.03
1.2	0.36	0.20	0.20	0.51	0.03
1.5	0.40	0.22	0.19	0.52	0.4
2	0.44	0.24	0.20	0.58	0.05
3	0.59	0.26	0.20	0.60	0.08
4	0.62	0.30	0.19	0.65	0.10
5	0.68	0.32	0.20	0.70	0.13
6	0.77	0.34	0.19	0.70	0.15
7	0.79	0.36	0.20	0.75	0.18
8	0.80	0.38	0.21	0.80	0.20
9	0.81	0.40	0.22	0.85	0.23
10	0.81	0.42	0.23	0.90	0.25
12	0.90	0.45	0.21	0.90	0.30
15	1.00	0.48	0.22	0.95	0.38
20	1.00	0.61	0.17	1.00	0.51
25	1.00	0.69	0.18	1.10	0.63
30	1.15	0.72	0.17	1.10	0.76
40	1.35	0.75	0.19	1.20	1.02

Fuente: Plan de Manejo Ambiental. Guía Minas Subterráneas, CAR-CINSET, 2001.

7.4 CONSTRUCCIÓN, MANEJO Y MANTENIMIENTO DE CANALES PERIMETRALES.

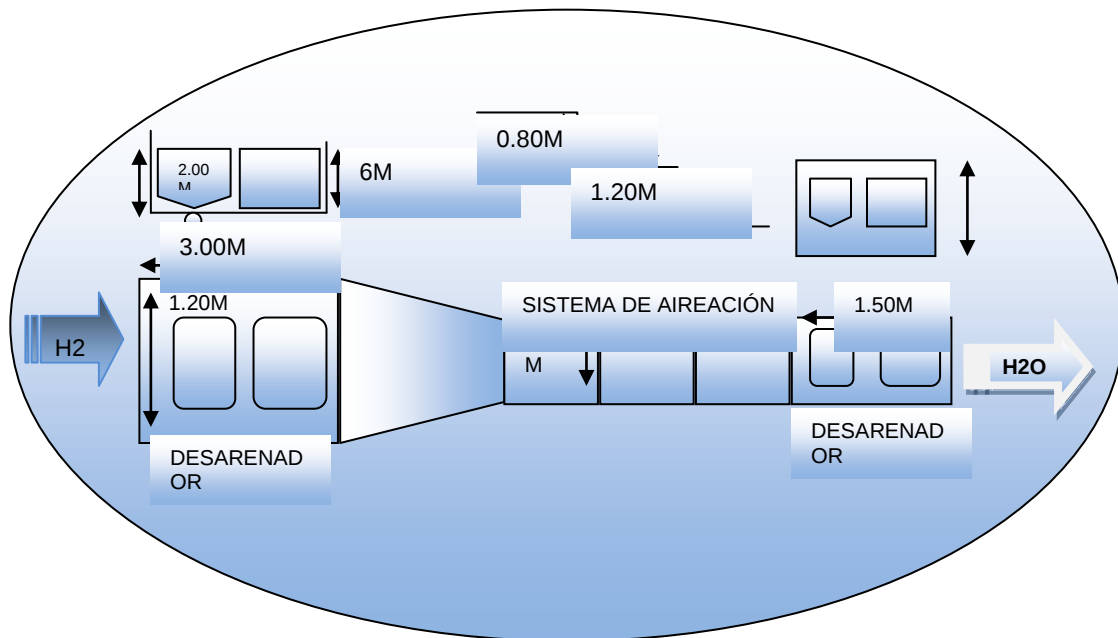
Tabla 51. Manejo de agua de escorrentía

CONTENIDO	DESCRIPCIÓN
Objetivos	- Evitar que las aguas de escorrentía que se produzcan en las pilas de Carbón almacenado y estériles sean vertidas directamente a los cuerpos de agua contaminándolos con partículas. - Evitar la acumulación de sedimentos, mediante la remoción de partículas. - Remover las partículas suspendidas en las aguas de escorrentía y que por su tamaño precipiten en el canal, zanja o cuneta. - Corregir el pH de las aguas ácidas y/o básicas.
Etapas de aplicación	Pre operativa Operativa X Post - operativa X
Impacto Ambiental	Obstrucción de cauces naturales Cambios en la calidad del agua Activación de procesos erosivos Recurso afectado: AGUA, SUELO

CONTENIDO	DESCRIPCIÓN
Tipo de Medida	Prevención Control
Resultados esperados	Recolección de aguas lluvias que escurran de zonas altas y sitios de almacenamiento. Buen funcionamiento canales, zanjas, cunetas, etc. Neutralizar la calidad de las aguas antes de verterlas a los cuerpos hídricos.
Acciones a Desarrollar	Construir canales excavados en tierra con sección transversal rectangular o trapezoidal. El desmonte y limpieza debe hacerse en la zona donde se construirán los canales, quitando malezas y raíces. El material vegetal retirado debe recogerse y almacenarse para su posterior uso en la conformación de barreras vivas o reforestación. La excavación puede ser manual con picas, garlanchas o equipos mecánicos. Las aguas serán conducidas a los tanques de sedimentación para su posterior tratamiento.
Lugar de aplicación	Medida a aplicar en el área destinada a la explotación, áreas perimetrales al sitio destinado a la disposición de estériles e infraestructura, vías de acceso y zonas de posible afectación.

Fuente: El Autor

Figura 12. Modelo de las cascadas de aireación y sistema de Desarenador.



Fuente: El Autor

- Desarenador se construye con pisos en concreto, con muros en mampostería tolete común pañetado e impermeabilizado, con una válvula de limpieza de 3" con tapón con canaleta en concreto de 1.30metros lineales con 3 tramos de 1.20m. y cambios de nivel de 0.80m. Con un desarenador final de 0.50m.L. x 1.50m.L.

7.5 SUELO Y SUBSUELO.

Los impactos en la explotación de la minería subterránea del carbón se presenta en primer lugar una inestabilidad del macizo rocoso y que se incrementa de acuerdo al sistema de explotación utilizado por el explotador. Es así que un mal sistema de explotación o inadecuado para la geología de la zona puede generar problemas graves de inestabilidad del macizo rocoso y fenómenos de subsidencia.

Foto 17. Fracturamiento y continua erosión del macizo rocoso con la generación de riesgo por caída de rocas a la explotación minera contigua a este.



Fuente: El Autor

Foto 18. Desestabilización de macizos rocosos con inminente caída de detritos.



Fuente: El Autor

Foto 19. Aparición de áreas de subsidencia.



Fuente: El Autor

Foto 20. Explotaciones mineras en áreas de alto riesgo por deslizamientos de terrenos erosivos de altas pendientes.



Fuente: El Autor

Foto 21. Deficiente disposición de estériles en terrenos con altas pendientes generando destrucción capa vegetal.



Fuente: El Autor

Foto 22. Acumulación creciente de material de desecho contaminando suelos, incremento en procesos erosivos y contaminación de cauces.



Fuente: El Autor

Foto 23. Acumulación de estériles de la explotación en terreno con pendientes mayores a 45 °.



Fuente: El Autor

Foto 24. Incremento de la erosión en áreas con altas pendientes.



Fuente: El Autor

Foto 25. Área de subsidencia por mala planificación minera.



Fuente: El Autor

Foto 26. Contaminación de suelos con aceites.



Fuente: El Autor

Foto 27. Altas pendientes del terreno y manejo inadecuado de estas con altos impactos en los procesos erosivos.



Fuente: El Autor

Foto 28. Desorden en las actividades mineras de superficie.



Fuente: El Autor

Foto 29. Se observa un recipiente de diesel colgando el cual abastece el motor, situación altamente en riesgo para el trabajador.



Fuente: El Autor

Foto 30. Deficiente disposición de estériles de la explotación.



