PLAN DE MANEJO TÉCNICO AMBIENTAL DE LA FINCA EL REGALO, UBICADA EN LA VEREDA CENICEROS, MUNICIPIO DE GUADUAS - CUNDINAMARCA.

AUTORES

OSCAR HERNANDO BERMUDEZ AVILA
Código 20091180009

CAMILA VELEZ LEÉ
Código 20091180072

PROYECTO EN LA MODALIDAD DE PROYECTO DE APLICACIÓN PRESENTADO COMO REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO(A) AMBIENTAL

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD DEL MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
INGENIERÍA AMBIENTAL
BOGOTÁ 2.015

PLAN DE MANEJO TÉNICO AMBIENTAL DE LA FINCA EL REGALO, UBICADA EN LA VEREDA CENICEROS, MUNICIPIO DE GUADUAS - CUNDINAMARCA.

AUTORES

OSCAR HERNANDO BERMUDEZ AVILA[1]
Código 20091180009

CAMILA VELEZ LEÉ[2]
Código 20091180072

DIRECTOR
HENRY ZUÑIGA PALMA
Ingeniero forestal
MSc. Saneamiento y Desarrollo Ambiental

PROYECTO EN LA MODALIDAD DE PROYECTO DE APLICACIÓN PRESENTADO COMO REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO(A) AMBIENTAL

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD DEL MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
INGENIERÍA AMBIENTAL
BOGOTÁ 2.015

[1] Ohbermudeza@correo.udistrital.edu.co
[2] Cvelezl@correo.udistrital.edu.co

Nota de Aceptación

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

_____
Director: Henry Zúñiga Palma
Ingeniero Forestal
MSc. Saneamiento y Desarrollo Ambiental

_____
Jurado: César Augusto García Valbuena
Ingeniero Forestal
Esp. Evaluación del impacto ambiental de proyectos

_____
Jurado: Max Alejandro Triana Gómez
Ingeniero Forestal
MSc. Producción, manejo y conservación de recursos naturales.
Esp. Alternativas del desarrollo sostenible para la Amazonía Colombiana.

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer a todas las personas que nos apoyaron e hicieron posible el desarrollo de este proyecto, especialmente a nuestras familias, amigos y cercanos.

Al profesor Henry, por su paciencia y dedicación hacia nosotros.

A la universidad Distrital Francisco José de Caldas por ser el centro de conocimiento y espacio que nos ha permitido crecer no solo como profesionales sino también como seres humanos.

A cada maestro, por trasmitirnos un mar de conocimientos, experiencias, prácticas y vivencias que hoy nos permiten desarrollar proyectos por y para la sociedad y el medio ambiente.

A Dios quien nos da fuerzas para luchar por nuestros sueños cada mañana y nos provee descanso en cada atardecer...

Contenido

1 INTRODUCCIÓN 1
2 OBJETIVOS 2
2.1 Objetivo General 2
2.2 Objetivos Específicos 2
3 MARCOS DE REFERENCIA 3
3.1 Marco Teórico 3
3.2 Marco Conceptual 6
3.3 Marco Técnico 7
3.4 Marco Geográfico 10
3.5 Marco Jurídico 11
4 METODOLOGÍA 13
5 CARACTERIZACIÓN TERRITORIAL 15
5.1 Localización y extensión del área de estudio 15
5.2 Sistema Natural 18
5.2.1. Componente Geológico 18
5.2.2. Componente Climatológico 21
5.2.3. Componente Geomorfológico 27
5.2.4. Componente Edáfico 29
5.2.5. Componente Hidrológico 52
5.2.6. Componente Biótico 54
5.2.7. Cobertura de la Tierra 59
5.2.8. Amenazas y Riesgos 60
5.3 Sistema Territorial 61
5.3.1. Uso actual y ocupación del territorio 61
5.3.2. Sistema Social 67
5.3.3. Sistema Económico 68
5.4 Capacidad de carga territorial del área de estudio 72
5.4.1. Capacidad Portante 72
5.4.2. Capacidad de Producir Biomasa comercial vegetal-animal 74
5.4.3. Oferta Minero-Energética 75
5.4.4 Bienes y servicios ambientales primarios 75
6 INGENIERÍA DEL PROYECTO 76
6.1 Dimensiones del proyecto 76
6.1.1. Áreas funcionales 76

6.1.2. Productos ... 85
6.1.3. Usuarios ... 87
6.2 Selección y síntesis de descripción del proceso de producción ... 88
6.3 Etapas ... 90
6.3.1. Etapa de instalación ... 90
6.3.2. Etapa de funcionamiento ... 94
6.4 Identificación y estimación de insumos, fuentes, vertimientos, emisiones y residuos ... 100
6.4.1. Etapa de instalación ... 100
6.4.2. Etapa de funcionamiento ... 103
6.5 Identificación y estimación de recursos naturales a usar o afectar ... 106
6.5.1. Etapa de instalación ... 106
6.5.2. Etapa de funcionamiento ... 107
6.6 Otros recursos de producción y actividades complementarias ... 108
6.7 Cronograma y presupuesto ... 112
6.7.1. Etapa de instalación ... 112
6.7.2. Etapa de funcionamiento ... 113
7 COMPATIBILIZACIÓN DEL PROYECTO DE INVERSIÓN ... 117
7.1 Áreas estratégicas de Ordenamiento territorial ... 117
7.2 Asignación de actividades ... 117
7.3 Uso Recomendado del suelo ... 119
7.4 Uso Recomendado del Plan Básico de Ordenamiento Territorial ... 120
7.5 Compatibilidad de la propuesta ... 121
8 FACTIBILIDAD TÉCNICO - LEGAL ... 122
8.1 Factibilidad Técnica ... 122
8.2 Factibilidad Legal ... 127
9 PLAN DE MANEJO TECNICO AMBIENTAL ... 129
9.1 Programa Técnico de Manejo ... 133
9.1.1. Entradas de agua ... 133
9.1.2. Salidas de Agua ... 143
9.1.3. Entradas de energía ... 151
9.1.4. Salidas de energía ... 153
9.1.5. Entradas de materia prima ... 160
9.1.6. Salida de materia prima ... 166
9.2 Programa de Seguridad Industrial ... 176
9.2.1. Subprograma: Manejo de riesgos antrópicos para la etapa de instalación ... 176
9.2.2. Subprograma: Manejo de riesgos naturales para la etapa de funcionamiento ... 178

9.2.3. Subprograma: Manejo de riesgos antrópicos para la etapa de funcionamiento. 180
9.3 Programa de Salud Ocupacional 182
9.3.1. Subprograma de medicina preventiva y de trabajo en fase de instalación 182
9.3.2. Subprograma de medicina preventiva y de trabajo en fase de funcionamiento 183
9.3.3. Subprograma de higiene industrial en fase de instalación..... 185
9.3.4. Subprograma de higiene industrial en fase de funcionamiento..... 186
10 CONCLUSIONES 189
11 RECOMENDACIONES 190
12 BIBLIOGRAFÍA..... 191

Índice de tablas

Tabla 1 Marco legal. Fuente: Autores, 2014 12
Tabla 2 Coordenadas puntos extremos área de estudio (Magna Colombia Bogotá). Fuente: Autores, 2015. 15
Tabla 3 Edad geológica de la Formación Hoyón. Fuente: (Servicio Geológico Colombiano, 1976). 18
Tabla 4 Estación base para análisis de distribución de precipitación. Fuente: IDEAM, CAR modificado por Autores, 2015. 21
Tabla 5 Estación base para análisis de distribución de temperatura. Fuente: CAR adaptado por Autores. 22
Tabla 6 Balance Hídrico para la Finca el Regalo. Fuente: Adaptación de los autores a (González & Romero, 2003) 26
Tabla 7 Porcentaje de pendientes complejas del área de estudio. Fuente: Autores. 27
Tabla 8 Descripción del perfil PA-01. Fuente: (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2000) 31
Tabla 9 Descripción del perfil PA-01. Fuente: Anexo 4 (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2000). 32
Tabla 10 Análisis Físico perfil PA-1. Fuente: (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2000). 33
Tabla 11 Características Químicas del Perfil PA-1. Fuente: (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2000). 34
Tabla 12 Calificación de la fertilidad del suelo para el perfil PA-1. Fuente: (Instituto Geográfico Agustín Codazzi , 1979), Modificado por Autores. 35
Tabla 13 Asignación valores fertilidad PA-1. Fuente: Autores, 2015. 36
Tabla 14 Descripción del perfil H-40. Fuente: Anexo 4 IGAC. 36
Tabla 15 Descripción del perfil H-40. Fuente: Anexo 4 IGAC. 37
Tabla 16 Análisis Físico perfil H-40. Fuente: Instituto Geográfico Agustín Codazzi (2000). 37
Tabla 17 Características Químicas del perfil H-40. Fuente: (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2000). 38
Tabla 18 Calificación de la fertilidad del suelo para el perfil H-40. Fuente: (Instituto Geográfico Agustín Codazzi , 1979) Modificado por Autores. 40
Tabla 19 Asignación valores fertilidad perfiles H-40. Fuente: Autores, 2015. 41
Tabla 20 Descripción del perfil CC-11. Fuente: Anexo 4 (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2000). 41
Tabla 21 Descripción del perfil C-11. Fuente: Anexo 4 IGAC. 42
Tabla 22 Análisis Físico perfil CC-11. Fuente (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2000). 43
Tabla 23 Características Químicas del perfil CC-11. Fuente: (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2000). 43
Tabla 24 Calificación de la fertilidad del suelo para el perfil CC-11. Fuente: (Instituto Geográfico Agustín Codazzi , 1979) Modificado por Autores. 45
Tabla 25 Asignación valores fertilidad perfiles H-40. Fuente: Autores, 2015. 46
Tabla 26 Descripción del perfil CU-116. Fuente: Anexo 4 (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2000). 47
Tabla 27 Descripción del perfil CU-116. Fuente: Anexo 4 (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2000). 48
Tabla 28 Análisis Físico perfil CU-116. Fuente: (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2000). 49
Tabla 29 Características Químicas del perfil CU-116. Fuente: (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2000). 50
Tabla 30 Calificación de la fertilidad del suelo para el perfil CU-116. Fuente: (Instituto Geográfico Agustín Codazzi , 1979) Modificado por Autores. 51
Tabla 31 Asignación valores fertilidad perfiles CU-116. Fuente: Autores, 2015. 52
Tabla 32 Coordenadas Jagüeyes presentes en el área de estudio. Fuente: Autores, 2015. 53

Tabla 33 Descripción de drenajes en el área de estudio. Fuente: Autores. 53
Tabla 34 Especies Vegetales según tipo de cobertura. Fuente: Caracterización del Medio Biótico Subcuenca Río Guaduero. Adaptado por Autores, 2015. 54
Tabla 35 Especies de flora presentes en el área de estudio. Fuente: Caracterización del Medio Biótico Subcuenca Río Guaduero, Habitantes de la zona, Modificado por Autores, 2015. 55
Tabla 36 Especies de mamíferos presentes en el área de estudio. Fuente: Caracterización del Medio Biótico Subcuenca Río Guaduero, Habitantes de la zona, 2015. 56
Tabla 37 Especies de Aves presentes en el área de estudio. Fuente: Caracterización del Medio Biótico Subcuenca Río Guaduero, Habitantes de la zona, 2015. 57
Tabla 38 Especies de Reptiles presentes en la subcuenca del Río Guaduero. Fuente: Caracterización del Medio Biótico Subcuenca Río Guaduero. 58
Tabla 39 Especies de anfibios presentes en la subcuenca del Río Guaduero. Fuente: Caracterización del Medio Biótico Subcuenca Río Guaduero, Habitantes de la zona. 58
Tabla 40 Cobertura vegetal del predio. Fuente: Autores, 2014. 59
Tabla 41 Uso actual del suelo. Fuente: Autores. 62
Tabla 42 Clasificación capacidad geotécnica. Fuente: Autores. 72
Tabla 43 Resultados de la capacidad edáfica por perfiles. Fuente: Autores, 2015. 73
Tabla 44 Resultados de la capacidad portante dentro del predio. Fuente: Autores. 73
Tabla 45 Resultados de la capacidad de producir biomasa comercial vegetal dentro del predio. 74
Tabla 46 Número de cabezas de ganado por hectárea según clases agrológicas. Fuente: (Zúñiga, 2013). 74
Tabla 47. Tamaño de áreas fundamentales y sus respectivas dimensiones. Fuente: Autores. 80
Tabla 48 Áreas principales y sus respectivas dimensiones. Fuente: Autores. 82
Tabla 49. Áreas importantes y sus respectivas dimensiones. Fuente: Autores. 84
Tabla 50 Cronograma de servicio de aseo en el área del proyecto. Fuente: Autores. 98
Tabla 51 Identificación y estimación del uso de energía y emisiones generadas en etapa de instalación. Fuente: Autores. 100
Tabla 52 Identificación y estimación de materia prima necesaria en etapa de instalación. Fuente: Autores. 102
Tabla 53 Identificación y estimación del uso de energía y emisiones generadas en el funcionamiento. 103
Tabla 54 Identificación y estimación del uso de materias primas y residuos generados producción de cerdo en pie. Fuente: Autores. 104
Tabla 55. Identificación y estimación del uso de materias primas y residuos generados en producción de humus y lombriz roja californiana. Fuente: Autores. 105
Tabla 56. Identificación y estimación del uso de materias primas y residuos generados en producción de tilapia roja. Fuente: Autores. 105
Tabla 57 Identificación y estimación del uso de agua y vertimientos generados en etapa de instalación. Fuente: Autores. 106
Tabla 58 Identificación y estimación del uso agua y vertimientos generados en el funcionamiento. Fuente: Autores. 107
Tabla 59. Relación de producción de tilapia roja en la granja EcoPorc. Fuente: Autores 108
Tabla 60. Causas y soluciones a problemas en calidad de estanques de agua para producción de tilapia. Fuente: (Sevilleja, Torres, Sollows, & Little) 110
Tabla 61 Costos totales en instalación. Fuente: Autores. 112
Tabla 62. Cronograma etapa de instalación. Fuente: Autores. 113
Tabla 63. Costos totales en funcionamiento por ciclo de producción. Fuente: Autores. 113
Tabla 64. Costos totales en funcionamiento por ciclo de producción de humus y lombriz roja californiana. Fuente: Autores. 114
Tabla 65. Costos totales en funcionamiento por ciclo de producción de tilapia roja. Fuente: Autores. 114