Fuente: El Autor

Foto 31. Perfilado de taludes en forma manual, sin ninguna planeación para planes de reforestación.



Fuente: El Autor

7.6 RECUPERACION DE AREAS INESTABLES Y PROTECCION Y RESTAURACION DE TALUDES.

Tabla 52. Impactos ambientales a mejorar.

IMPACTO AMBIENTAL	MAGNITUD	TIPO DE MEDIDA				
		PREVENCION	MITIGACION	CONTROL	RECUPERACION	COMPENSACION
DETERIORO DEL PAISAJE	ALTO	X	X			
FENOMENOS DE SUBSIDENCIA	ALTO	X	X			
REMOSION DE MASA	MEDIO	X		X		
EROSION POR CARCAVAS	ALTA	X		X	X	
APORTE DE SEDIMENTOS	ALTA	X	X			

Fuente: El Autor

Tabla 53. Control de erosión y recuperación de áreas inestables.

CONTENIDO	DESCRIPCIÓN
Objetivo	Implementar medidas de manejo para el control de erosión en los taludes intervenidos y zonas en procesos de degradación.
Etapas de aplicación	Pre operativa Operativa X Post – operativa X
Impacto Ambiental	Sedimentación en cuerpos de aguas Activación de procesos erosivos (formación de cárcavas) Pérdida de la calidad visual del paisaje Recursos afectados: SUELO, AGUA, PAISAJE
Resultados esperados	Control de los procesos de erosión. Mínima pérdida del recurso suelo.

CONTENIDO	DESCRIPCIÓN
Acciones a desarrollar	Control de escorrentía superficial mediante zanjas de coronación. Implementar medidas de manejo para el control de la erosión. Relleno de áreas de subsidencia con material estéril. empradizarían de taludes reforestación de taludes Manejo de terrazas perfilado de taludes manual o con maquinaria. Conformación de pendiente de taludes adecuados para evitar deslizamiento con alturas no mayores de 8 metros y 45° de inclinación. Control de aguas en la corona y la base del talud. Control de erosión de cárcavas. Construir sistemas de obras biomecánicas, de bioingeniería como son trinchos, empalizadas, muros de llantas, gaviones o cualquier otra estructura para el control de la erosión. Realizar un seguimiento y tomar las medidas para el control de erosión.
Lugar de aplicación	Las zonas inestables y erosionadas. Áreas de subsidencia.

Fuente: El Autor

7.7 OBRAS DE BIOINGENIERIA PARA LA RECUPERACION DE SUELOS, ESTABILIZACION DE TALUDES Y CONTROL DE EROSION.

7.7.1 Construcción de Trinchos en Guadua o Madera.

Para la construcción de trinchos se deberán suavizar los escarpes de las paredes de la cárcava para evitar que se erosione y permita la revegetación natural; lo cual se logra con una siembra densa de vegetación de rastreras adaptadas al lugar, de tal forma que se asegure una protección permanente de los taludes.

El fondo de la cárcava se protege mediante la construcción de trinchos escalonados con piedra acomodada y/o troncos de madera bien distribuidos en el fondo.

Para diseñar una estructura de trinchos se debe tener en cuenta los siguientes parámetros:

- La altura no debe ser superior a 1,5 m.
- La longitud del trincho.
- La separación horizontal entre trinchos, que determina la longitud de la huella o terraza.
- El tipo de suelo a contener, según su peso específico en estado natural y el ángulo de fricción interna ϕ con el fin de calcular el empuje que el suelo ejercerá sobre la estructura de trinchos.
- Longitud del área deteriorada en sentido de la pendiente.
- Numero trinchos o estructuras a establecer en el terreno.
- Separación entre estructuras o trinchos medida sobre el terreno.

Este tipo de obras de bioingeniería se realizan con la excavación perpendicular a la pendiente del terreno. Se hacen zanjas de 1.1 metro a partir de la cota del terreno. Posteriormente se hace un hoyado para el hincado de un poste de guadua u otra madera de 0.5 metros. La longitud de la vara es de 2.6 metros con un diámetro entre 0.15 a 0.2 metros. Para contener la tierra se coloca madera, guadua detrás de los postes. Detrás del trincho se rellena con material de la excavación y se perfila el talud.

Foto 32. Construcción de trincho en guadua para control de erosión.



Fuente: El Autor

Foto 33. Construcción de trincho en guadua en terreno de alta pendiente con su drenaje.



Fuente: El Autor

Foto 34. Sistema de terrazas.



Fuente: El Autor

Foto 35. Fase de hoyado e hincado de portería.



Fuente: El Autor

Foto 36. Fase de perfilado y conformación de la parte posterior del trincho.



Fuente: El Autor

Foto 37. Construcción de trincho en madera de la zona.



Fuente: El Autor

Foto 38. Resultado parcial de trincho en guadua pero falta reforestación.



Fuente: El Autor

Foto 39. Construcción de trincho en madera rolliza.



Fuente: El Autor

Foto 40. Construcción de filtro vivo en madera rolliza.



Fuente: El Autor

Foto 41. Construcción de filtro vivo en madera perpendicular a la pendiente del terreno.



Fuente: El Autor

Foto 42. Construcción de trincho en madera para control de erosión y deslizamiento.



Fuente: El Autor

Foto 43. Construcción de trincho en madera para contención de erosión de talud



Fuente: El Autor

Foto 44. Estabilización de zona de deslizamiento.



Fuente: El Autor

Foto 45. Trincho en madera en área erosionada en una cárcava.



Fuente: El Autor

Foto 46. Siembra de árboles nativos frente al trincho.



Fuente: El Autor

Foto 47. Sistema de trincho en madera y orillo en terrenos con deslizamiento.



Fuente: El Autor

Foto 48. Conformación de control de deslizamiento, drenaje y erosión con filtros vivos, trinchos y canalización de aguas con alcantarilla de concreto.



Fuente: El Autor

Foto 49. Construcción de filtro en piedra media songa y geotextil.



Fuente: El Autor

7.7.2 Disposición de Material Esteril.

Tabla 54. Impactos ambientales a mejorar.

IMPACTO AMBIENTAL	MAGNITUD	TIPO DE MEDIDA				
		PREVENCIÓN	MITIGACIÓN	CONTROL	RECUPERACIÓN	COMPENSACIÓN
Incremento en la erosión e inestabilidad de taludes	alta	x			x	
deterioro en paisaje	media		x			

Fuente: El Autor

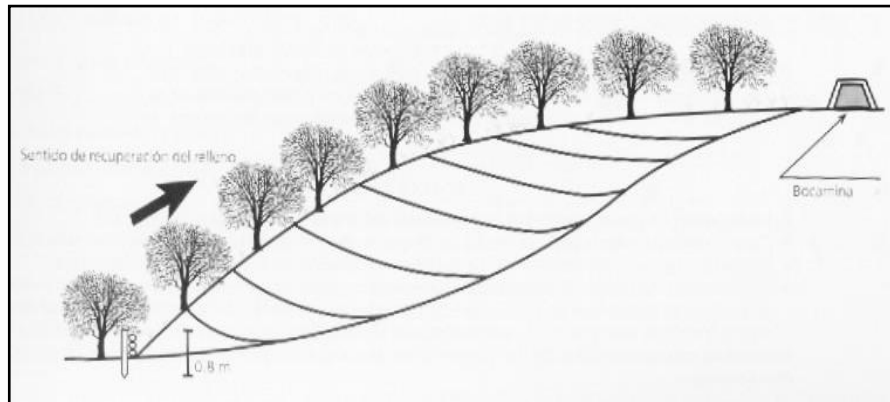
Tabla 55. Manejo y disposición de estériles.