Tabla 66 Cronograma en funcionamiento para el ciclo productivo de porcicultura y lombricultura. Fuente: Autores. 115
Tabla 67 Cronograma en funcionamiento para el ciclo productivo de piscicultura. Fuente: Autores. 116
Tabla 68 Actividades consideradas dentro de la matriz Actividad-Actividad. Fuente: Autores. 118
Tabla 69 Evaluación Matriz Actividad-Actividad. Fuente: Autores. 118
Tabla 70 Resultados obtenidos a partir de la matriz Actividad- Actividad para el área de estudio. Fuente: Autores. 119
Tabla 71 Matriz de factibilidad técnica. 125
Tabla 72 Leyes, decretos y resoluciones relacionados con la industria porcícola. Fuente: (Ministerio del medio ambiente, Dirección general ambiental sectorial, 2002) 128
Tabla 73 Formato a diligenciar para revisión de medidores. Fuente: Autores. 141
Tabla 74 Formato para reparaciones de tubería y conexiones dañadas. Fuente: Autores. 141
Tabla 75 Características de la Genipa americana I "Jagua". Fuente: (Mora Pamplona, 2012) 155
Tabla 76 Características de *Vochysia ferruginea* (Mora Pamplona, 2012). 156
Tabla 77 Características de la especie *Billia columbiana* "Cariseco". Fuente: (Mora Pamplona, 2012). 157
Tabla 78 Dimensiones de cajones por tamaño de la granja. Fuente: (Asociación Colombiana de Porcicultores, Fondo Nacional de la porcicultura, 2013) 172

Índice de Figuras

Figura 1 Departamento de Cundinamarca en Colombia. Fuente: Autores 10
Figura 2 Municipio de Guaduas en el Departamento de Cundinamarca. Fuente: Autores 10
Figura 3 Vereda Ceniceros en el municipio de Guaduas. Fuente: Autores 11
Figura 4 Predio “El Regalo” al interior de la vereda Ceniceros. Fuente: Autores 11
Figura 5 Modelo sintético de elaboración Plan de Manejo Ambiental. Fuente: Zúñiga (2009). 13
Figura 6 Localización Finca “El Regalo”. Fuente: Autores. 17
Figura 7 Sinclinal de Guaduas. Fuente: Servicio Geológico Colombiano, 1976. 19
Figura 8 Vista superior predio Finca "El Regalo" En la parte de arriba sobre la línea blanca se localiza el área con ondulaciones y en la zona inferior el área escarpada. Fuente: Google Earth® 2011. 19
Figura 9 Modelo de elevación digital (DEM). Fuente: Servicio Geologico Colombiano Modificado por los Autores, 2015 (En negro, fallas definidas; en rojo, límite predial finca "El Regalo"). 20
Figura 10 Comparación valores totales de precipitación media mensual multianual en la estación meteorológica de Guaduas. Fuente: IDEAM modificado por Autores (2004-2013). 22
Figura 11 Valores medios mensuales de temperatura en estación Guaduas. Fuente: IDEAM modificado por Autores. 23
Figura 12 Valores medios y máximos mensuales de humedad relativa en estación Guaduas. Fuente: IDEAM Adaptado por los Autores (2004-2012). 24
Figura 13 Comportamiento promedio histórico mensual de horas de brillo solar en la estación Guaduas desde el 2003 a 2013. Fuente: IDEAM modificado por Autores (2003-2013). 25
Figura 14 Balance hídrico para la Finca el Regalo. Fuente: Adaptación de los autores a (González & Romero, 2003). 26
Figura 15 Distribución poblacional Vereda Ceniceros. Fuente: Autores, 2014 67
Figura 16 Vista en planta de áreas funcionales a escala 1:500. Fuente: Autores. 77
Figura 17 Áreas fundamentales y sus componentes. Fuente: Autores. 78
Figura 18 Distribución áreas fundamentales. Fuente: Autores. 78
Figura 19 Localización Jagüeyes como área de transformación de tilapia. Fuente: Autores. 79
Figura 20 Distribución áreas principales. Fuente: Autores. 81
Figura 21 Localización general áreas importantes. Fuente: Autores. 83
Figura 22 Acercamiento localización áreas importantes. Fuente: Autores. 83
Figura 23 Raza yorkshire en granja Ecoporc. Fuente: (group, 2015). 85
Ilustración 24 Jagüey utilizado para piscicultura. Fuente: Autores, 2014. 86
Figura 25 Síntesis del proceso productivo. Fuente: Autores, 2014. 89
Figura 26 Registro técnico alimenticio. Fuente: (Carrero, 2005) 111
Figura 27 SCAPT - Sistema de captación de agua pluvial en techos. Fuente: (Centro panamericano de ingeniería sanitaria y ciencias del ambiente, 2003) 136
Figura 28 Canales utilizados para SCAPT. Fuente: Google 137
Figura 29 Interceptor de primeras Aguas. Fuente: (Centro panamericano de ingeniería sanitaria y ciencias del ambiente, 2003) 138
Figura 30 Vista frontal biodigestor tipo salchicha. Fuente: (Alozanoc11, 2011) 146
Figura 31 Características del biojardín según el número de personas en el predio. Fuente: (Asociación Centroamericana para la Economía, La salud y el Ambiente (ACEPESA), 2006). ... 148
Figura 32 Diseño biojardín. Fuente: (Asociación Centroamericana para la Economía, La salud y el Ambiente (ACEPESA), 2006) 149
Figura 33 Distribución en el área productiva. Fuente: Autores 154
Figura 34 Modelo de plantación alrededor de las naves. Fuente: Autores. 157
Figura 35 Centro de acopio. Fuente: (Ministerio de ganadería, agricultura y pesca , 2009) 161

Figura 36 Esquema de cajones en centro de acopio. Fuente: (Instituto de desarrollo urbano, 2009) 162
Figura 37 Diseño espacial de policultivos. Fuente: (Flores, 2011) 165
Figura 38 Diseño contenedores de puntos ecológicos. Autor: Adaptado de (Raiza Oliveros, 2011) 169
Figura 39 Esquema de diseño de la compostera. Fuente: Manejo de la mortalidad por medio del compost. (Asociación Colombiana de Porcicultores, Fondo Nacional de la porcicultura, 2013) ... 173
Figura 40 Paleo a estructura central cuando hayan transcurrido 30 días. Fuente: (Asociación Colombiana de Porcicultores, Fondo Nacional de la porcicultura, 2013) 174
Ilustración 41 Elementos de protección personal. Fuente: (Aprovintec, 2013). 177
Figura 42 Construcción del sistema preventivo. Fuente: (Instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo, 2010) 186
Figura 43 Cuestionario muestra. Fuente: (Instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo, 2010). 187
Figura 44 Formato para resultados de evaluación. Fuente: Adaptado del Instituto Nacional de seguridad e higiene en el trabajo (2010). 188

1 INTRODUCCIÓN

El presente Plan de Manejo Técnico Ambiental (PMA) utiliza la metodología para la elaboración de un PMA estudiada en la asignatura de Manejo Técnico Ambiental de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas en el proyecto curricular de Ingeniería ambiental. El contenido principal de este documento presenta la caracterización territorial, la ingeniería del proyecto, la compatibilización territorial del proyecto de inversión, factibilidad técnica-legal, programa técnico de manejo, programa de seguridad industrial y el programa de salud ocupacional.

La finca “El Regalo" se encuentra ubicada en la vereda Ceniceros, Municipio de Guaduas-Cundinamarca a 1.170 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m), con temperatura promedio de 24°C y una precipitación media anual de 1.420 mm. Dicha finca cuenta con un área total de 42,65 ha, y actualmente tiene un uso de ganadería extensiva con parches de cultivos de café y algunas zonas de rondas hídricas y cobertura boscosa. No cuenta con una actividad económica principal y las que se desarrollan actualmente al interior del predio lo hacen de manera artesanal y con un número de individuos reducido.

Aquí se contemplan las medidas de manejo necesarias para llevar a cabo la actividad porcícola utilizando tecnologías apropiadas tales como barreras vivas, lombricultura, biodigestor y la implementación de dietas estratégicas para los cerdos, entre otras. la porcicultura es comparada con la capacidad del suelo según el plan de ordenamiento territorial del municipio de Guaduas-Cundinamarca, así como el plan de desarrollo municipal y con la capacidad de carga territorial basada en las características físico-bióticas del predio.

Este proyecto se elabora con el fin de aplicar los conocimientos adquiridos por los estudiantes a lo largo de la carrera a la vez que se generan acciones desde lo académico aplicables al territorio y que integran a la comunidad en proyectos para la conservación y preservación del medio ambiente con miras a un desarrollo regional y económico sostenible.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Formular el plan de manejo técnico ambiental para la finca “El regalo” ubicada en la vereda Ceniceros, en el Municipio de Guaduas- Cundinamarca.

2.2 Objetivos Específicos

1. Caracterizar el área de estudio.
2. Determinar las actividades económicas factibles de realizar en el predio a estudiar y desarrollar la ingeniería del proyecto.
3. Compatibilizar la actividad económica determinada según el reglamento de uso recomendado del suelo establecido en el PBOT del municipio de Guaduas.
4. Proponer el plan de manejo técnico ambiental compuesto por los programas técnico ambiental, de seguridad industrial y salud ocupacional para el inmueble citado.

3 MARCOS DE REFERENCIA

A continuación, se aborda el marco de referencia desde lo teórico, conceptual, técnico, geográfico y jurídico para el desarrollo del proyecto.

3.1 Marco Teórico

En el marco de la formulación del plan de manejo técnico ambiental y el planteamiento de medidas de manejo para la actividad económica a aplicar en la finca "El regalo", se toma como base fundamental la teoría del desarrollo sostenible definido como *"el desarrollo que asegura las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para enfrentarse a sus propias necesidades"* (Brundtland, 1987). Y también, el cambio de este concepto con el pasar de los años: *"ha sugerido la posibilidad de la síntesis entre el desarrollo económico y la preservación del medio ambiente"* (Bergh y Jeroen, 1996) citado por (Gallopín, 2003).

Dentro de otras variaciones de este concepto es importante destacar la dada por Glaser (2005) citado por Lovelock (2006) quien señala: *"el desarrollo sostenible es un objetivo no estático, representa un esfuerzo continuo por equilibrar e integrar tres pilares: el bienestar social, la prosperidad económica y la protección del medio ambiente en beneficio de las generaciones presentes y futuras*" ya que muestra la durabilidad y continuidad del proyecto para su desarrollo y el requerimiento de esfuerzos conjuntos y de colectividad por parte de la comunidad hacia la protección del medio ambiente con el fin de generar un beneficio económico sin el deterioro de los recursos naturales que ofrece el lugar.

Así, la formulación del plan de manejo ambiental propone como base en la ejecución del mismo unas características que pretenden no solo conservar los recursos para generaciones futuras y buscar la integración entre la preservación y el sistema económico sino también encaminadas a las siguientes características, citadas en el informe de la CMMAD donde Carvalho señala: *"En esencia, el desarrollo sostenible es un proceso de transformación en el cual la explotación de los recursos, la dirección de las inversiones, la orientación del desarrollo tecnológico y el cambio institucional se armonizan y refuerzan el potencial presente y futuro, con el propósito de atender a las necesidades y aspiraciones humanas"* (Carvalho, 1993). Y agrega: *"Para que haya un desarrollo sostenible se requiere:*

- Que todos tengan cubiertas sus necesidades básicas y les sean proporcionadas oportunidades para concretar sus aspiraciones a una vida mejor.

- La promoción de valores que mantengan los patrones de consumo dentro de los límites de las posibilidades económicas y que todos puedan aspirar a ellos de manera razonable.

- Que haya crecimiento económico en regiones en las cuales tales necesidades no son atendidas. Donde ya son atendidas, el desarrollo sostenible es compatible con el crecimiento económico, ya que este crecimiento refleja los principios amplios de la sostenibilidad y la no explotación de los otros.

- Que el índice de destrucción de los recursos no renovables mantenga el máximo de opciones futuras posibles.

- La conservación de las especies animales y vegetales.

- Minimizar los impactos adversos sobre la calidad del aire, del agua y de otros elementos naturales, con el fin de mantener la integridad global del ecosistema (Carvalho, 1993).

Estos ítems señalados por el autor son fundamentales para el desarrollo del proyecto en la medida en que se busca un equilibrio entre la producción económica y el mantenimiento de la calidad de los bienes y servicios ambientales que presta la región y específicamente el predio en el cual se formulará dicho plan de manejo técnico ambiental. Adicionalmente busca la participación de los habitantes, así como el desarrollo a nivel local teniendo en cuenta que no se puede pensar en economía sin primero satisfacer las necesidades básicas de la comunidad.

La teoría del desarrollo sostenible se hace más importante para la aplicación del presente proyecto en la medida en que se considera como base de la dimensión ambiental y nos impulsa a conocer en detalle la oferta de bienes y servicios ambientales, así como el potencial natural del área de estudio.

Mantener el equilibrio o lograr una sustentabilidad económica, ecológica y social es el principal desafío que propone la teoría del desarrollo sostenible, según Pierri N y Foladori G. (2005) se han generado diferentes disputas en la interpretación de desarrollo de acuerdo a las diferentes corrientes ambientalistas, allí se sostiene que el ambientalismo moderado y los ecologistas conservacionistas se basan sobre el eje de la sustentabilidad económico-ecológica, quienes a pesar de ser diferentes confluyen en un punto en común estableciendo qué tipo y cuanto capital natural se debe conservar. Por otro lado, se encuentra la corriente humanista crítica la cual se basa en la sostenibilidad social como principal eje del desarrollo. Esta corriente se subdivide en la ecología social neo-anarquista y el marxismo.

La diferencia fundamental entre estas corrientes es que mientras la primera se ocupa de establecer el manejo del capital natural en un mercado, sin integrar la pobreza como un problema que se debe solucionar sino atenuar; La segunda, se basa en determinar que el uso económico de los recursos naturales se subordine a los objetivos sociales, además busca la erradicación total de la pobreza para formar una nueva sociedad. De estas diferentes posiciones e interpretaciones según Jiménez (1997) citado por Pierri N. y Foladori G. (2005) se han generado diferentes posiciones hacia el grado de sustentabilidad de los recursos, reducidos a su grado de conservación dentro de un sistema.

Dentro de los grados de sustentabilidad se establecen cuatro (4) tipos diferentes. Estos son: muy fuerte, fuerte, débil y muy débil. La diferencia fundamental consiste en el grado de sustituibilidad o complementariedad entre el capital natural y el capital manufacturado (tomando el capital manufacturado como todos los bienes físicos que contribuyen con la producción). Entendiéndose la sustentabilidad muy fuerte y muy débil como polos opuestos. La primera se basa en la economía ecológica donde se niega la sustituibilidad entre capital natural y manufacturado, allí debe reponerse totalmente el capital natural dañado y usado; la segunda se basa en la economía neoclásica o ambiental la cual busca un crecimiento del capital total (o suma de todos los capitales) y sostiene que hay una sustituibilidad perfecta entre los diferentes tipos de capital.

Finalmente, Jiménez (1997) citado por Pierri N. y Foladori G. (2005) define la sustentabilidad débil; allí se reconoce que la sustituibilidad no es perfecta y hay que preocuparse en conservar cierto capital natural teniendo en cuenta las posibilidades de hacerlo y las situaciones que se puedan presentar. También se define en la sustentabilidad fuerte que a la hora de decidir qué capital natural debe mantenerse, se debe aceptar un grado de sustituibilidad y no mantener todo este capital, el cual es nombrado capital crítico.

Para el presente proyecto se hacen importantes estos conceptos debido a que en él se pretenden formular medidas que conlleven al crecimiento teniendo en cuenta las dimensiones del desarrollo sostenible (ecológica, económica y social), del mismo modo se hacen relevantes a la hora de determinar el grado de recursos que deben utilizarse y los beneficios económicos y sociales que generen estas medidas. Todas las interpretaciones dadas por las diferentes corrientes ambientalistas tienen un grado de influencia el cual debe ser tenido en cuenta y diferenciado claramente para obtener éxito en la formulación de medidas efectivas y de la actividad económica más adecuada a desarrollar en el predio.

3.2 Marco Conceptual

El desarrollo del proyecto se rige bajo el concepto del desarrollo humano sostenible dado por el programa de las naciones unidas para el desarrollo (PNUD), el cual tiene dentro de sus principios la distribución equitativa de los beneficios generados por la realización de un proyecto que induce al desarrollo de un territorio, a través del cual se afianzan las capacidades de los individuos dentro de una comunidad generando un beneficio colectivo y teniendo en cuenta la conservación y capacidad de regeneración del medio ambiente. Todo esto con el fin de enriquecer el capital social sin perjudicar los beneficios tanto económicos como naturales de las generaciones venideras. (Ramirez, 1996).

Por otra parte, el informe de desarrollo humano sostenible (2011) lo define como la expansión de las libertades fundamentales de las personas del presente mientras se realizan esfuerzos razonables para evitar comprometer gravemente las libertades de las futuras generaciones. Esto quiere decir que las personas tienen la libertad y desarrollan la capacidad de tomar decisiones en el presente para tener una calidad de vida buena, pero sin comprometer la libertad de las futuras generaciones de tomar sus propias decisiones con el mismo fin.

El programa de las Naciones unidas para el Desarrollo (2013) enfoca el concepto de desarrollo humano sostenible en "comprender las relaciones entre las elecciones temporales de las diferentes generaciones y en asignar derechos tanto a generaciones actuales como a las futuras". Con esto en conjunto se pretende lograr un equilibrio e igualdad en la toma de decisiones y derechos fundamentales que poseen las personas, dado que estas decisiones afectan la capacidad de elegir opciones en el futuro.
Se considera que la miseria y la pobreza coadyuvan con esto y al lograr la igualdad intrageneracional e intergeneracional se logra una sostenibilidad tanto ambiental como económica y social.

3.3 Marco Técnico

A partir de los siguientes temas y conceptos básicos con sus respectivas definiciones y la evolución de este se pretende dar una explicación más amplia para un mejor entendimiento del presente proyecto:

- Relacionado con manejo técnico ambiental:

Para entender el concepto de manejo técnico ambiental, el significado de éste debe abordarse por separado. Manejo, significa llevar a cabo la acción de conducir a algo o alguien a una meta, aplicando procedimientos y recursos en forma óptima para obtener les mejores resultados, lo técnico hace referencia al conjunto de prácticas las cuales dependen den de una destreza intelectual y física de quienes las apliquen, nace de la necesidad humana de transformar el medio para la subsistencia, finalmente según (Ussa, 2011) la práctica se define como la combinación particular de factores de producción utilizados en un proceso especifico y el concepto ambiental se aborda desde la perspectiva de la dimensión ambiental.

El plan de manejo ambiental (PMA) es definido como el conjunto detallado de actividades, que producto de una evaluación ambiental, están orientadas a prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos y efectos ambientales que se causen por el desarrollo de un proyecto, obra o actividad. Incluye los planes de seguimiento, monitoreo, contingencia, y abandono según la naturaleza del proyecto, obra o actividad. (Decreto 2041 de 2014).

Para mitigar el deterioro ambiental que la actividad genera sobre el área de estudio se aplican diversas tecnologías apropiadas, una tecnología apropiada se define como la tecnología adecuada a las condiciones locales, caracterizada por su bajo costo, la no importación de insumos, su pequeña escala, su fácil utilización por la población y su sostenibilidad. (Pérez K. y Zabala N., 2005-2006).

- Relacionado con el ordenamiento territorial:

Según Massiris (2006) el concepto de ordenamiento territorial se acentúa en Europa como una disciplina científica, una técnica administrativa y una política para el desarrollo equilibrado de las regiones y la organización física del espacio, mientras en Latinoamérica, este se ha concebido como un desarrollo de técnicas de planificación de usos del suelo, planificación ambiental y/o planificación socioeconómica. De esta manera el ordenamiento territorial se asume en el país como una herramienta de apoyo a la gestión planificada y a una política estatal para lograr la descentralización.

El ordenamiento del territorio (municipal y distrital) comprende un conjunto de acciones político-administrativas y de planificación física concertadas, emprendidas por los municipios o distritos y áreas metropolitanas, en ejercicio de la función pública que les compete, dentro de los límites fijados por la Constitución y las leyes, en orden a disponer de instrumentos eficientes para orientar el desarrollo del territorio bajo su jurisdicción y regular la utilización, transformación y ocupación del espacio, de acuerdo con las estrategias de desarrollo socioeconómico y en armonía con el medio ambiente y las tradiciones históricas y culturales. (Ley 388 de 1997, s.f.).

Según Carrión (2008), este concepto se asocia en el país a la necesidad de contar con políticas integrales de naturaleza urbana, ambiental, económica y cultural, desde una mirada territorial. Percibiéndose de una nueva forma de actuar por medio de programas, planes y proyectos que va mas allá de las normas tradicionales de planeación.

El Ordenamiento territorial pretende lograr una incorporación de la Dimensión Ambiental en los procesos de planificación. Se entiende que el manejo de dicha dimensión permite abordar el ordenamiento del territorio por tener la cualidad de ser un elemento de gestión y en conjunto con el manejo apropiado de los recursos naturales se convierten en elementos fundamentales de la planificación. Así, al incorporar el arreglo del territorio y las actividades productivas que se generan al interior del mismo, pero asignando funciones a los sistemas naturales (ecosistemas) que sirven de base para estas actividades y compatibilizando los intereses sociales con los diferentes componentes del entorno se generan las bases de la actual planeación del desarrollo (Zuñiga, 2012).

- Relacionado con la capacidad de carga territorial:

El concepto de capacidad de carga parte de la inferencia que los recursos naturales del planeta son limitados, se refiere a la población que puede sostener un ambiente sin sufrir un impacto negativo irreversible (Bunge, 2010). Así mismo, la capacidad de carga representa una amplia utilización que contribuye en mayor precisión, tanto en la definición de límites en el uso de un territorio determinado, como la generación de políticas, planes y estrategias de desarrollo; al control y monitoreo de impactos y a la gerencia del territorio. Zúñiga (2012b) relaciona a la capacidad de carga del territorio como resultado de la interrelación de la capacidad portante de la tierra, su aptitud para producir biomasa comercial vegetal – animal, la oferta de minerales y energéticos y la posibilidad de uso de bienes y servicios ambientales primarios y secundarios.

Mientras la capacidad portante se estima teniendo en cuenta factores geológicos, geomorfológicos y edáficos; la aptitud de producir biomasa comercial vegetal y animal se calcula con base en las clases agrológicas, profundidad efectiva, fertilidad de los suelos y factores climáticos e hídricos; la oferta de minerales y energéticos se determina por la

presencia de yacimientos o minas y la existencia de bienes y servicios ambientales primarios y secundarios, cuando elementos naturales y domesticados satisfacen necesidades humanas [(Zúñiga, 2012a), citado por (Zuñiga H. y Zuñiga P., 2012)].

- Relacionado con los bienes y servicios ambientales:

Se interpretan como beneficios provenientes de funciones ecológicas, pero diferenciando que los bienes se transforman o agotan cuando se consumen o usan por las personas, mientras que los servicios no se transforman o desaparecen cuando se disfrutan por las personas. Estos se clasifican en servicios de provisión, soporte o receptor, regulación y cultura (Zúñiga, 2012a).

Por otra parte, se entiende por bienes y servicios ambientales todos aquellos componentes ambientales que generan un beneficio para los habitantes de un territorio: están relacionados con el aire, el agua, la tierra, la vegetación. (Zuñiga, 2013).

Según Zúñiga (2012a) citando a Anguita (2006) los bienes ambientales son producto de la naturaleza directamente aprovechada por el hombre y se transforman y agotan cuando son utilizados, como por ejemplo la madera y el agua. En cambio, los servicios ambientales son el resultado de las funciones ecosistémicas que no se transforman para ser aprovechados por el ser humano para su bienestar, como por ejemplo la belleza escénica del paisaje.

- Relacionado con la porcicultura y la piscicultura:

La porcicultura es una de las actividades más antiguas de producción animal, se basa en la domesticación de cerdos entendida como cría selectiva de los animales en cautividad dirigida a modificar sus antepasados salvajes para su uso por el ser humano, quien controla la reproducción y el suministro alimentario del animal. En el país se empezó a desarrollar esta actividad productiva hacia 1950, pero solo a partir de la década de los 70 y comienzos del 80 se empieza a establecer como industria en Colombia.

Por otra parte, la piscicultura se refiere a las técnicas y procedimientos que permiten impulsar y controlar la reproducción de peces. Puede aplicarse en peceras, estanques, ríos u otros espacios que cuenten con el agua como su medio principal.

Uno de los principales residuos de la porcicultura y tal vez el que mayor problemática genera para los productores son las excretas. Sin embargo, éstas sirven como alimento de los peces y pueden ayudar a reducir el ciclo de producción y uso de concentrado, por tanto, aumentar la rentabilidad de este proceso productivo (especialmente la tilapia por ser un animal omnívoro requiere de una amplia gama de nutrientes para su alimentación los cuales se

encuentran en las excretas de los cerdos). Se estima que se pueden llevar a cabo dos ciclos de producción porcícola por cada ciclo de producción de peces.

3.4 Marco Geográfico

La finca “El regalo” cuenta con un área total de 42,65 hectáreas y pertence a la Vereda Ceniceros, a 5 kilómetros de Guaduas por la vía Guaduas - Honda dentro del municipio de Guaduas ubicado al noroccidente del departamento de Cundinamarca. Dicho predio se localiza más precisamente en las coordenadas planas 938.962,6 Este y 1’054.630,3 Norte.

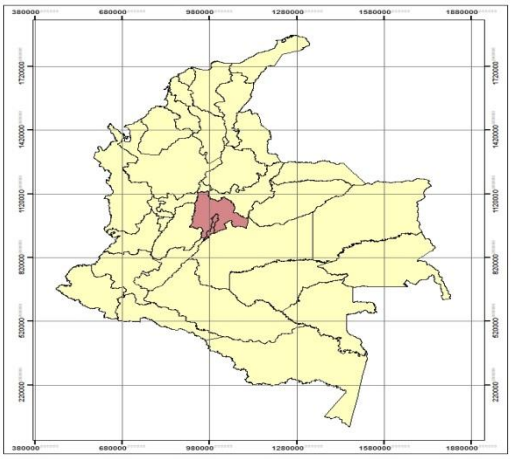


Figura 1 Departamento de Cundinamarca en Colombia. Fuente: Autores

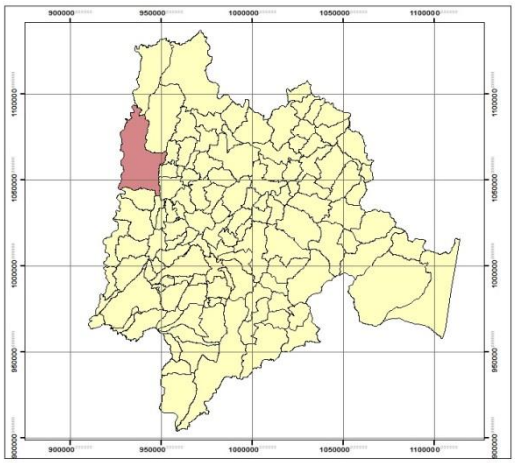


Figura 2 Municipio de Guaduas en el Departamento de Cundinamarca. Fuente: Autores

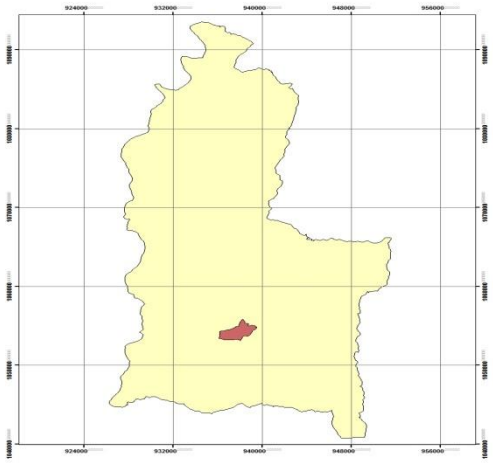


Figura 3 Vereda Ceniceros en el municipio de Guaduas. Fuente: Autores

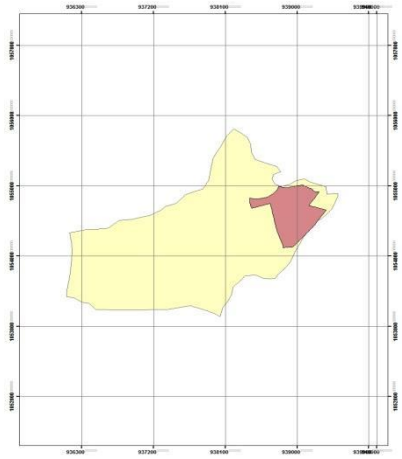


Figura 4 Predio "El Regalo" al interior de la vereda Ceniceros. Fuente: Autores

3.5 Marco Jurídico

La formulación del proyecto se apoya en el derecho de todo colombiano a gozar de un ambiente sano como cita la Constitución Política de Colombia en el artículo 79, además es compatible con el articulo 80 donde se resalta la responsabilidad del estado de planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, conservación, restauración o sustitución, controlando factores que puedan causar deterioro en el ambiente.