CONTENIDO	DESCRIPCIÓN
Objetivo	Manejar y disponer de manera adecuada los estériles resultantes de la explotación minera con el fin de prevenir la generación de fenómenos erosivos e inestabilidad de laderas. Mitigar los efectos por la generación de cambios morfológicos y alteración del relieve natural y paisaje. Evitar la alteración de los recursos hídricos de la zona.
Etapas de aplicación	Pre operativa Operativa X Post - operativa X
Impacto Ambiental	Afectación de comunidades faunísticas Cambio y deterioro del paisaje Sedimentación en cuerpos de agua Activación e incremento de procesos erosivos Recursos afectados: AGUA , SUELO, FAUNA Y FLORA
Resultados esperados	Adecuación técnica para la disposición de estériles, especialmente referida al manejo de la estabilidad de taludes y de recuperación morfológica y paisajística.
Acciones a	El material estéril puede disponerse dentro de la mina,

CONTENIDO	DESCRIPCIÓN
desarrollar	mediante el sistema de bolsillo o como relleno de zonas explotadas. Construir canales excavados en tierra revestidos en piedra caliza, con sección transversal rectangular o trapezoidal con recubrimiento en arcilla apisonada. El desmonte y limpieza debe hacerse en la zona donde se construirán los canales, quitando malezas y raíces. construir un botadero para estériles, que se situé en un sitio apropiado y que cumpla con las siguientes características: Sitios de baja pendiente El botadero debe estar alejado de drenaje alguno En lo posible donde no haya la necesidad de remover capa vegetal o destruir la vegetación. La construcción del botadero consiste en colocar un pequeño muro de contención en madera, en la parte inferior del talud que se va a conformar, para que a medida que se valla haciendo el botadero permita su estabilidad. La manera de depositar el material es en capas horizontales, compactándolo como mínimo cada 40 centímetros, para optimizar el volumen a ocupar, hasta alcanzar la altura máxima de 1.3 metros. Se deben ir abriendo cunetas alrededor del talud que se va conformando, con el objeto de recoger las aguas lluvias, para evitar la posible erosión y posible inestabilidad.
Cronograma de ejecución	Cargue y descargue de material estéril durante la etapa de explotación.
Lugar de aplicación	Botadero se ubica de acuerdo a la selección y autorización de este.

Fuente: El Autor

Figura 13. Regevetalización de botaderos.



Fuente: El Autor

En la figura 13 se muestran un diseño que es aplicable a las escombreras que no afectan quebradas y que están dispuestas en ladera, en donde las condiciones morfológicas de la mina no permiten que la escombrera sea reubicada en zonas planas o de ondulación suave. Conformar taludes en escalera, que comprende la delimitación del área externa del talud, cercándolo con estacas de aproximadamente 10 cm de diámetro a distancia de 30 a 50 cm, hincándolas al piso formando un enramado. La escombrera se debe ir conformando de abajo hacia arriba protegiéndola mediante cerca, y complementación mediante labores de Regevetalización.

7.8 PAISAJE.

Las actividades de la minería generan un proceso de deterioro muy marcado en el medio ambiente y el paisaje debido a las malas prácticas mineras y a la falta de planificación en el desarrollo de estas. Existe una alteración del paisaje con el hundimiento de los terrenos donde se hace la explotación subterránea producto de una mala planeación y explotación minera, además de la destrucción de la cobertura vegetal y el incremento en los procesos erosivos.

La construcción de vías sin ninguna planeación y de la adopción de medidas de mitigación genera la desestabilización de taludes y deslizamientos de la ladera, modifican claramente el paisaje. La construcción de centros de acopio de carbón y zonas de descargue sin el respectivo estudio técnico y la creciente improvisación de los trabajos por parte de los operadores de maquinaria son el común denominador en la destrucción y modificación del paisaje.

La utilización de madera para el reforzamiento de los túneles de explotación subterránea, hacen que exista una gran demanda de este producto, generándose de esta forma un alto consumo y destrucción de bosque de eucaliptos que en muchos de los casos no se hace la respectiva resiembra, convirtiéndose en una problemática regional.

Además la modificación continúa con la mala disposición de estériles o materiales producto de la excavación de los túneles que son colocados de forma arbitraria en las inmediaciones de la bocamina o sitio de montaje de la explotación hacen aún más el aumento del impacto sobre el paisaje.

La modificación de pendientes del suelo, movimiento de tierras para adecuación de áreas de almacenamiento de carbón según la necesidad del empresario también hace que se incremente el impacto sobre el paisaje y otros aspectos ambientales.

7.9 DISEÑO PAISAJISTICO Y DE REPOBLACION VEGETAL.

Tabla 56. Repoblación vegetal y diseño paisajístico.

CONTENIDO	DESCRIPCIÓN
Objetivo	Delimitar con barreras vivas, el área de la bocamina y bocavientos de la zona de explotación. Reducir la velocidad del viento. Disminuir la erosión eólica.

CONTENIDO	DESCRIPCIÓN
	Controlar la emisión de material particulado y atenuar los niveles de ruido producidos por maquinaria. Mejoramiento paisajístico. Rehabilitar áreas críticas y proteger y/o recuperar terrenos, que siendo de vocación protectora de aguas y suelos se encuentran en proceso acelerado de degradación.
Etapas de aplicación	Pre operativa Operativa X Post - operativa X
Impacto Ambiental	Degradación de la cobertura vegetal protectora Pérdida de la capacidad reguladora de las fuentes hídricas Desprotección de suelos de alta vulnerabilidad a la erosión. Recurso Afectado: Suelo, Agua, Vegetación.
Tipo de Medida	Prevención Control Mitigación
Resultados esperados	Control de la erosión. Mejorar el aspecto paisajístico Reducir las emisiones de material particulado.
Acciones a desarrollar	Definir áreas de siembra. Determinar la época más propicia para la siembra, se recomienda con las primeras lluvias. Calcular el número de plantas necesarias. El trazado debe hacerse siguiendo las curvas de nivel y el ahoyado mínimo de 30 cm de lado por 30 cm de profundidad. Sembrar hileras de plantas de crecimiento denso en forma estratificada. Evitar que la altura de jarillones perimetrales sobrepasen la de la barrera viva y conformar una franja colindante con las vías. Fertilización: De acuerdo a los requerimientos del suelo, deben utilizarse compuestos como triple 15, abono orgánico, compost, etc.
Cronograma de ejecución	Explotación, durante la operación de la mina. Cierre y recuperación de la mina.
Lugar de aplicación	En el perímetro del predio, especialmente en límites con vías. Dentro del predio.

Fuente: El Autor

Se debe realizar un análisis de las especies herbáceas y arbustivas adecuadas para la Regevetalización de las bocaminas y bocavientos mineros abandonados.

TECNOLOGÍAS USADAS.

- Preparación del terreno con sustancias que aporten nutrientes a las plántulas establecidas como compost elaborado a partir de desechos de material vegetal obtenido a partir de las labores de remoción de la cobertura vegetal.
- Aplicación de fertilizantes e insecticida para controlar las plagas o enfermedades que puedan atacar la revegetalización.
- Trazado: Se debe hacer el trazado siguiendo las curvas de nivel.
- Ahoyado: 30 cm de lado por 30 cm de profundidad.
- Semilleros: Establecer un vivero en la zona para la producción de plántulas de las mejores especies analizadas en los ensayos de seguimiento en las parcelas permanentes.
- Siembra: utilizar material vegetal del vivero mínimo de 50 cm de altura. En área de pendientes mayores de 30% se sembrará en tres bolillo o en triángulo y en terrenos planos, en cuadrado, en distancias promedias de 1.50 x 1.50.
- Fertilización: De acuerdo a los requerimientos del suelo, deben utilizarse compuestos como triple 15, abono orgánico, compost, etc.
- Mantenimiento: Cercar los terrenos reforestados, vigilar y realizar mantenimiento a las plantaciones.