Por otra parte, el proyecto se encuentra enmarcado dentro de las competencias establecidas en la ley orgánica de ordenamiento territorial según el artículo 288 de la Constitución Política de Colombia, donde se dispone el concepto y finalidad del ordenamiento territorial y se compatibiliza el desarrollo de una actividad económica con los objetivos trazados en un ente territorial y sus propias metas hacia el desarrollo.

A Continuación, se presentan otras normas relacionadas con el desarrollo del presente proyecto:

NORMA	AUTORIDAD	DESCRIPCION
Decreto Ley 2811 de 1974	Ministerio de agricultura	Estipulado en el artículo 2° de esta ley, se toma como base el principio de que el ambiente es patrimonio común de la humanidad y necesario para la supervivencia y el desarrollo económico y social de los pueblos. Tiene como objeto la preservación, conservación y restauración del medio, la

		prevención de los efectos nocivos de la explotación de los recursos y regular la conducta humana individual y colectiva respecto al ambiente y el uso de los recursos naturales renovables y no renovables.
Ley 99 de 1993	Congreso de la República	En el artículo 1° se establece como principio general el manejo ambiental de la biodiversidad del país como patrimonio nacional que debe ser protegido prioritariamente y aprovechado en forma sostenible. De igual manera en los artículos 5° y 34 trata aspectos relacionados con el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales renovables y del medio ambiente.
Ley 388 de 1997	Congreso de la República	En su artículo 1° garantiza que la utilización del suelo por parte de sus propietarios se ajuste a la función social de la propiedad y permita hacer efectivos los derechos constitucionales a la vivienda y a los servicios públicos domiciliarios, y velar por la creación y la defensa del espacio público, así como por la protección del medio ambiente y la prevención de desastres. De esta forma el enfoque hacia el desarrollo sostenible y la compatibilización con el ordenamiento del territorio sea efectiva en la formulación del proyecto.
Decreto 879 de 1998	Ministerio de desarrollo económico	Por el cual se reglamentan las disposiciones referentes al ordenamiento del territorio municipal y distrital y a los planes de ordenamiento territorial. En su artículo 3° se refiere a las prioridades del Ordenamiento territorial especialmente las relacionadas con la conservación y protección del medio ambiente.
Decreto 3600 de 2007	Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial.	En su artículo 4° establece las categorías de protección en suelo rural, y dentro de esta las áreas de preservación y protección ambiental, donde se encuentra la estructura ecológica principal, base para la formulación del plan de manejo ambiental y posterior compatibilización con el plan básico de ordenamiento territorial del municipio de Guaduas.
Acuerdo 16 de 1998	Corporación autónoma regional de Cundinamarca (CAR).	Establece los usos del suelo permitidos y las determinantes relacionadas para la conservación y preservación del medio ambiente en suelos rurales y suburbanos. En el artículo 1° Numeral 5.
Acuerdo 36 del 2000	Concejo municipal de Guaduas.	En el capítulo III, establece la zonificación de usos del suelo dentro del territorio del municipio de Guaduas.

Tabla 1 Marco legal. Fuente: Autores, 2014

4 METODOLOGÍA

Para el desarrollo de este proyecto se aplicó la metodología para la elaboración de un plan de manejo técnico ambiental que se muestra en el siguiente modelo sintético elaborado por Zúñiga (2009):



Figura 5 Modelo sintético de elaboración Plan de Manejo Ambiental. Fuente: Zúñiga **(2009)**.

1. Inicialmente se realizó una recolección de la información disponible de la zona de estudio (información secundaria), a la vez que se desarrolló una caracterización detallada del territorio teniendo en cuenta los componentes biótico, abiótico y socioeconómico, las amenazas naturales, la capacidad de carga territorial y finalmente la asignación del uso del suelo. En esta etapa se obtuvo como resultado algunos productos cartográficos basados en

información proporcionada por fuentes oficiales tales como el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), El Instituto de Hidrología, Meteorología y estudios ambientales (IDEAM), La Secretaria de planeación municipal, la Corporación Autónoma Regional (CAR) y varias visitas en campo que corroboraron la información secundaria adquirida.

2. Simultáneamente se llevó a cabo la ingeniería del proyecto la cual consiste en la descripción detallada de los conceptos técnicos y teóricos, bases para el desarrollo de la actividad económica propuesta; en este caso el enfoque de la ingeniería va hacia la capacidad que tiene el territorio para sostener la actividad porcícola.

3. Luego se verifico que el uso asignado al territorio a partir de su capacidad de carga y sus actividades compatibles coincidieran, o por lo menos, fueran similares con las designadas para el mismo por el actual Plan Básico de Ordenamiento territorial del municipio de Guaduas (PBOT). En este caso la actividad aplicada se encuentra dentro de las actividades condicionadas para el territorio según el PBOT.

4. Posteriormente se desarrolló la Factibilidad técnica-legal (Zuñiga H. y Zuñiga P., 2012) la cual consiste en dar valor a distintos criterios a la vez que se le asignan distintas calificaciones respecto a su importancia (decisivo, importante y deseable) con ayuda de la matriz de factibilidad técnica legal. Cabe resaltar que el tipo de parámetro a calificar es decisión de los evaluadores, es decir, si el evaluador considera que para el correcto desarrollo del proyecto es un factor decisivo la existencia de vías de comunicación este parámetro será ubicado en decisivos, pero, si por el contrario el evaluador considera que dicho parámetro no es tan necesario lo puede ubicar en cualquiera de las otras dos categorías.

5. Finalmente se construye el plan de Manejo Técnico Ambiental el cual se compone por tres programas: el Programa de manejo técnico ambiental, el programa de seguridad industrial y el programa de salud ocupacional. El primero hace referencia a la aplicación de tecnologías apropiadas y a la consecución de insumos para las etapas del proyecto, así como las salidas de los mismos; el segundo hace referencia a todo lo relacionado con seguridad industrial necesaria en cada una de las etapas de desarrollo del programa y el tercero hace referencia a los proyectos necesarios para un desarrollo adecuado del sistema de salud ocupacional en cuanto a posibles enfermedades y/o accidentes en cada etapa del proyecto.

5 CARACTERIZACIÓN TERRITORIAL

En este ítem se relacionan las características físicas, bióticas y socioeconómicas del área de estudio.

5.1 Localización y extensión del área de estudio

La finca "El Regalo" se localiza al sur del municipio de Guaduas - Cundinamarca en la Vereda Ceniceros, a cinco kilómetros de la cabecera municipal vía Guaduas - Honda y cuenta con cédula catastral número 25-3200-0030-0000-0140-0450-0000-0000.

El predio se ubica en un rango altitudinal entre los 1.170 y los 1.400 m.s.n.m, tiene una extensión total de 42,65 ha. Limita al norte con las fincas Corinto, El peñón azul y San Antonio; al sur con la finca La Pena, al oriente con las fincas El Páramo y Las Brisas, al suroccidente con la vereda Paramillo y al occidente con la finca El Limoncito (**Ver Mapa #0**).

Los puntos extremos del área de estudio en coordenadas planas son los siguientes:

Norte	1.055.007,16 m.N
	939.077,54 m.E
Sur	1.054.114,26 m.N
	938.817,85 m. E
Oriente	1.054.658,52 m.N
	939.364,05 m.E
Occidente	1.054.828,80 m.N
	938.402,11 m.E

Tabla 2 Coordenadas puntos extremos área de estudio (Magna Colombia Bogotá). Fuente: Autores, 2015.

A continuación, se ilustra la localización del predio:

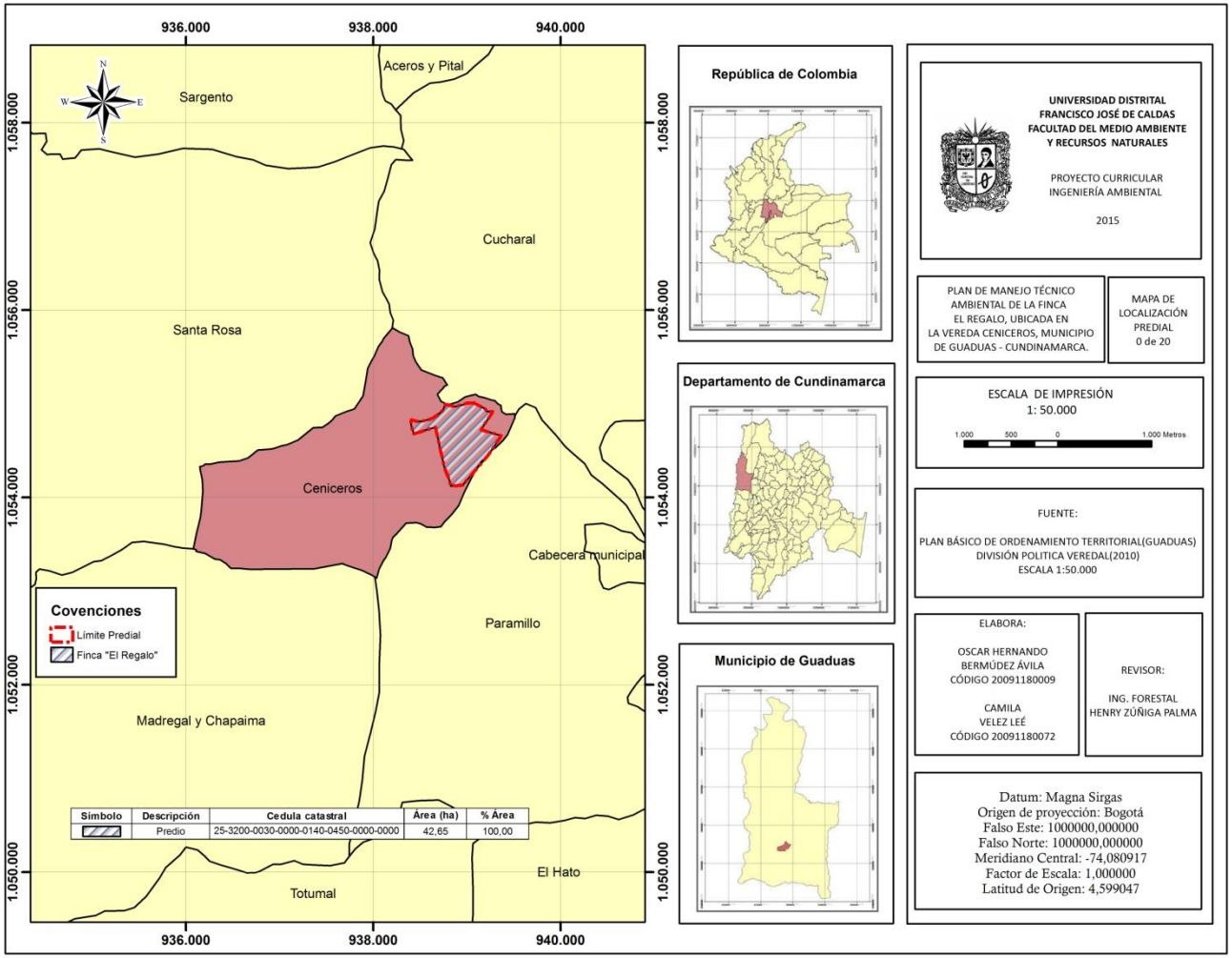


Figura 6 Localización Finca “El Regalo”. Fuente: Autores.

5.2 Sistema Natural

A continuación, se describen cada uno de los componentes del sistema natural, específicamente los componentes geológico, climatológico, geomorfológico, edáfico, hidrológico, biótico, así como las amenazas y riesgos presentes en el área de estudio.

5.2.1. Componente Geológico

En este ítem se describen las unidades geológicas aflorantes, así como la geología estructural incluyendo fallas y pliegues. La información se ha obtenido a partir de la recopilación bibliográfica de las memorias de las planchas geológicas 207 y 208 publicadas por el Servicio Geológico Colombiano (Escala 1:100.000).

1 Formación geológica

Como se observa en la

Figura 7 el área de interés se encuentra localizada en el flanco Oeste del sinclinal de Guaduas, dicho Sinclinal se presenta en la región como una estructura simétrica de 7 km de amplitud; y su eje presenta una dirección Norte-Sur. El pliegue está constituido por rocas de la Formación San Juan de Río Seco, que conforman el núcleo de la estructura y van cerrando hacia el norte, y por rocas de la Formación Hoyón. Ésta última formación está presente en el área de estudio, corresponde al Eón del fanerozoico, era cenozoico, periodo paleógeno y época oligoceno; se compone por tres niveles; el inferior (Tih 1), el nivel medio (Tih 2) y el nivel superior (Tih 3).

EÓN	ERA	PERIODO	ÉPOCA		
FANEROZOICO	CENOZOICO	PALEÓGENO	OLIGOCENO	Formación Hoyón	Tih 1
					Tih 2

Tabla 3 Edad geológica de la Formación Hoyón. Fuente: **(Servicio Geológico Colombiano, 1976)**.

Al interior de la finca "El Regalo" como se observa en el **Mapa #1** se encuentran dos de estos niveles; el nivel inferior (Tih 1) quien se relaciona con relieves escarpados y paisajes de crestas y crestones, y el nivel medio (Tih 2) corresponde a paisajes de lomeríos y en general topografía de tipo ondulado (Ver **Figura 8** y anexos mapa Geomorfológico #3). El área de estudio suprayace en un 61,90% (26,4 ha) a la formación Hoyón 2 (Tih 2) y el restante 38,10% (16,25 ha) a la Formación Hoyón 1 (Tih1).