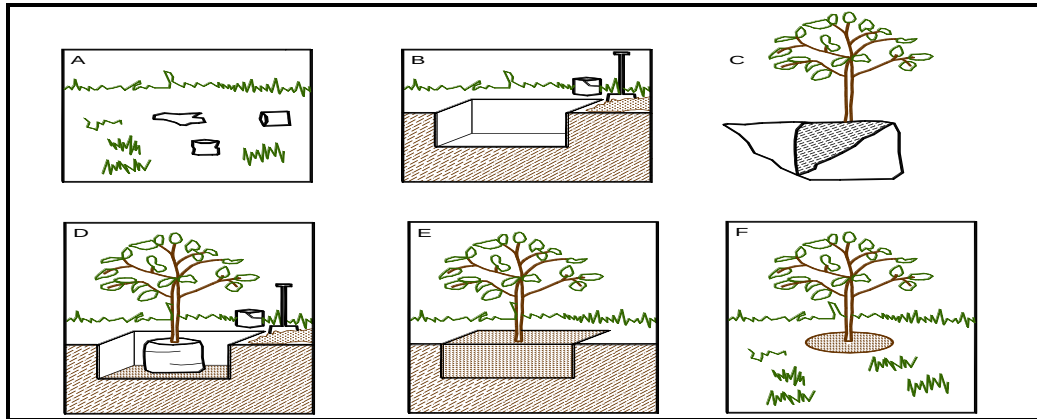
Tabla 57. Tecnología utilizada para siembra de árboles.

ESPACIO ENTRE ÁRBOLES	NUMERO DE ÁRBOLES POR HECTAREA	DISTANCIA ENTRE FILAS	DISTANCIA ENTRE ÁRBOLES EN LAS FILAS
2.0 X 2.0	2888	1.70	2.0
2.5 X 2.5	1666	2.20	2.5
3.0 X 3.0	1283	2.60	3.0
4.0 X 4.0	722	3.50	4.0
5.0 X 5.0	462	4.30	5.0
10 X 10	115	8.70	10.0

Fuente: El Autor

Figura 14. Plantación en suelo.

A. Limpieza del terreno, B. Ahoyado, C. Selección del material vegetal y retiro de la bolsa, D. Colocación de la planta dentro del hoyo, E. Llenado del hoyo con tierra preparada, F. Resultado final.



Fuente: El Autor

7.10 MANEJO Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS.

Tabla 58. Impactos ambientales a mejorar.

IMPACTO AMBIENTAL	MAGNITUD	TIPO DE MEDIDA				
		PREVENCION	MITIGACION	CONTROL	RECUPERACION	COMPENSACION
contaminación de suelos	alta	x				
Generación de residuos sólidos.	alta	x				
Contaminación atmosférica por olores	alta		x			
Proliferación de vectores por contaminantes	alta	x				
deterioro paisajístico	medio			x		
lixiviación	alta	x				

Fuente: El Autor

Tabla 59. Manejo y disposición final de residuos sólidos

CONTENIDO	DESCRIPCIÓN
Objetivo	Prevenir problemas sanitarios y ambientales por causa del mal manejo de basuras y residuos sólidos.
Etapas de aplicación	en todo el proceso de explotación minera
Tipo de Medida	Preventiva. Establecer políticas para el manejo de residuos sólidos y adoptar acciones pertinentes para evitar los efectos sobre el ambiente. Mitigación. Optimizar el manejo de materiales necesarios para las operaciones mineras. Control. Mediante mantenimientos periódicos programados y constantes realizar seguimiento a la disposición final de los residuos.
Resultados esperados	Recolección de los residuos sólidos domésticos de las viviendas ubicadas dentro del área de influencia de la mina y los generados por los transportadores. Contratar a personal idóneo en el transporte, almacenamiento y disposición final de residuos peligrosos generados en la actividad minera.
Acciones a Desarrollar	Implementar programa de selección de residuos en la fuente. Colocar canecas estratégicamente ubicadas y señalizadas en el predio de la mina. Disponer de áreas señalizadas para el manejo de residuos. Los materiales como residuos de comida del casino se emplearán para hacer compost que servirá de abono para los árboles a sembrar. Identificación de residuos sólidos típicos, separarse y acopiarse temporalmente para ser reciclados por terceros. Utilizar y establecer códigos de colores. Dimensionamiento: La producción de basuras en Kg./minero x día, de acuerdo al No de trabajadores que pueden llegar a laborar en una mina, es la siguiente: • 5 - 10 : 0.1 Kg./minero - día • 10 - 30 : 0.1 Kg./minero - día • > 30 : 0.2 Kg./ minero - día El manejo adecuado de los residuos sólidos producidos debe comenzar con una charla de carácter informativo y de educación ambiental con la cual se despierte y fortalezca el grado de concientización y preservación hacia el medio ambiente. Los residuos sólidos reciclables recogidos en canecas podrán venderse como chatarra a cooperativas encargadas de reciclaje en la región.

Tipo de residuos generados	Chatarra: Partes y piezas de equipos, tubería, láminas. Canecas: Tambores metálicos contaminados. Empaques: Materiales diversos como papel, cartón, plástico, madera. Batería de vehículos y maquinaria: principalmente componente plomo. Basuras domésticas; Residuos de viviendas Filtros: de aire, combustible o aceites utilizados por equipos. Partes eléctricas: Herrajes, cables, balastos. Grasa mecánica: Residuos de grasa que producen durante el mantenimiento de equipo.
Cronograma de ejecución	Esta medida se tomará desde que se inicien labores de construcción y posterior en la explotación.
Lugar de aplicación	-Infraestructura en superficie como: casino, campamentos, patios, etc. -En general el área de influencia de la mina.

Fuente: El Autor

Figura 15. Señalización de los recipientes para basura de acuerdo al tipo de material.



Fuente: El Autor

Foto 50. Fallas en el almacenamiento de residuos peligrosos y deficiencias en el almacenamiento de residuos sólidos.



Fuente: El Autor

Foto 51. Inadecuado almacenamiento de madera.



Fuente: El Autor

Foto 52. Fallas en la organización de disposición de residuos sólidos.



Fuente: El Autor

7.11 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.

Tabla 60. Impactos ambientales a mejorar.

IMPACTO AMBIENTAL	MAGNITUD	TIPO DE MEDIDA				
		PREVENCION	MITIGACION	CONTROL	RECUPERACION	COMPENSACION
contaminación de aguas superficiales	medio	X				
contaminación de aguas subterráneas	medio	X				

Fuente: El Autor

Foto 53. Construcción de unidades sanitarias de campamentos sin un adecuado sistema de tratamiento de aguas residuales.



Fuente: El Autor

Foto 54. Malacate rudimentario con fuga de aceites contaminando suelo y agua de escorrentía.



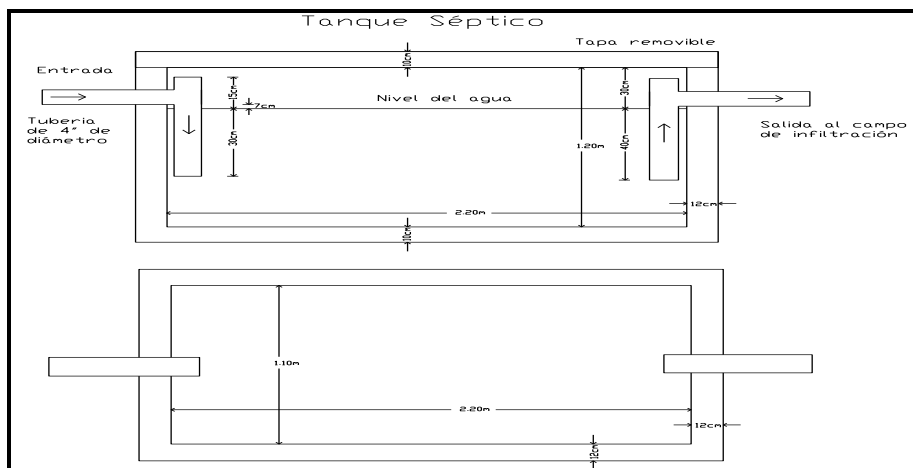
Fuente: El Autor

Tabla 61. Control y tratamiento de aguas residuales domésticas.