Es de considerar que los materiales que componen Hoyón 2 son más susceptibles a fenómenos de remoción hídrica o deslizamientos en cuanto tienen menores coberturas vegetales y se componen de materiales más blandos que los de Hoyón 1. (Servicio Geológico Colombiano, Plancha Geológica 207, 1976).

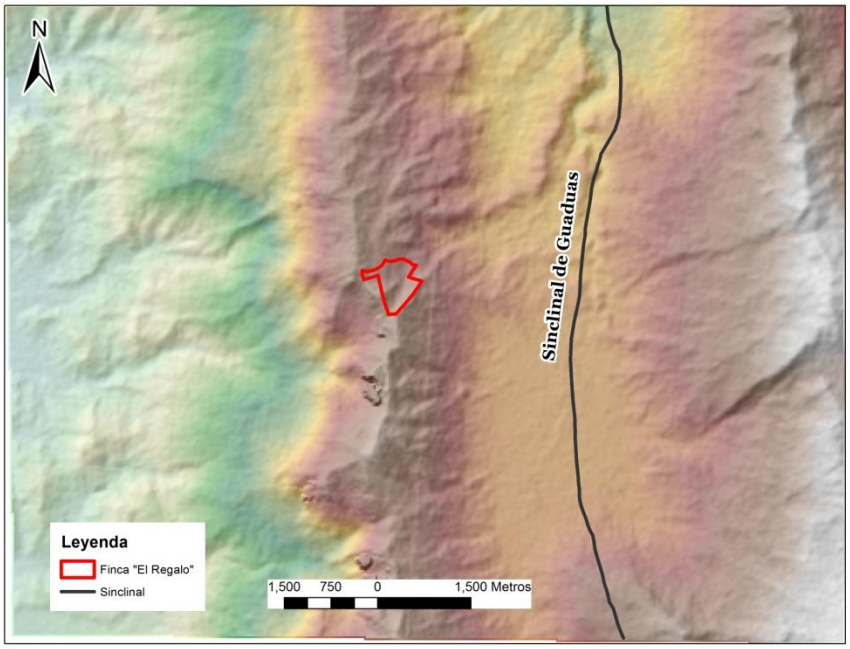


Figura 7 Sinclinal de Guaduas. Fuente: Servicio Geológico Colombiano, 1976.



Figura 8 Vista superior predio Finca "El Regalo" En la parte de arriba sobre la línea blanca se localiza el área con ondulaciones y en la zona inferior el área escarpada. Fuente: Google Earth® 2011.

2 Litología

Como se muestra en el mapa litológico (**Ver Mapa #1**), el nivel inferior de la formación Hoyón (Tih 1), está constituido por rocas sedimentarias; con una sucesión de arenisca de cuarzo, de grano medio a grueso, de color gris, con matriz arcillosa y conglomerado de cantos semirredondeados sedimentarios hasta de 3 cm de diámetro. Esto quiere decir que dicha formación se compone principalmente de partículas de gran tamaño tales como areniscas y conglomerados (Servicio Geológico Colombiano, 1976).

Por otra parte, el nivel medio de la formación, Hoyón 2 (Tih 2), está constituido por rocas sedimentarias, específicamente arcillolitas café-amarillentas con esporádicas capas delgadas de conglomerados polimícticos y arenitas no consolidadas, que generan una topografía ondulosa con algunas pequeñas elevaciones. Dichas ondulaciones se hacen notorias en el predio tal como se observa en la **Figura 8** tomada con la ayuda de Google Earth ®.

3 Tectonismo

Con ayuda de un modelo de elevación digital (DEM) de la zona, se confirma la presencia de una falla definida en el costado norte del área de interés. Tal y como se puede observar en la **Figura** 9 y en el mapa geológico del presente estudio (**Ver Mapa #1**) dicha falla presenta una longitud de 730 metros al interior del predio entre las coordenadas 1’054. 720m.N, 938.572 m.E y 1’055.007m.N, 939.073 m.E.

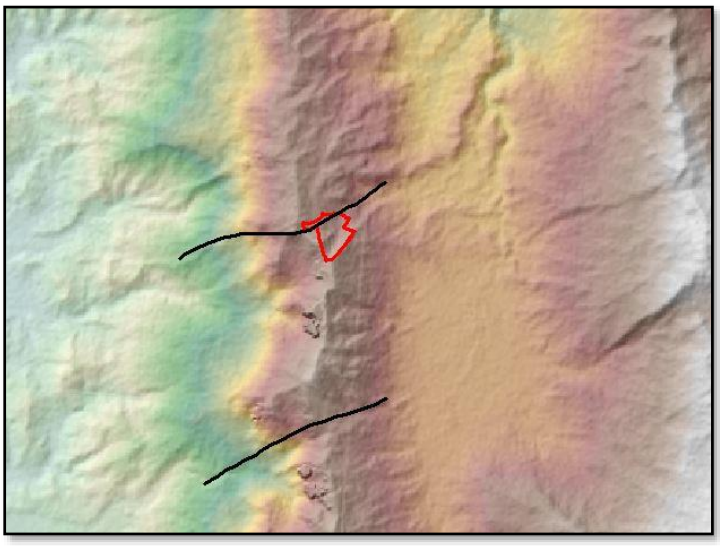


Figura 9 Modelo de elevación digital (DEM). Fuente: Servicio Geologico Colombiano Modificado por los Autores, 2015 (En negro, fallas definidas; en rojo, límite predial finca "El Regalo").

5.2.2. Componente Climatológico

El componente climatológico en este estudio está conformado por información de precipitación, temperatura ambiente, humedad relativa, balance hídrico, brillo solar y clasificación climática, a continuación, se identifican y describen para el área de estudio.

1 Precipitación

Para determinar la precipitación promedio estimada del área de estudio se realizó un análisis de los valores de la misma, junto con su distribución temporal y espacial haciendo uso de los datos de precipitación medios mensuales y totales anuales en la estación más cercana al área de estudio localizada sobre la subcuenca del Río Guaduero en este caso la estación Guaduas (V**er Tabla 4**), dicha estación pertenece a la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR).

Estación	Tipo estación	Entidad	Distancia al predio (Km)	Cuenca	Subcuenca	Mesocuenca	Coordenadas		Precipitación Anual(mm)
							Este	Norte	
Guaduas	CP	CAR	5,2	R. Magdalena	R. Negro	R. Guaduero	942660,1	10506185,0	1.420,0

Tabla 4 Estación base para análisis de distribución de precipitación. Fuente: IDEAM, CAR modificado por Autores, 2015.

El análisis se elaboró con datos correspondientes a los años comprendidos entre 2004 y 2013, es decir durante un periodo de 9 años (**Ver anexo A.1.**) y como resultado se determinó que dentro del área de estudio se presenta una precipitación media anual con un valor correspondiente de 1420,0 mm anuales (**Ver Mapa #2**).

Distribución temporal de la precipitación

Según la caracterización del medio físico para la subcuenca del Río Guaduero enmarcado dentro del POMCA de la cuenca hidrográfica del Río Negro (Corporación Autonóma Regional de Cundinamarca, 2007), en la zona circundante al área de estudio se presentan dos períodos lluviosos y dos secos a lo largo del año. Los períodos lluviosos se registran entre comienzos de Abril hasta mediados de junio, y entre la segunda semana de septiembre y finales de noviembre. Los períodos secos se encuentran de forma intercalada a lo largo del año entre los períodos lluviosos. Este comportamiento de tipo bimodal se evidencia en la estación Guaduas la cual es la más cercana al área de estudio (**Ver Figura 10**).

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Guaduas	81,0	89,7	129,9	199,6	136,1	55,2	84,8	83,8	42,5	228,1	214,1	71,9	1.420,0

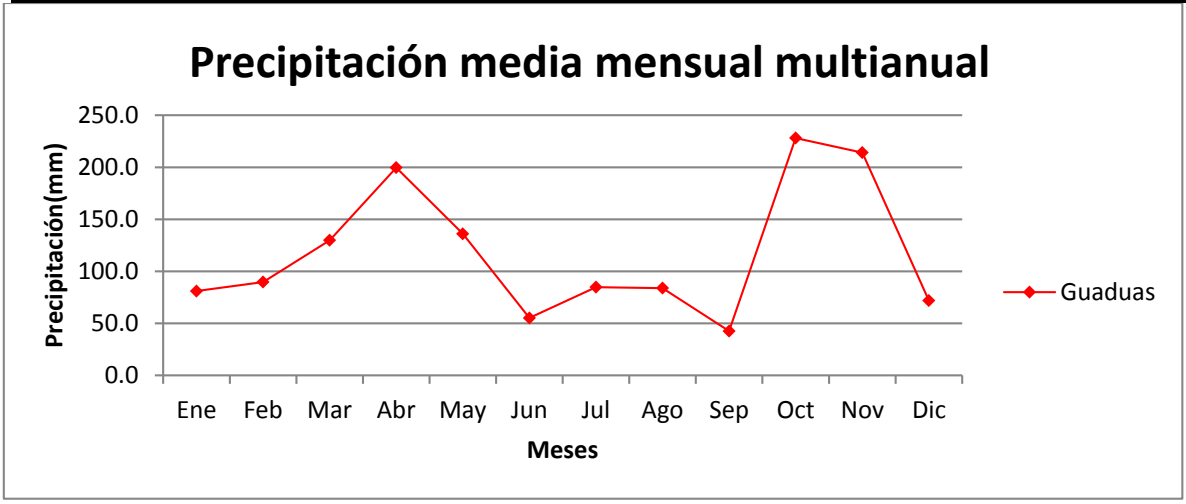


Figura 10 Comparación valores totales de precipitación media mensual multianual en la estación meteorológica de Guaduas. Fuente: IDEAM modificado por Autores (2004-2013).

De acuerdo a la gráfica (**Ver Figura 10**) Se presentan las mayores precipitaciones en el segundo período de lluvias del año teniendo un máximo de 228,1 mm en el mes de octubre, mientras que en el primer período el mes que presenta mayores precipitaciones es abril con 199,6 mm.

En los períodos secos la menor precipitación durante el año se presenta en el segundo período, en el mes de septiembre con un valor de 42,5 mm, mientras que en el primer período seco del año la menor precipitación se genera en el mes de diciembre con un valor de 71,9 mm.

2 Temperatura ambiente

Para determinar la temperatura ambiente promedio estimada del área de estudio se realizó un análisis de los valores de dicha variable, a partir de los datos de temperatura medios mensuales y totales anuales en la estación más cercana al área de estudio localizada sobre la subcuenca del Río Guaduero (**Ver Tabla 5**).

Estación	Distancia al predio (Km)	Cód. Catálogo Nacional	Tipo estación	Entidad	Coordenadas		Temperatura ambiente(°C)
					Este	Norte	
Guaduas	5,1	2306517	CP	CAR	942660,13	10506184,97	22,86

Tabla 5 Estación base para análisis de distribución de temperatura. Fuente: CAR adaptado por Autores.

El análisis se elaboró con datos correspondientes a los años comprendidos entre 2000 y 2012, es decir durante un periodo de 12 años (**Ver anexo A.2.**) y como resultado se determina que dentro del área de estudio se presenta una temperatura media anual con un valor correspondiente de 22,86°C (**Ver Mapa #2**).

Distribución temporal de la temperatura

Tomando como referencia la estación climatológica Guaduas, la cual es la más cercana al predio ubicada a 5,25 km del área de estudio, se hace el análisis de distribución temporal. En dicha estación se presentan valores de temperaturas medias a lo largo del año con una máxima variación en 2,7°C entre el mes de Agosto y octubre **(Ver Figura 11)**, la diferencia máxima presente entre dos meses pertenecientes a un periodo similar, se da entre los meses de agosto y julio donde hay variación en 0,7°C. Las temperaturas máximas se presentan durante el periodo del mes de Agosto con un valor promedio de 28,2°C y las temperaturas mínimas se dan en el periodo del mes de Noviembre con una magnitud de 14°C (**Ver Figura 11**). Esto nos permite determinar que, aunque la temperatura media del área de estudio resulta ser 22,86°C la zona puede presentar temperaturas muy bajas para la zona acercándose a los 14°C o por el contrario superiores a los 28°C dependiendo de la época y con relación a fenómenos atmosféricos de "el niño" y de "la niña".

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Máximo	24,8	25,7	24,3	24,2	24,9	24,4	24,9	28,2	25,7	23,9	23,7	25,4
Medio	22,4	23,1	22,6	22,7	23,1	23,3	23,7	24,5	23,4	21,8	21,5	22,1
Mínimo	21,1	20,5	21,2	20,6	21,8	21,6	21,9	22,4	21,4	14,1	14,0	14,1

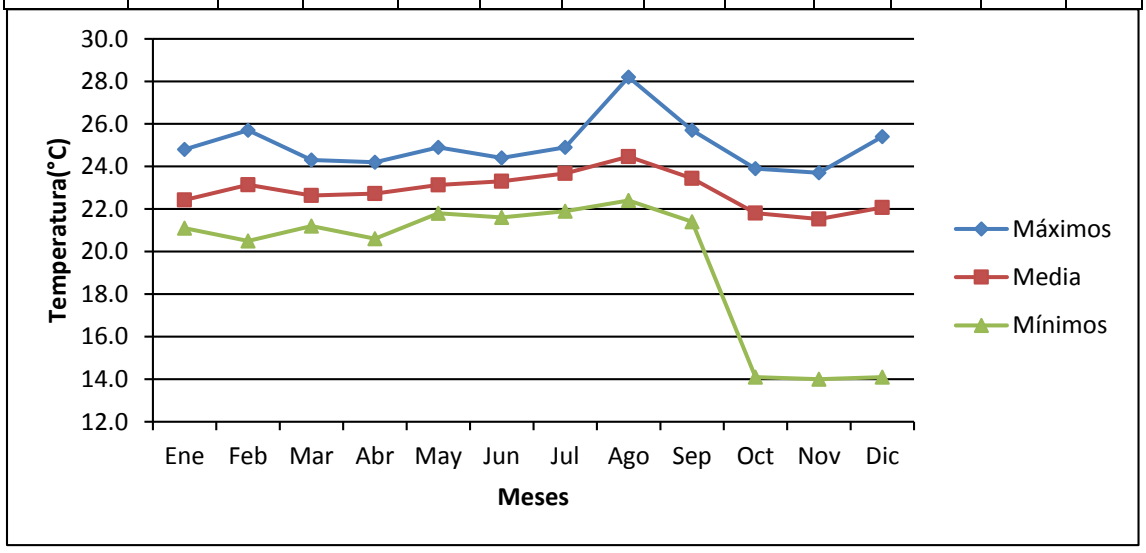


Figura 11 Valores medios mensuales de temperatura en estación Guaduas. Fuente: IDEAM modificado por Autores**.**

3 Humedad relativa

Para determinar el valor de humedad relativa media anual se toma como referencia la información de la estación climatológica Guaduas, ubicada a 5,25 km del área de estudio. El análisis se elaboró con datos correspondientes a los años comprendidos entre 2004 y 2012, es decir durante un periodo de 8 años (**Ver anexo A.3.**) y como resultado se obtuvo el valor correspondiente de humedad relativa media anual el cual se aproxima al 82% de humedad. La humedad relativa tiene un comportamiento donde los picos más altos coinciden con las épocas de mayor precipitación y los valores medios más bajos a las temporadas de menor precipitación presentando un comportamiento similar a lo largo del año (**Ver Figura 12**).