CONTENIDO	DESCRIPCIÓN
Objetivos	Evitar que las aguas residuales domésticas de la batería sanitaria sean vertidas directamente a los cuerpos de agua (quebradas, ríos, riachuelos) contaminándolos con partículas biológicas o químicas. Construir y operar el sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas.
Etapas de aplicación	Se implementa cuando hay viviendas y casinos en el área de la explotación.
Impacto Ambiental	Contaminación de suelos. Contaminación de aguas superficiales y subterráneas Contaminación atmosférica por olores. Proliferación de vectores contaminantes. Recurso afectado: Agua, Aire, Suelo
Resultados esperados	Disminuir la carga contaminante por vertimientos. Realizar tratamiento primario en las A.R. Minimizar o eliminar la afectación a la salud y el ambiente del entorno.
Acciones a desarrollar	Construir trampas de grasas conectadas a los efluentes de duchas. Construir tanques sépticos anaeróbicos. Construir un filtro con un volumen mínimo de 500 litros mediante capas superiores de arenas gruesas y gravas finas de 15 cm de espesor.
Cronograma de ejecución	Durante la operación de la mina.
Lugar de aplicación	El pozo séptico y la trampa de grasas serán construidos mínimo a 20 m fuera de las edificaciones o servicios sanitarios. Alejadas de fuentes de abastecimiento de aguas superficiales o subterráneas

Fuente: El Autor

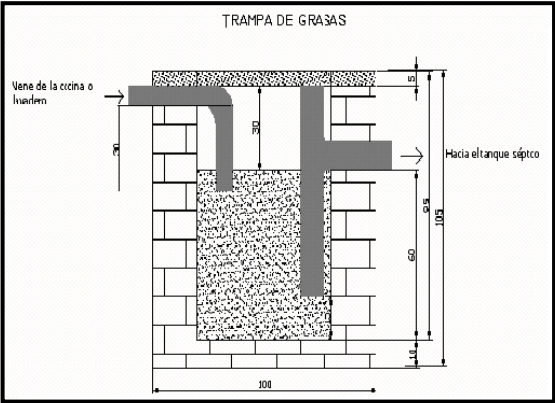
Figura 16. Características técnicas generales del tanque séptico para 10 a 14 usuarios.



Fuente: El Autor

Las aguas residuales domésticas a tratar son las provenientes de la batería sanitaria que se acondicionará cerca a la bocamina proyectada que tendrá un pozo séptico para su tratamiento

Figura 17. Características técnicas generales de trampa de grasas para 10 a 14 usuarios.



Fuente: El Autor

Se recomienda la construcción de una trampa de grasas antes del pozo séptico, para evitar el paso de las grasas provenientes de las actividades domésticas y las aguas de lavado y afecten el funcionamiento adecuado del pozo. Se usa para evitar que las aguas lleguen al pozo de absorción y dañen la capacidad de infiltración del suelo.

7.12 GESTION SOCIAL.

Tabla 62. Impactos ambientales a mejorar.

IMPACTO AMBIENTAL	MAGNITUD	TIPO DE MEDIDA				
		PREVENCION	MITIGACION	CONTROL	RECUPERACION	COMPENSACION
generación de empleo para mano de obra no calificada	media					x
Desmejoramiento de la calidad de vida	alta				x	

migración población	media	x				
conflictos con comunidades	media			x		
regalías	media			x		
incumplimiento con seguridad social e industrial	alta			x		

Fuente: El Autor

Foto 55. Deficiencias en el sistemas de protección de la bocamina, se observa taludes negativos e inestabilidad del macizo rocoso.



Fuente: El Autor

Foto 56. Deficiente información para la seguridad minera interna de la explotación minera.



Fuente: El Autor

Foto 57. Señalización de seguridad industrial minera.



Fuente: El Autor

Foto 58. Deficiente instalaciones eléctricas al interior de la mina.



Fuente: El Autor

Foto 59. Sistema de compresores eléctrico sin una infraestructura para su protección.



Fuente: El Autor

Foto 60. Patio de acopio de carbón con fallas en el almacenamiento y mitigación de impactos, sin control de aguas de escorrentía.



Fuente: El Autor

Foto 61. Explotación minera rudimentaria, con fallas en la planeación minera e incumplimiento de la normatividad ambiental.



Fuente: El Autor

Foto 62. Interior de una mina de carbón.



Fuente: El Autor

Foto 63. Malacate tipo de diesel instalado en deficientes condiciones de seguridad industrial.



Fuente: El Autor

Foto 64. Deficiente organización en la ubicación del taller y almacenamiento de herramientas.



Fuente: El Autor

Foto 65. Infraestructura inadecuada para el cuarto del maquinas malacate diesel generando contaminación por ruido.



Fuente: El Autor

Foto 66. Falta de planeación minera en la explotación, inexistencia de un desarrollo urbanístico y paisajístico.



Fuente: El Autor

7.13 MATRIZ DE IMPACTOS.

Tabla 63. Matriz de impactos ambientales de la minería subterránea del carbón.

VALORACION DE IMPACTO		FACTORES AMBIENTALES														
1: ALTO 2:MEDIO 3: BAJO NA: NO APLICA		ATMOSFERA		AGUA		SUELOS		VEGETACION	FAUNA	PROCESOS GEOFISICOS				MORFOLOGIA Y PAISAJE		ASPECTOS SOCIALES
ETAPAS DEL PROCESO DE EXPLOTACION	ACTIVIDADES DESARROLLADAS EN LA MINERIA SUBTERRANEA	CALIDAD DEL AIRE	RUIDO	AGUAS SUPERFICIALES	AGUAS SUBTERRANEAS	CARACTERISTICAS EDAFICAS	USO DE SUELO	ESPECIES Y COMUNIDADES VEGETALES	ESPECIES Y POBLACION ANIMAL	INUNDACION	EROSION	SEDIMENTACION	INESTABILIDAD	HUNDIMIENTOS	MODIFICACIONES EN EL PAISAJE	CONFLICTOS CON LA COMUNIDAD
EXPLORACION	PERFORACION	1	1	3	3	3	1	3	2	0	0	0	3	0	0	2
	USO DE EXPLOSIVOS	1	1	2	1	0	3	0	1	0	0	0	2	3	3	1
MONTAJE	INFRAESTRUCTURA	0	2	3	0	0	2	3	3	0	0	0	0	0	1	3
	VIAS	3	1	0	0	3	0	3	3	3	3	0	0	0	3	0
EXPLOTACION	DESARROLLO	0	3	0	2	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0
	APERTURA DE TUNELES	3	3	0	2	3	0	0	0	2	3	0	2	0	0	1
	PREPARACION	3	2	3	1	3	0	0	0	3	0	0	3	0	0	0
	EXTRACCION	2	2	0	1	0	0	0	0	3	0	0	3	1	0	0
	ACOPIO DE CARBON	3	3	2	0	3	2	2	0	0	0	1	3	0	1	2
	CARGUE Y DESCARGUE	3	2	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	3
	TRANSPORTE EINTERNO	2	2	0	3	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
	ESTERILES	3	3	1	3	1	1	1	1	2	2	1	3	0	1	1
	ENTIBACION	0	3	1	0	1	2	1	2	1	1	1	1	3	1	1
	TRANSPORTE EXTERNO	2	1	3	0	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	1
	DESAGUE	0	3	1	1	1	2	2	2	1	1	1	2	0	2	1
	ILUMINACION	0	3	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2
	VENTILACION	1	1	3	0	0	2	2	1	0	0	0	0	0	3	3
	DERRUMBES	0	2	2	1	2	2	2	2	1	1	1	3	1	1	1

	PRODUCCION DE GASES Y POLVO	1	3	3	1	2	2	3	1	0	0	0	0	0	3	1
	ACOPPIO DE COMBUSTIBLE Y ACEITES	0	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3
	MANEJO DE ACEITES	0	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3
	MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA	3	3	3	0	2	1	3	3	0	0	0	0	0	2	0
CIERRE	BOCAMINA	3	1	3	2	0	3	0	0	2	0	0	0	2	3	0
	MINAS	3	1	2	1	1	3	3	3	1	1	1	1	1	0	0

Fuente: El Autor

8. PROGRAMAS PROPUESTOS PARA UNA PRODUCCION SOSTENIBLE.

8.1 SECTOR INSTITUCIONAL.

8.1.1 Programa: Plan de Ordenamiento minero para la microcuenca de pueblo viejo y la laguna de Cucunubá.

PROYECTOS:

Formulación e implementación del plan de ordenamiento minero de la microcuenca de pueblo viejo.

Formulación e implementación del plan de ordenamiento para la laguna de Cucunubá.

8.1.2 Programa: Fomento de la economía solidaria y cooperativismo en la pequeña minería.

PROYECTOS.

Constitución de la asociación de mineros de la microcuenca de Pueblo viejo municipio de Cucunubá.

8.2 RECURSO SUELO.

8.2.1 Programa: Prevención y control de la erosión en la microcuenca

PROYECTOS.

Construcción y operación de un vivero operado por la asociación de mineros de pueblo viejo.

Reforestación del área de la microcuenca con la participación del gremio minero, alcaldía municipal y comunidad.

Construcción de obras de bioingeniería para recuperación de suelos y control de erosión.

8.3 MANEJO RECURSO AGUA.

8.3.1 Programa: calidad del agua.

PROYECTOS.

Construcción de obras de tratamiento primario y secundario para el manejo de aguas provenientes de las minas en cada una de las explotaciones mineras.

Construcción de obras para el control de la sedimentación en cada una de las explotaciones mineras de la microcuenca.

Uso eficiente del agua.

8.3.2 Programa.

Implementación del saneamiento básico de la microcuenca.

PROYECTOS: Construcción de unidades sanitarias y pozos sépticos para la población de la microcuenca.

Construcción de pozos sépticos eco-eficientes en los campamentos mineros para el control de aguas residuales domésticas.

8.4 RESIDUOS SOLIDOS.

8.4.1 Programa: Residuos sólidos

PROYECTOS.

Capacitación para el manejo de residuos sólidos y residuos peligrosos orientado a la comunidad de la microcuenca y el sector minero.

Formulación e Implementación del plan de gestión integral de residuos sólidos de la microcuenca.

Aprovechamiento de la escoria como sustrato para cultivos.

8.4.2 Programa: Manejo de sustancias peligrosas

PROYECTO.

Capacitación al gremio minero en el manejo, transporte y disposición final de aceites y combustibles para la actividad minera.

Implementación del sistema de manejo y disposición final de aceites y sustancias peligrosas.

8.5 AIRE.

8.5.1 Programa: Disminución de emisiones atmosféricas

PROYECTO.

Implementación de medidas de protección y control de arrastre del material particulado del carbón por la acción eólica en las zonas de explotación.

Establecimiento de medidas de control en el transporte del carbón para evitar dispersión del material particulado en el aire.

Establecimiento de barreras vivas con especies de rápido crecimiento.

8.5.2 Programa: Disminución ruido.

PROYECTOS.

Adquisición de equipos y maquinaria eco eficientes.

Gestión empresarial para el mantenimiento de equipos y maquinaria de la minería.
Construcción de cuartos de máquinas con materiales absorbentes y amortiguadores de ruido.

Construcción de barreras en terraplenes o jarillones

Establecimiento de barreras vivas en el área del proyecto.

8.6 TECNOLOGIA.

8.6.1 Programa: Transferencia de tecnología para la modernización en la explotación minera tradicional.

PROYECTO.

Fomento para la investigación científica y transferencia de nuevas tecnologías eco eficiente en la explotación subterránea del carbón.

8.7 DESARROLLO EMPRESARIAL.

8.7.1 Programa: Sistemas de gestión de calidad

PROYECTOS.

Formulación e implantación de un sistema de gestión de calidad
Capacitación y formación ambiental

8.8 INDICADORES DE GESTION AMBIENTAL.

Tabla 64. Indicadores de gestión ambiental.

GRUPO	INDICADOR GENERAL
PRODUCTIVIDAD	TONELADAD DE CARBON/ UNIDAD DE TIEMPO
CONSUMO	AGUA CONSUMIDA
	AGUA BOMBEADA
	ENERGIA ELECTRICA (INSTALACIONES+EXPLOTACION)
	ENERGIA DIESEL EN LA EXPLOTACION
MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL	GENERACION DE RESIDUOS SOLIDOS
	GENERACION DE VERTIMIENTOS
	GENERACION DE EMISIONES
	EMISIONES RUIDO
REQUISITOS LEGALES	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL O LICENCIA
	CONCESION DE AGUAS
	PERMISO DE VERTIMIENTOS
	PERMISO DE EMISIONES
	TITULO MINERO
	SOLICITUD EN TRAMITE
ESTADO DE LA EXPLOTACION	FASE DE SOLICITUD
	FASE DE EXPLORACION
	FASE DE MONTAJE
	FASE DE EXPLOTACION
	FASE DE CIERRE
IMPLEMENTACION DE SISTEMAS DE GESTIOS AMBIENTAL	SISTEMAS DE GESTION AMBIENTAL
	NUMERO DE EMPLEADOS CAPACITADOS EN SEGURIDAD E HIGIENE MINERA
	NUMERO DE EMPLEADOS DCAPACITADOS EN SISTEMAS DE GESTION AMBIENTAL
	PLANES DE CONTINGENCIA
	NUMERO DE EMPLEADOS CAOPACITADOS EN PLANES DE CONTINGENCIA
	NUMERO DE EMPLEADOS CAPACITADOS EN PRODUCCION LIMPIA
ASOCIATIVIDAD	POSEE CAMARA DE COMERCIO
	NUMERO DE IDENTIFICACION TRIBUTARIA
	PAGO DE REGALIAS
	FORMA PARTE DE AGREMIACION
TIPO DE TECNOLOGIA UTILIZADA EN LA EXPLOTACION	MARTILLOS - COMPRESORES
TIPO DE SISTEMA DE EXPLOTACION	ESNSANCHE DE TAMBORES
	CAMARAS Y PILARES

Fuente: El Autor

9. SISTEMA DE AUTOCONTROL EN LA EXPLOTACION MINERA SUBTERRANEA TRADICIONAL.

Se propone la elaboración de una guía de formatos de para la planeación, seguimiento, evaluación y control de la actividad minera subterránea y la implementación de medidas ambientales.

INFORMACION GENERAL DE LA EMPRESA
Nombre o razón social
Nit
Representante legal
Número de identificación
Dirección del representante legal
Teléfono fijo y celular
Email.
Ubicación del predio vereda
Numero catastral del predio
Matricula inmobiliaria del predio
Ubicación del predio coordenadas X, Y
Número de trabajadores

INFORMACION LEGAL
Código título minero
Ubicación del título minero coordenadas X, Y
Numero expediente solicitud minería de hecho o tradicional
Numero expediente ambiental CAR (regional Ubate)
Estado actual tramite, responsable

ESTUDIOS TECNICOS
Estudio topográfico completo
Estudio de suelos y cimentaciones

Aforos de caudales
Estudio geotécnico
Plan de obras y trabajos
Plan de trabajos y obras
Plan de manejo ambiental
Estudio de salud ocupacional.