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Medio	87	85	85	88	85	78	76	75	77	82	85	84
Máximo	91	89	90	92	90	87	88	91	92	89	92	91

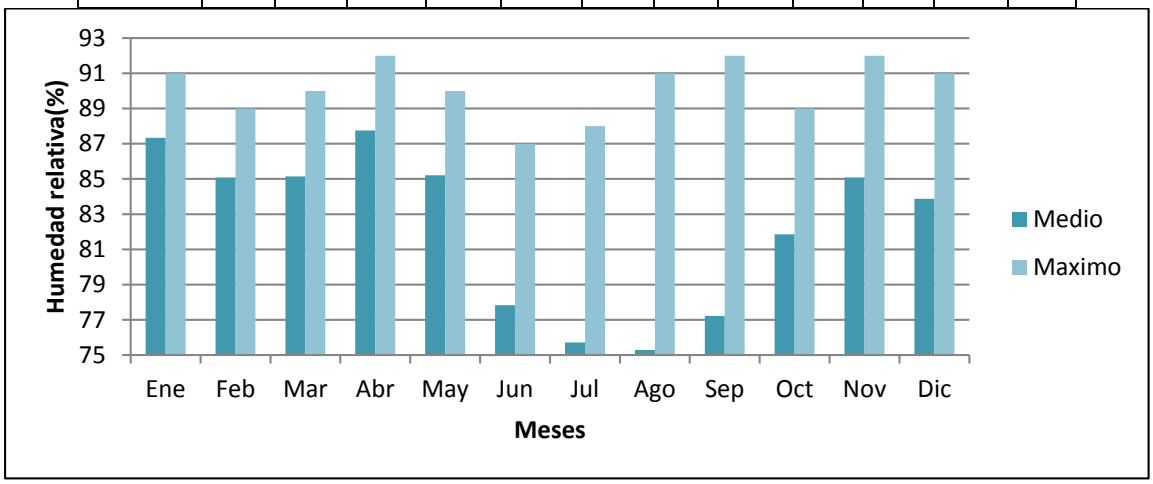


Figura 12 Valores medios y máximos mensuales de humedad relativa en estación Guaduas. Fuente: IDEAM Adaptado por los Autores (2004-2012).

2 Brillo solar

El análisis para determinar el valor de brillo solar medio anual se elaboró con datos pertenecientes a la estación climatológica Guaduas correspondientes a los años comprendidos entre 2003 y 2013, es decir durante un periodo de 10 años (**Ver anexo A.4.**) y como resultado se obtuvo un brillo solar medio anual de 154,7 horas que equivalen a 5,16 horas/día. El comportamiento del promedio histórico mensual de horas de sol muestra que el mes de Julio contiene el mayor número de horas de exposición al sol con un valor de 186 horas (6,2 horas/día) y con la menor medida se encuentra el mes de Febrero con un valor correspondiente a 117 horas de sol (3,9 horas/día). (V**er Figura 13**). Estos valores corresponden a las épocas de sequias y lluvias presentes en la zona siguiendo el comportamiento climático esperado.

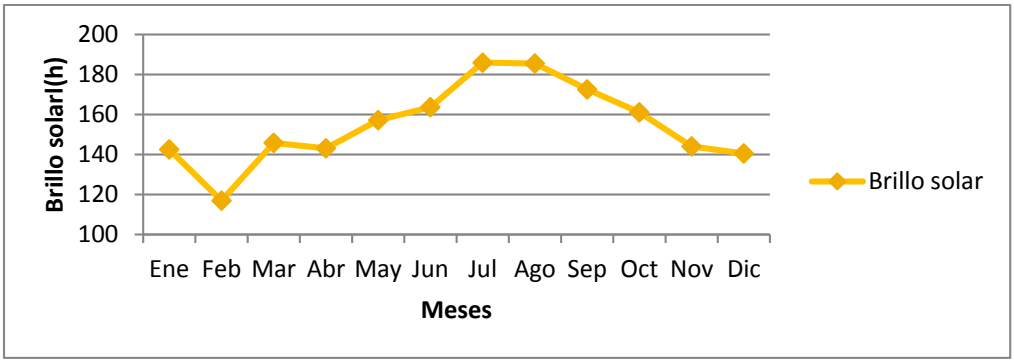


Figura 13 Comportamiento promedio histórico mensual de horas de brillo solar en la estación Guaduas desde el 2003 a 2013. Fuente: IDEAM modificado por Autores (2003-2013).

3 Balance hídrico

Para realizar el balance hídrico del predio se toma como referencia la estación climatológica Guaduas, ubicada a 5,25 km del área de estudio y los valores de precipitación y temperatura medios anuales (**Ver anexo A.5.).** Siguiendo la metodología usada por González y Romero (2003).

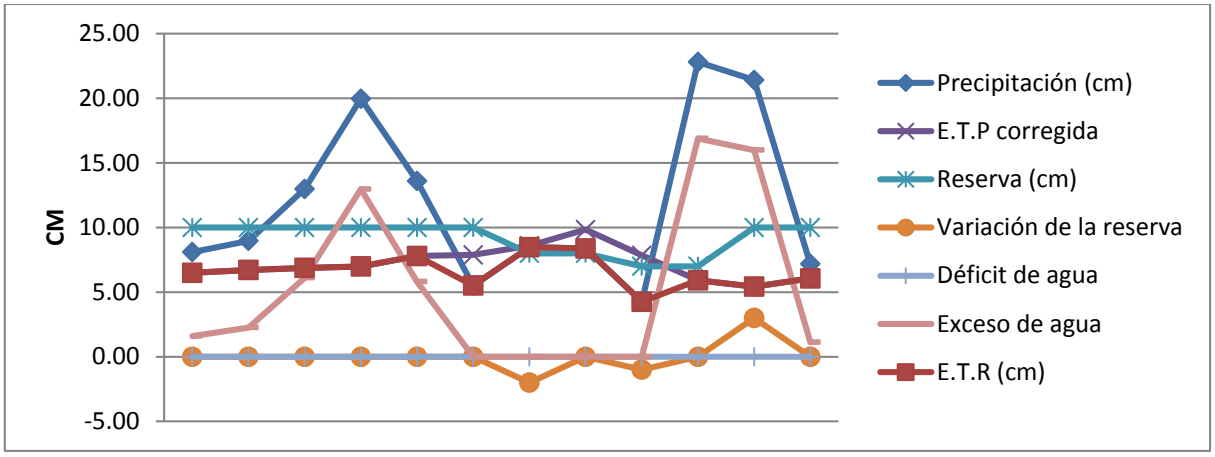


Figura 14 Balance hídrico para la Finca el Regalo. Fuente: Adaptación de los autores a (González & Romero, 2003).

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
P (cm)	8,10	8,97	12,99	19,96	13,61	5,52	8,48	8,38	4,25	22,81	21,41	7,19
T (°C)	22,42	23,14	22,63	22,73	23,13	23,30	23,67	24,46	23,44	21,81	21,53	22,07
E.T.P corr	6,50	6,71	6,88	6,99	7,80	7,88	8,59	9,84	7,85	5,92	5,43	6,06
R (cm)	10	10	10	10	10	10	8	8	7	7	10	10
dR	0	0	0	0	0	0	-2	0	-1	0	3	0
Déficit	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Exceso	1,60	2,26	6,11	12,98	5,81	0,00	0,00	0,00	0,00	16,89	15,99	1,12
E.T.R (cm)	6,50	6,71	6,88	6,99	7,80	5,52	8,48	8,38	4,25	5,92	5,43	6,06

Tabla 6 Balance Hídrico para la Finca el Regalo. Fuente: Adaptación de los autores a (González & Romero, 2003).

El balance hídrico de la zona de estudio muestra la ocurrencia de periodos secos y húmedos durante dos periodos determinados de tiempo, los meses húmedos corresponden a los meses presentes en los periodos más lluviosos, existiendo una reserva de agua en el suelo, satisfaciendo disponibilidad de agua para ejecutar actividades que requieran el uso de esta. A pesar de la existencia de dos periodos de bajas precipitaciones en el año en la zona de estudio solo entre los meses de junio y septiembre corresponde a meses secos, ya que la reserva disponible y la baja evo transpiración durante los meses de diciembre a febrero mantienen estos como meses húmedos y con la posibilidad de uso de agua para desarrollo de actividades económicas de forma controlada.

4 Zonificación Climática

De acuerdo al mapa climatológico del presente estudio (**Ver Mapa #2**), el predio se encuentra dentro de la zona de vida que corresponde a bosque húmedo premontano (bh-PM). Esta clasificación es basada en la metodología de clasificación de zonas de vida según Holdridge (1979), donde se evalúan las variables como temperatura ambiente, precipitación anual y altura sobre el nivel del mar, dichas variables presentan valores de 22,86°C, 1416,6 mm y de 1170 a 1400 msnm respectivamente dentro del predio.

5.2.3. Componente Geomorfológico

El componente geomorfológico hace referencia a la identificación y descripción de los paisajes geomorfológicos, así como los relieves y las pendientes presentes en el área de interés, basado en el "Estudio general de Suelos y zonificación de tierras del departamento de Cundinamarca" del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, IGAC (2000).

1 Paisajes geomorfológicos

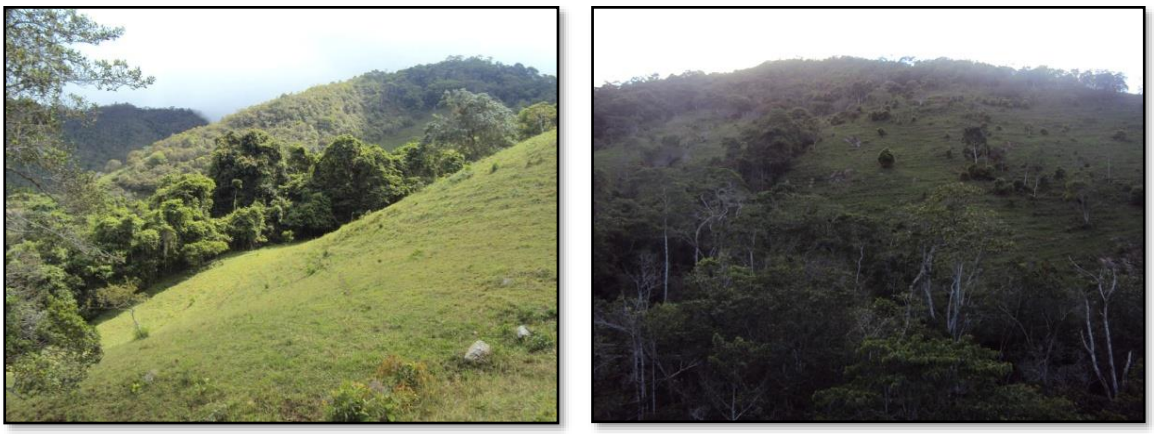
Como se expone en el mapa Geomorfológico **(Ver mapa #3)** el predio presenta un paisaje de montaña subdividido en dos tipos de relieve; Lomas con un área de 26,40 ha (equivalente al 61,90%) y crestas y escarpes mayores con un área de 16,25 ha (equivalentes al 38,10% del área total del predio) **(Ver Fotografía 1)**. Por otro lado, como se evidencia en el mapa de pendientes complejas (**Ver mapa #5**) la mayor parte del territorio cuenta con una pendiente entre los rangos de 35% a 100% (41,38 ha correspondientes al 97,02% del área total) todo esto indica que el predio es en su mayoría escarpado y también presenta ondulaciones a lo largo del mismo (**Ver Fotografía 2**). A continuación, se muestran los rangos de pendientes presentes en el área de estudio y el área que ocupa cada uno al interior de la misma:

Leyenda de pendientes complejas		
Rango (%)	**Área (ha)**	**% Área**
< 35	1,27	2,98
35-100	41,38	97,02
TOTAL	**42,65**	**100,00**

Tabla 7 Porcentaje de pendientes complejas del área de estudio. Fuente: Autores.



Fotografía 1 Paisaje de lomas (imagen a la izquierda) y paisaje de crestas y escarpes mayores (imagen a la derecha). Fuente: Autores,2014

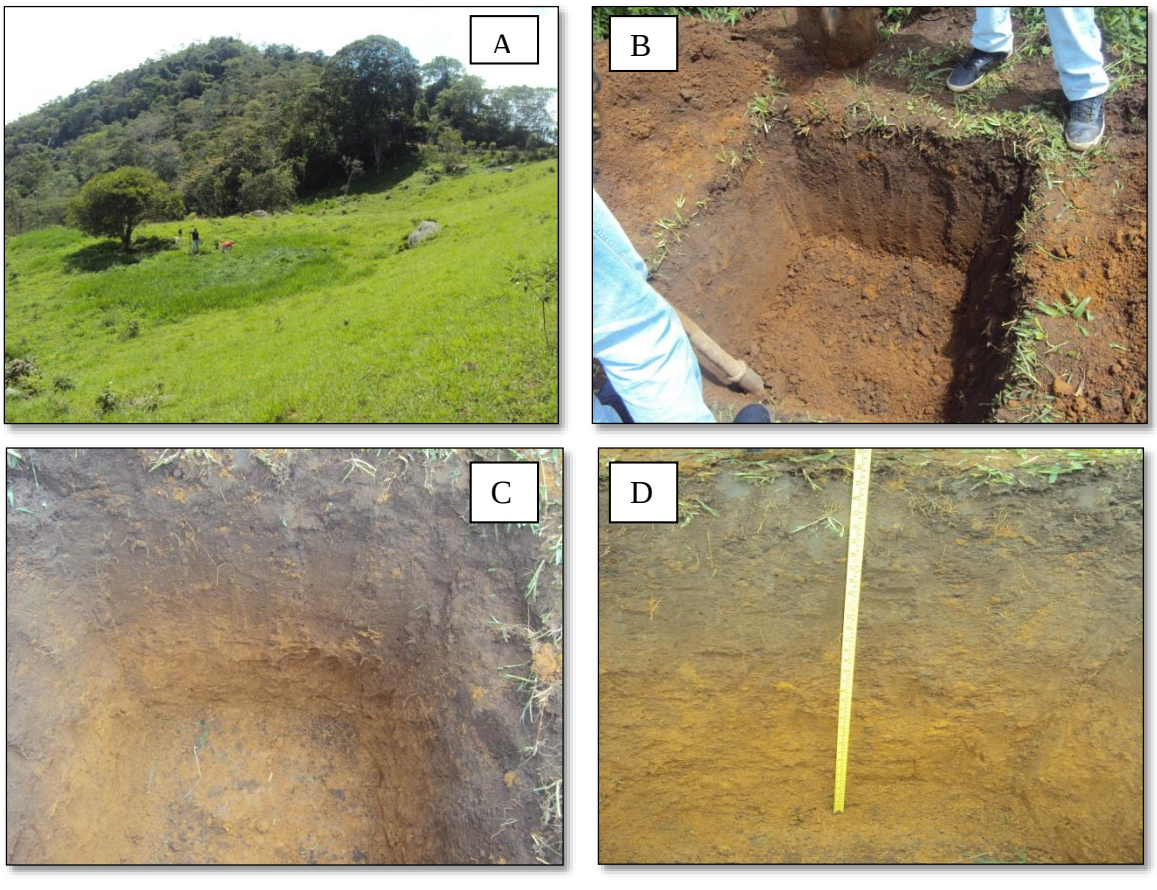


Fotografía 2 Zona de altas pendientes presentes en área de estudio. Fuente: Autores,2014

5.2.4. Componente Edáfico

De acuerdo al mapa de suelos del presente proyecto (**Ver Mapa # 6**), el área de estudio presenta las asociaciones MQV y MQS. Esta información es tomada del estudio general de suelos y zonificación de tierras del departamento de Cundinamarca (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2000), plancha de suelos número 207 (Escala 1:100.000).

Por otra parte, tomando como base el componente geológico y sabiendo que la formación que subyace al predio es Hoyón 1 y Hoyón 2, se realiza un análisis de la composición geológica de la formación y las similitudes con cada uno de los perfiles presentes en cada asociación. Como factor determinante se tuvo en cuenta las características en la descripción de cada perfil tales como el lugar de muestreo, la altitud, el paisaje, el relieve, la textura de los suelos y en especial las pendientes. También se realiza una asociación de los perfiles teniendo en cuenta la distribución de las áreas en tipos de paisajes **(Ver mapa #3)** y pendientes que posee el predio **(Ver mapa #5)**. Además, se realiza una comparación de las características de los horizontes para cada perfil con muestras tomadas en campo. Las características comparadas fueron la distribución y altura de los horizontes, textura y presencia o no de raíces (**Ver Fotografía 3 y Fotografía 4**).



Fotografía 3 (A) Sitio de muestreo, (B) calicata en proceso, (C) diferenciación de horizontes y (D) medición de longitud entre horizontes. Fuente: Autores, 2014.



Fotografía 4 Diferentes tipos de suelo de muestras tomadas en el predio. Fuente: Autores, 2014.

De esta forma se compatibilizan los perfiles de cada una de las asociaciones con las características geológicas y geomorfológicas del predio. Así, se determina que al interior del predio se encuentran los perfiles H-40 (9,55 ha, 22,40%), PA-1 (14,8 ha, 34,69 %), CC-11 (2,05 ha, 4,82%) pertenecientes a la asociación MQV y el perfil CU-116 (16,25 ha, 38,10%) perteneciente a la asociación MQS. Estas Formaciones y sus respectivos perfiles se describen detalladamente a continuación:

Asociación MQV

Según los mapas climatológico, topográfico y de suelos (**Ver Anexos, Mapas #2, #4, #6 respectivamente**) los suelos de esta unidad cartográfica se localizan con alturas entre 1.000 y 2.000 m.s.n.m, y temperaturas entre 18 y 24°C además de precipitaciones entre 1.000 y 2.000 mm/año.

Estos suelos corresponden geomorfológicamente a lomas y lomeríos con pendientes de 25% hasta 75% además se han desarrollado a partir de rocas sedimentarias (arcillolitas); son, en términos generales bien drenados, profundos, limitados por contacto lítico y de texturas que

varían de finas a medias. Para el predio se delimitaron los perfiles H-40 (9,55 ha, 22,40%), PA-1(14,8 ha, 34,69 %), CC-11 (2,05 ha, 4,82%). A continuación, se describen las propiedades físicas y químicas de cada uno de los perfiles presentes en el predio, basados en el anexo 4 del Estudio de suelos y zonificación ambiental de Cundinamarca (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2000).

PERFIL No. PA-1

Este perfil presenta un paisaje de montaña con un tipo de relieve de lomas y un relieve específico moderadamente escarpado con pendientes del 50 %, su material parental es roca sedimentaria; Arcillolita. Como limitante de uso posee escasa profundidad efectiva y fuertes pendientes.

Fecha: 19-05-99			
Taxonomía: Humic Eutrudepts			
Símbolo: MQVf			
Localización	**Departamento:**	**Municipio:**	
Sitio: 2 km, margen derecha que conduce de la Magdalena a Utica.			
Altitud: 1100 m			
Coordenadas	**Latitud** 5°05´24´	**Longitud** 74°29´44´	
Fotografía aérea: 37290	**Vuelo:** M-1356	**Faja:** 6	**Plancha**: 208
Paisaje: Montaña	**Tipo de relieve:** Lomas		
Relieve: Moderadamente escarpado		**Pendiente:** 50%	
Material Parental: Roca sedimentaria; Arcillolitas			
Clima ambiental: Medio húmedo			
Precipitación promedia anual: 1700 mm			
Temperatura promedia anual: 18°C			
Clima edáfico: Isotérmico, údico			
Interno: medio	**Externo:** muy rápido	**Natural:** bien drenado	
Profundidad efectiva: Mod. profunda	**Limitada por:** Fragmentos de roca		
Horizontes diagnósticos: Epipedón: úmbrico; Endopedón: cámbrico			
Uso actual: Agrosilvopastoril (pastoreo extensivo, cultivos de caña y frutales)			
Limitantes del uso: Escasa profundidad efectiva y fuertes pendientes			
Vegetación natural: Arrayán, guadua y guamo			
Descrito por: J. Arévalo			

Tabla 8 Descripción del perfil PA-01. Fuente: (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2000)

Descripción del Perfil

0-30 cm **A**	**Color en húmedo gris muy oscuro (10 YR 3/1); textura arcillo limosa; estructura en bloques subangulares, media, fuerte; consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa, ligeramente plástica; frecuentes poros finos y medianos; muchas raíces medias y gruesas, vivas; frecuente actividad de macroorganismos; límite claro y plano; pH: 6.8.**
30-50 cm **Bw1**	Color en húmedo gris muy oscuro (10 YR 3/1) con 30% de manchas litocrómicas de color pardo amarillento oscuro (10 YR 4/6); textura arcillo limosa; estructura en bloques subangulares, media que parte a fina, moderada; consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa, ligeramente plástica; frecuentes poros finos y medianos; frecuentes raíces medias, vivas; frecuente actividad de macroorganismos; límite claro y plano; pH: 6.8.
50-70 cm **Bw2**	Color en húmedo gris muy oscuro (10 YR 3/1) con 20% de manchas litocrómicas de color pardo amarillento oscuro (10 YR 4/6); textura arcillo limosa, con 20% de fragmentos de piedra, irregular, sin alteración, de origen sedimentario; estructura en bloques subangulares, media, moderada; consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa, ligeramente plástica; frecuentes poros medianos, pocos finos; frecuentes raíces finas, vivas; poca actividad de macroorganismos; límite claro y plano; pH: 7.5.
70-90 cm **Bw3**	Color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2); textura arcillo limosa; estructura en bloques subangulares, gruesa que parte a media, débil; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa, no plástica; frecuentes poros finos; frecuentes raíces finas, vivas y muertas; poca actividad de macroorganismos; límite claro y plano; pH: 8.2.
90-120 cm **C**	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10 YR 4/4); textura arcillo limosa; sin estructura (masiva); consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa, no plástica; frecuentes poros finos; pH: 8.2

Tabla 9 Descripción del perfil PA-01. Fuente: Anexo 4 (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2000).

A continuación, se describen las propiedades físicas y químicas del perfil PA-1:

Propiedades Físicas

- Textura

El perfil PA-1 presenta una textura arcillo limosa (ArL) a lo largo de todos los horizontes. A continuación, se detalla su composición granulométrica y profundidad:

Perfil	Horizonte	Prof. cm	Granulometría			Clase textural
			Arena %	Limo %	Arcilla %	
PA-1	A	0-30	7,63	43,46	48,91	ArL
	Bw1	30-50	6,22	44,28	49,50	ArL
	Bw2	50-70	9,92	41,58	48,50	ArL
	Bw3	70-90	6,55	44,26	49,19	ArL
	C	90-120	6,39	51,74	41,87	ArL

Tabla 10 Análisis Físico perfil PA-1. Fuente: **(Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2000)**.

- Permeabilidad

Teniendo en cuenta los parámetros de textura, espesor y permeabilidad de cada estrato se lograron determinar por medio de la ecuación de Darcy (**Ver Anexo B.1**) que el perfil PA-1 cuenta con un factor de permeabilidad *k* de 1,00E-8, esto quiere decir que el suelo presenta una permeabilidad muy baja.

- Profundidad Efectiva

El perfil PA-1 cuenta con una profundidad efectiva de 70 centímetros, es decir, una profundidad media; a pesar de la evidencia de frecuentes raíces finas en el cuarto horizonte (70 a 90 cm de profundidad) se evidencia un cambio drástico del pH del segundo al tercer horizonte, esto indica una variación radical en el porcentaje de saturación de sales y a la vez conlleva a un desequilibrio para la cobertura vegetal además de la poca actividad de macro organismos en este horizonte Bw3.

Propiedades Químicas

- Materia Orgánica

El contenido de Materia Orgánica para el primer horizonte constituye el 4,19%, además presenta un contenido medio de Carbono Orgánico con un valor de 2,43 como se evidencia en la siguiente tabla:

Perfil	Horizonte	Saturaciones		Materia Orgánica			P (ppm)	pH (1:1)	CCC meq/100 gr	Aluminio	
		Bases T. meq/100 gr	Sat bases %	%CO	%MO	N %				meq/100g	Saturación %
PA-1	A	23,21	85,02	2,43	4,19	0,21	9,2	6,8	27,3	0,0	0,0
	Bw1	21,48	93,8	1,33	2,29	0,11	17,5	6,8	22,9	0,0	0,0
	Bw2	13,17	59,32	1,07	1,84	0,09	19,4	7,5	22,2	0,0	0,0
	Bw3	16,94	91,08	0,8	1,38	0,07	2,5	8,2	18,6	0,0	0,0
	C	18,57	-	0,45	0,78	0,04	0,9	8,2	17,7	0,0	0,0

Tabla 11 Características Químicas del Perfil PA-1. Fuente: **(Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2000)**.

- Capacidad de Intercambio Catiónico (CCC).

La capacidad de intercambio Catiónico para el primer horizonte del perfil PA-1 es de 27,3 meq/100gr según lo expuesto en la Tabla 11; Esto indica que los suelos presentan una capacidad de intercambio catiónico alta.

- Potencial de Hidrogeno (pH).

El potencial de hidrogeno de los dos primeros horizontes es de 6,80 es decir, los suelos del perfil son neutros en su parte más superficial y a medida que se van profundizando se tornan ligera y medianamente alcalinos (7.5, 8,2. 8,2).

- Nutrientes del suelo.

En cuanto a nutrientes del suelo encontramos que para los primeros horizontes del perfil se presenta una baja cantidad de Nitrógeno con un porcentaje de 0,21% mientras que para el fosforo se presenta una relación de 9,20 ppm (**Ver Tabla 11)** esta relación es poco o medianamente benéfica para el suelo y la vegetación, especialmente para el crecimiento, desarrollo y producción de plantas y animales, ya que el fosforo es componente integral de muchos componentes metabólicos incluido el ADN, aparte de ser indispensable en el proceso de fotosíntesis.

- Fertilidad del suelo.