COMPONENETE AGUA
Fuente de abastecimiento agua potable para uso doméstico (nacimiento, pozo acueducto sucuneta, otro)
Consumo m3/mes
Existen nacimientos de agua en al predio.
Caudal m3
Existen quebradas contiguas al predio, en el predio.
Nombre de las quebradas
Afectación de la quebrada: alto, medio, bajo
Coordenadas de localización de la quebrada
Hay presencia de depósitos de estériles o movimiento de tierras en la quebrada
Hay presencia de erosión en las vecindades de la quebrada
Hay bombeo de aguas subterráneas
Horas de bombeo de agua subterránea
Tipo de tratamiento de agua bombeada
Concesión de aguas
Utilización de aguas lluvia
Reservorios área disponible para reservorios
Capacidad de almacenamiento reservorio m3
Consumo de agua de reservorios m3/mes
Programa de uso eficiente del agua
Canales perimetrales del área de explotación
Drenajes de agua de escorrentía del área de explotación
Drenajes de agua de escorrentía del área del predio no contaminada
Sistema de tratamiento de sedimentación de aguas superficiales y de escorrentía.

VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
El campamento posee unidad sanitaria
Posee sistema de tratamiento de aguas residuales
Caudal generado m3/s de vertimientos A.R.
Existe construido canales perimetrales
Hay caracterización de aguas de vertimientos
Ensayos DBO, DQO5
Existen sitios de almacenamiento de combustibles y aceites
Trampa de grasas

RESIDUOS SOLIDOS
Cantidad de residuos solidas producidos m3/mes
Tipo de residuos generados
Separación en la fuente de residuos sólidos.
Programa de reciclaje
Manejo de estériles reubicación, escombreras

EMISIONES ATMOSFERICAS
Se realizan quemas de residuos de madera u otros materiales.
Existen emisiones de los motores diesel
Se quema carbón con otros usos
Número de vehículos que ingresan a la mina
Vehículos carpados

IMPACTO RUIDO
Posee compresores
Tipo de compresores
Tipo de tecnología utilizada
Posee cuarto de máquinas para compresores
Posee cuarto de máquinas para malacate diesel
Posee cuarto de máquinas para malacate eléctrico

INFRAESTRUCTURA MINERA
Tipo de material de apuntalamiento
Tipo de rieles
Tipo de coche de carbón
Capacidad coche
Tipo de malacate
Posee tolva
Posee tolva cubierta
Tipo de material tolva
Banda transportadora
Zona de cargue
Sistema de cargue
Tipo de vehículo para cargue
Patio almacenamiento de carbón cubierto
Maquinaria cargador

ENERGIA CONSUMIDA
Tipo energía instalada
Empresa que suministra energía
Consumo energía eléctrica mensual
Diesel consumido
Gasolina consumida

SISTEMA DE GESTION AMBIENTAL
Posee formulado SGA
Implementado SGA
Auditorias en SGA
Plan de contingencia formulado
Plan de contingencia simulacros

SISTEMA DE SALUD OCUPACIONAL
Número de trabajadores
Afiliación de trabajadores

Salud
Pensiones
Riesgos
COPASO
Reglamento interno de trabajo
Dotación
Programa salud ocupacional

PRODUCCION Y COMERCIALIZACION
Toneladas producidas
Clase de carbón
Características físico químicas del carbón
Pago regalías
Pago impuestos

10. GUIA DE PRODUCCION SOSTENIBLE.

Amigos Mineros:

Eviten la Contaminación Ambiental.

RECOMENDACIONES

- No realizar quemas de madera y basuras.
- Construir tolvas en maderas o metálicas con cubierta y recubrimiento lateral.
- Humedecer con aspersores las pilas de carbón.
- Construir áreas cubiertas para almacenamiento de carbón.
- Sembrar árboles como barreras vivas.
- Construir cerramientos con lonas.
- Construir cerramientos de los patios de almacenamiento de carbón.



Amigos Mineros:

Recuerden:

Evitar la Erosión



RECOMENDACIONES

- Perfilar el terreno con maquinaria o manualmente.
- Construcción de terrazas en terrenos inclinados.
- Construir trinchos en madera rolliza.
- Construir filtros vivos.
- Reforestar las terrazas



Amigos Mineros:

Recuerden:

Realizar el tratamiento del agua que bombea de la mina.

RECOMENDACIONES

- Instale un sistema eco-eficiente de bombeo.
- Instale un sistema adecuado para el transporte del agua de la mina hasta un tanque de almacenamiento.
- Construya un tanque de almacenamiento ó una poceta revestida.
- Construya un tanque de sedimentación e incorpore cal para neutralizar la acidez del agua.
- Construya un sistema de aireación.
- Reutilice el agua para los sanitarios y riego de arboles sembrados.



Programa De Minería Limpia Para Un Ambiente Sano.

Amigos Mineros:

Recuerden Reforestar el área de su explotación.

Siga los siguientes pasos:

1. SELECCIÓN DEL TERRENO

Es necesario ubicar los árboles en drenajes o nacimientos de agua.



2. SELECCIÓN DE LA ESPECIE

Las especies seleccionadas son aquellas que ayudan a conservar el agua.



3. TRAZADO Y MARCACIÓN

TRESBOLILLO O TRIÁNGULO (Especial para pendiente)

Es apropiado sobre todo para las plantaciones de protección, porque caben más por hectárea.

Este sistema se caracteriza por tener una distribución en triángulos, con lo que se logra un esparcimiento uniforme entre los árboles.

CUADRADO O RECTANGULAR (Especial para zona plana)

Este sistema se emplea en lugares con poca pendiente.

4. APERTURA DE HOYOS

Proceda a cavar hoyos de 30 o 40 centímetros de profundidad por 20 o 40 centímetros de ancho según sea el caso de acuerdo con el árbol.



5. PLANTACIÓN

- A. La plantación se debe realizar en época de invierno para evitar mortalidad de los árboles.
 - B. Antes de quitar la bolsa es necesario sumergirla en agua.
 - C. Quitar la bolsa. (las bolsas no se entierran)
 - D. Colocar la planta.
- Apisonar para sacar el aire que sus raíces se desarrollen adecuadamente.



La Reforestación es plantar árboles, con el fin de proteger el suelo, el agua y todos los elementos de la cuenca hidrográfica.

Es importante Reforestar:

- ❖ Porque evita la erosión del suelo.
- ❖ Porque regula el caudal de los ríos, de las quebradas y los riachuelos, permitiendo que el agua permanezca en la cuenca por más tiempo.
- ❖ Porque mejora la fertilidad del suelo.
- ❖ Porque permite infiltrar el agua lluvia, protegiendo los sistemas productivos de la erosión del suelo.

*Y por último recuerde que
¡La minería legal es el
mejor negocio!*

*Para trámites o mayor
información sobre el tema lo
invitamos a dirigirse a la
Corporación Autónoma
Regional (CAR).*

Amigos Mineros:

Recuerden:

Evitar la contaminar el suelo,
corrientes superficiales y
cuerpos de agua con aguas

RECOMENDACIONES

- Construir unidades sanitarias.
- Construir un sistema de pozos sépticos anaeróbico.
- Construir campos de infiltración.
- Construir área de almacenamiento de combustibles.
- Construir trampas de grasas.
- Construir canales perimetrales en el área de explotación.





PROGRAMA DE MINERÍA LIMPIA PARA UN AMBIENTE SANO.

Todo proyecto de minería de carbón subterránea afecta de forma directa los recursos naturales, generando impactos sobre el medio ambiente como: contaminación de agua, hundimiento del terreno, artificialización del paisaje, emisión de gases y material particulado, y pérdida de cobertura vegetal.

Por esta razón, es indispensable recordar que:

1. Todas las actividades de explotación minera deben contar con un Planteamiento Minero Ambiental y con su respectiva Licencia Ambiental, aprobada por la CAR. Si usted no cuenta con esta Licencia su actividad es ilegal y conlleva la suspensión o cierre de la mina, por parte de las autoridades competentes.
2. Actuar en armonía con su entorno natural no es un costo adicional, pues resulta más efectivo, productivo y económico que manejar o tratar de contrarrestar la contaminación al final del proceso.
3. Es necesario adoptar alternativas de Producción Sostenible, relacionadas con la preservación de cada uno de los elementos naturales: agua, aire y suelo. Algunas de las principales medidas que usted puede y debe realizar son:
 - ✓ Revegetalizar, controlar la erosión y realizar manejo ambiental permanente de estériles, hundimientos, botaderos y de residuos sólidos y líquidos.
 - ✓ Manejar de manera adecuada las aguas domésticas (unidades sanitarias) y las aguas de escorrentía, a través de la implementación de canales perimetrales e internos.

11. CONCLUSIONES

El sector de la pequeña minería del carbón genera un alto grado de contaminación y afectación al medio ambiente producto en primera instancia por el desconocimiento total de la normatividad ambiental, bajo nivel de compromiso por los empresarios en diseñar estrategias de planeación, implementación, verificación y retroalimentación de procesos mineros para optimizar sus actividades de extracción, deficiencias en el acompañamiento, seguimiento y aplicación de la legislación por parte de las autoridades competentes, falta del diseño de políticas empresariales y estatales efectivas en la aplicación de estándares de calidad y seguimiento a los mismos, transformación tecnológica, reconversión industrial, la implementación de políticas de fin de tubo que evidentemente no mejoran la afectación de la contaminación y no le dan solución a la problemática ambiental en sus orígenes.

En la actualidad se ha pasado a un modelo y concepto de la producción más limpia donde la aplicación e implementación de nuevas tecnologías, transferencia de tecnología, incentivos ambientales permitirán evitar la contaminación en el origen donde los empresarios utilicen mejor las materias primas y le den una mejor disposición a sus residuos logrando una mejor gestión ambiental.

Un elemento básico para la estructuración de políticas PML en el sector de la pequeña minería del carbón es la formular e implementar acciones tendientes a optimizar procesos mineros eficaces con la participación de los Ministerios del medio Ambiente, Minas y Energía, UPME, CARS, Gobernaciones, alcaldías y Gremio Minero que permitan articular planes estratégicos de desarrollo limpio bajo convenios marco o política CONPES con reglas de juego claras para cada uno de los actores intervinientes.

El establecimiento de principios como la cooperación entre el Gobierno y los mineros, dentro de un dialogo abierto, sincero, concertado y con el cumplimiento de compromisos darán buenos resultados.

La implementación gradual a través del tiempo de nuevas tecnologías y facilidades para transferencia de nuevas tecnologías con incentivos tributarios. El respeto por el cumplimiento de la normatividad ambiental y la puesta en marcha de los programas de calidad empresarial apuntarían a una PML más efectiva y con un mejoramiento de estándares de calidad de los productos.

El prevenir, mitigar, disminución de riesgosa daños ambientales como medidas primordiales en vez de reparar ya las afectaciones que en muchos casos pueden llegar a ser irreversibles.

El compromiso del empresario en el diseño del plan minero de manejo de residuos sólidos como la disposición de los estériles y escombros en sitios adecuados y aplicando técnicas de ingeniería permitirán disminuir la contaminación así como la implementación de programas de reciclaje de todos los elementos generados en la producción.

El uso eficiente del agua tanto para consumo de la explotación así como el manejo de filtros, cámaras de sedimentación y purificación del agua que sale de las minas y son vertidas directamente en el medio ambiente debe ser primordial en un plan de explotación. Por lo tanto el manejo de aguas acidas y servidas es un aspecto para realizar una transferencia de tecnología a bajo costo y efectiva.

El ahorro de energía es indispensable en beneficio de la rentabilidad del explotador donde las medidas de control de calidad son un determinante importante ya sea en el mantenimiento de los elementos utilizados como compresores martillos neumáticos, malacates, tolvas o la aplicación e

investigación de nuevas formas de realizar la explotación y uso de maquinaria más eficiente.

La clasificación de residuos por tipo como peligrosos no reciclables, peligrosos reciclables, no peligrosos reciclables, no peligrosos no reciclables debe ser una realidad en cada empresa minera. El análisis, cuantificación, disminución y estrategias de disposición de desechos en una matriz origen destino son elementos para una producción más limpia.

Control de emisiones de material articulado de carbón en los sitios de acopio y cargue con el establecimiento de barreras vivas y mecanismos de control.

La mitigación y monitoreo de gases de efecto invernadero con la aplicación de nuevas tecnologías.

La formulación de indicadores de gestión ambiental es primordial para lograr una evaluación periódica en la explotación y así poder establecer planes de mejoramiento.

La capacitación a los empleados en PML es una herramienta social que trae muy buenos resultados.

Aplicación del concepto de eco-eficiencia que permita la utilización eficiente de insumos, materias primas de forma que disminuyan costos de operación y no afecten al medio ambiente.

La creación de centros que promueva la producción limpia y la transferencia tecnológica en el sector minero como política del Estado.

Apoyo a las universidades en la investigación de transferencia tecnológica y producción limpia en el sector minero permitiría avanzar notablemente en esta problemática ambiental.

Patrocinar la aplicación de Estudios de Impacto Ambiental y la implementación de Sistemas de Gestión Ambiental.

La inclusión dentro de los estudios de impacto ambiental para el otorgamiento de permisos y licencias un plan de producción más limpia de la empresa minera, permitiría desde el inicio de la explotación mitigar los impactos ambientales.

12. RECOMENDACIONES

Implementar campañas de capacitación en producción limpia a los pequeños mineros tradicionales.

Reactivar la federación de carboneros de Cundinamarca.

Solicitar apoyo a la Gobernación de Cundinamarca, Ministerio de Minas, Corporación Autónoma Regional para la transferencia de tecnología.

Implementar sistemas de gestión ambiental en la pequeña minería.

BIBLIOGRAFIA

ALCALDIA MUNICIPAL DE CUCUNUBA. Esquema de ordenamiento territorial decreto 060 de 2000 municipio de Cucunubá, Cundinamarca. Cucunubá. 2000

ALCALDIA MUNICIPAL DE CUCUNUBA. Plan de desarrollo municipio de Cucunubá, Cundinamarca. Cucunubá. 2012-2015.

CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA. Información oficina territorial CAR Ubate, Cundinamarca. Ubate 2012

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. Guía ambiental explotaciones mineras subterráneas. Bogotá,

INVESTIGACIÓN DE CAMPO DEL ESTUDIO. Recopilación de información. Cucunubá, 2012.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. Política Nacional De Producción Más Limpia. Bogotá D.C. Agosto 1997.

GOBERNACION DE CUNDINAMARCA Y CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA. Estudio que proporciona lineamientos para el ordenamiento de la minería del carbón que aporte elementos al manejo de este sector en los municipios carboníferos del departamento de Cundinamarca; teniendo en cuenta la actualización de la información del sector. Bogotá 2005

CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA, CAMARA DE COMERCIO DE BOGOTA. Cartilla ambiental para el subsector minería de carbón. Bogotá D.C, 2006.