Para determinar el nivel de fertilidad del suelo se utilizó la metodología manejada en "Puntaje y Apreciación de la Fertilidad de Suelos" propuesta por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (1979) allí se asigna una puntuación a cada uno de los parámetros de pH, capacidad de intercambio Catiónico, bases totales, saturación de bases, carbono orgánico, Nitrógeno total y fosforo. A continuación, se presenta la tabla de calificación para el primer horizonte del perfil, así como el valor de fertilidad correspondiente.

pH	Determinación Apreciación Puntuación	4,0 - 5,0 Muy ácido -5 a 1	5,0 - 5,5 Ácido 1 a 5	5,5 - 6,5 Ligeramente. ácido 5 a 15	6,5 - 7,5 Casi neutro 15 a 20	>7,5 Alcalino 20
Capacidad de intercambio catiónico (meq/100g)	Determinación Apreciación Puntuación	0 - 5 Muy Baja -5 a 1	5 - 10 Baja 1 a 5	10 - 20 Mediana 5 a 10	20 - 30 Alta 10 a 20	>30 Muy Alta 20
Bases totales (meq/100g)	Determinación Apreciación Puntuación	0 - 1 Muy Pobre -5 a 1	1 - 5 Pobre 1 a 5	5 - 10 Regular 5 a 10	10 - 30 Alta 10 a 20	>30 Muy Alta 20
Saturación de bases (%)	Determinación Apreciación Puntuación	0 - 5 Muy Baja -5 a 1	5 - 10 Baja 1 a 5	10 - 30 Mediana 5 a 10	30 - 60 Alta 10 a 20	>60 Muy Alta 20
Carbono Orgánico (%)	Determinación Apreciación Puntuación	0 - 1 Muy Pobre -3 a 1	1 - 1,5 Pobre 1 a 3	1,5 - 2,5 Normal 3 a 5	2,5 - 4 Alto 5	>4 Muy Alto 5
Nitrógeno Total (%)	Determinación Apreciación Puntuación	0 - 0,1 Muy Pobre -5 a 1	0,1 - 0,15 Pobre 1 a 5	0,15 - 0,25 Normal 5 a 15	0,25 - 0,3 Alto 15	>0,3 Muy Alto 5
Fosforo (ppm)	Determinación Apreciación Puntuación	0 - 7,6 Muy Pobre -5 a 1	7,6 - 15,1 Pobre 1 a 5	15,1 - 31,1 Regular 5 a 15	31,1 Alto 15	>31,1 Muy Alto 15
FERTILIDAD	PUNTAJE suma de puntos 10 Apreciación	-5 a 3 MUY BAJA	3 a 6 BAJA	6 a 9 MODERADA	9 a 10 ALTA	>10 MUY ALTA

Tabla 12 Calificación de la fertilidad del suelo para el perfil PA-1. Fuente: **(Instituto Geográfico Agustín Codazzi , 1979)**, Modificado por Autores.

Teniendo en cuenta las propiedades químicas del perfil, se asignan los siguientes valores para cada uno de los parámetros a calificar (**Ver Tabla 13**). El total consiste en la suma de los valores asignados sobre diez y determina la fertilidad del primer horizonte. Como resultado el perfil PA-1 presenta una fertilidad Moderada.

Perfil	pH	CCC	Bases totales	Saturación Bases	CO	N	P	Fertilidad	Apreciación
PA-1	16,50	15,10	16,17	20,00	3,76	6,21	4,07	8,18	MODERADA

Tabla 13 Asignación valores fertilidad PA-1. Fuente: Autores, 2015.

PERFIL No. H - 40

Este perfil presenta un paisaje de montaña con un tipo de relieve de Lomas y un relieve específico moderadamente escarpado con pendientes del 60%. Su material parental es roca sedimentaria arcillolita.

Fecha: 21-06-77			
Taxonomía: Andic Dystrudepts			
Símbolo: MQVe			
Localización	**Departamento:**	**Municipio:** Sasaima	
Sitio: Vereda Tilacá, 200 m al sur de la casa Finca El Carmen			
Altitud: 1500 m			
Coordenadas	**Latitud** 4°59´14´	**Longitud** 74°24´11´	
Fotografía aérea: 32951	**Vuelo:** M-1355	**Faja:** 8B	**Plancha**: 208
Paisaje: Montaña	**Tipo de relieve:** Lomas		
Relieve: Moderadamente escarpado		**Pendiente:** 60%	
Material Parental: Roca sedimentaria; Arcillolita			
Clima ambiental: Medio y húmedo			
Precipitación promedia anual: 1000-2000 mm			
Temperatura promedia anual: 19°C			
Clima edáfico: Isotérmico, údico			
Drenajes:	**Interno:** medio	**Externo:** muy	**Natural:** bien drenado
Profundidad efectiva: Profunda			
Horizontes diagnósticos: Epipedón: úmbrico; Endopedón: cámbrico			
Uso actual: Agrosilvopastoril (pastoreo extensivo, cultivos de caña y frutales)			
Limitantes del uso: Cultivos de café, yuca y frutales			
Vegetación natural: Totumillo, chaviaco, palma de cachipay, guásimo y velero			
Descrito por: H. Chaves			

Tabla 14 Descripción del perfil H-40. Fuente: Anexo 4 IGAC.

DESCRIPCIÓN	
00-40 cm Ap	**Color en húmedo gris muy oscuro (10YR3/1); textura franco arcillo arenosa; estructura en bloques subangulares mediana y gruesa, débil; consistencia en húmedo friable, en mojado no pegajosa, no plástica; abundantes poros medianos; abundantes raíces finas gruesas y medianas; poca actividad de macroorganismos; ligera reacción al NaF; límite gradual, ondulado; pH: 6.1.**
40-95 cm Bw	Color en húmedo pardo amarillento (10YR5/6); textura franco arcillosa; estructura en bloques subangulares fina y mediana, moderada; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa, plástica; abundantes poros finos y medianos; pocas raíces medianas y finas; regular actividad de macroorganismos, presencia de crotovinas; límite claro, irregular; pH: 6.0.
95-120 cm C	Color en húmedo pardo amarillento (10YR5/6), con 20% de pardo amarillento claro (10YR6/4); textura franco arcillosa; sin estructura (masiva); consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa, plástica; frecuentes poros finos; pH:6.2

Tabla 15 Descripción del perfil H-40. Fuente: Anexo 4 IGAC.

A continuación, se describen las propiedades físicas y químicas del perfil H-40:

Propiedades Físicas

- Textura

El perfil H-40 presenta dos tipos de textura principales, la primera franco arcillo arenosa (FArA)y la segunda franco arcillosa (FAr). A continuación, se detalla su composición granulométrica y profundidad.

Perfil	Horizonte	Prof. cm	Granulometría			Clase textural
			Arena %	Limo %	Arcilla %	
H-40	Ap	0-40	58,00	22,00	20,00	FArA
	Bw	40-95	36,00	26,00	38,00	FAr
	C	95-120	36,00	32,00	32,00	FAr

Tabla 16 Análisis Físico perfil H-40. Fuente: Instituto Geográfico Agustín Codazzi **(2000)**.

- Permeabilidad

Teniendo en cuenta los parámetros de textura, espesor y permeabilidad de cada estrato se logró determinar por medio de la ecuación de Darcy (**Ver Anexo B.1**) que el perfil H-40 cuenta con un factor de permeabilidad *k* de 1,00E-9 es decir una permeabilidad muy baja.

- Profundidad Efectiva

El perfil H-40 presenta una profundidad efectiva de 95 centímetros debido a la presencia de pocas raíces medianas y finas junto con la regular actividad de macro organismos en el segundo horizonte (Bw).

Propiedades Químicas

- Materia Orgánica

El contenido de Materia Orgánica para el primer horizonte constituye el 12.93%, lo cual es considerado alto, además presenta un porcentaje muy alto de Carbono Orgánico con un 7,52% (%CO) entre otras propiedades que se evidencian en la siguiente tabla:

Perfil	Horizonte	Saturaciones		Materia Orgánica			P (ppm)	pH (1:1)	CCC meq/100 gr	Aluminio	
		Bases T. meq/100 gr	Sat bases %	%CO	%MO	N %				meq/100g	Saturación %
H-40	Ap	16,9	37,47	7,52	12,93	0,65	11	6,1	45,1	0,0	0,0
	Bw	3,8	21,71	1,89	3,25	0,16	3	6	17,5	0,0	0,0
	C	10,7	7,07	0,63	1,08	0,05	37	6,2	9,9	0,0	0,0

Tabla 17 Características Químicas del perfil H-40. Fuente: **(Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2000)**.

- Capacidad de Intercambio Catiónico (CCC)

La capacidad de intercambio catiónico para el primer horizonte es de 45,10 meq/100gr, es decir, que este perfil presenta una capacidad de intercambio catiónico muy alta.

- Potencial de Hidrogeno (pH)

El potencial de hidrogeno del primer horizonte es de 6,1 mientras que el segundo presenta un valor de 6,0 es decir los suelos son ligeramente ácidos.

- Nutrientes del suelo.

En cuanto a nutrientes del suelo encontramos que para los primeros horizontes del perfil se presenta una alta cantidad de Nitrógeno (N%) con un porcentaje de 0,65% y para el fosforo una relación de 11 ppm (Ver Tabla 17) esta relación es benéfica para el suelo y la vegetación, especialmente para el crecimiento, desarrollo y producción de plantas y animales, ya que el fosforo es componente integral de muchos componentes metabólicos incluido el ADN, aparte de ser indispensable en el proceso de fotosíntesis.

- Fertilidad del suelo.

Para determinar el nivel de fertilidad de los suelos del perfil H-40 se utilizó la metodología manejada en "Puntaje y Apreciación de la Fertilidad de Suelos" propuesta por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (1979) allí se asigna una puntuación a cada uno de los parámetros de pH, capacidad de intercambio Catiónico, bases totales, saturación de bases, carbono orgánico, Nitrógeno total y fosforo. A continuación, se presenta la tabla de calificación para el primer horizonte del perfil H-40 así como el valor de fertilidad correspondiente.

pH	Determinación Apreciación Puntuación	4,0 - 5,0 Muy ácido -5 a 1	5,0 - 5,5 Ácido 1 a 5	5,5 - 6,5 Ligeram. ácido 5 a 15	6,5 - 7,5 Casi neutro 15 a 20	>7,5 Alcalino 20
Capacidad de intercambio catiónico (meq/100g)	Determinación Apreciación Puntuación	0 - 5 Muy Baja -5 a 1	5 - 10 Baja 1 a 5	10 - 20 Mediana 5 a 10	20 - 30 Alta 10 a 20	>30 Muy Alta 20
Bases totales (meq/100g)	Determinación Apreciación Puntuación	0 - 1 Muy Pobre -5 a 1	1 - 5 Pobre 1 a 5	5 - 10 Regular 5 a 10	10 - 30 Alta 10 a 20	>30 Muy Alta 20
Saturación de bases (%)	Determinación Apreciación Puntuación	0 - 5 Muy Baja -5 a 1	5 - 10 Baja 1 a 5	10 - 30 Mediana 5 a 10	30 - 60 Alta 10 a 20	>60 Muy Alta 20
Carbono Orgánico (%)	Determinación Apreciación Puntuación	0 - 1 Muy Pobre -3 a 1	1 - 1,5 Pobre 1 a 3	1,5 - 2,5 Normal 3 a 5	2,5 - 4 Alto 5	>4 Muy Alto 5
Nitrógeno Total (%)	Determinación Apreciación Puntuación	0 - 0,1 Muy Pobre -5 a 1	0,1 - 0,15 Pobre 1 a 5	0,15 - 0,25 Normal 5 a 15	0,25 - 0,3 Alto 15	>0,3 Muy Alto 5
Fosforo (ppm)	Determinación Apreciación Puntuación	0 - 7,6 Muy Pobre -5 a 1	7,6 - 15,1 Pobre 1 a 5	15,1 - 31,1 Regular 5 a 15	31,1 Alto 15	>31,1 Muy Alto 15
FERTILIDAD	PUNTAJE suma de puntos / 10 Apreciación	-5 a 3 MUY BAJA	3 a 6 BAJA	6 a 9 MODERADA	9 a 10 ALTA	>10 MUY ALTA

Tabla 18 Calificación de la fertilidad del suelo para el perfil H-40. Fuente: **(Instituto Geográfico Agustín Codazzi , 1979)** Modificado por Autores.

Teniendo en cuenta las propiedades químicas del perfil se asignan los siguientes valores para cada uno de los parámetros a calificar (**Ver Tabla 19)**. El total consiste en la suma de los valores asignados sobre diez y determina la fertilidad final. Como resultado el perfil H-40 tiene una fertilidad Moderada.

Perfil	Ph	CCC	Bases totales	saturación bases	CO	N	P	Puntaje Fertilidad	Apreciación
H-40	11,00	20,00	13,45	12,24	5,00	5,00	3,27	7,00	MODERADA

Tabla 19 Asignación valores fertilidad perfiles H-40. Fuente: Autores, 2015.

PERFIL No. CC - 11

Este perfil presenta un paisaje de montaña con un tipo de relieve de Lomas y un relieve específico moderadamente escarpado con pendientes del 60 al 65%. Su material parental es Roca sedimentaria; Arcillolita.

Fecha: 23 - 08 – 77			
Taxonomía: Humic Dystrudepts			
Símbolo: MQVe			
Localización Geográfica:	**Departamento**: C/marca;	**Municipio**: Gachetá	
Sitio: Vereda Salinas, 500 m al suroeste de la casa de Isidro León			
Altitud: 1980 m			
Coordenadas Geográficas:	**Latitud** 4°51´56´	**Longitud** 73°39´03´	
Fotografía aérea: 41	**Vuelo**:C-2523	**Faja**: 21P	**Plancha**: 228
Paisaje: Montaña	**Tipo de relieve**: Crestón		
Relieve: Moderadamente Escarpado	**Pendiente**: 60-65%		
Material Parental: Arcillolita			
Clima ambiental: Medio y húmedo			
Precipitación promedia anual: 1.000 - 2.000 mm			
Temperatura promedia anual: 18°C.			
Clima edáfico: Isotérmico, údico			
Clase y grado de erosión: Hídrica laminar, ligera			
Drenajes:	**Interno**: lento	**Externo**: rápido	**Natural**: bien drenado
Profundidad efectiva: Profunda			
Horizontes diagnósticos: Epipedón: úmbrico; Endopedón: cámbico			
Uso actual: Ganadería extensiva.			
Limitantes del uso: Pendientes fuertes y baja fertilidad de los suelos			
Vegetación natural: Helecho, lacre, chizo.			
Descrito por: D. Arévalo.			

Tabla 20 Descripción del perfil CC-11. Fuente: Anexo 4 **(Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2000)**.

	DESCRIPCIÓN
00-24 cm Ap	**Color en húmedo negro a gris muy oscuro (10YR2.5/1); textura franco arcillo arenosa; estructura en bloques subangulares, fina, moderada; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa, no plástica; pocos poros finos; abundantes raíces finas y medianas; abundante actividad de macroorganismos; ligera reacción al NaF; límite claro, ondulado; pH: 4.8.**
24-43 cm AB	Color en húmedo negro a gris muy oscuro (10YR2.5/1), pardo a pardo oscuro (10YR4/3) y amarillo (10YR7/6); textura franco arcillo arenosa; estructura en bloques angulares fina y mediana, moderada; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa, plástica; regulares raíces finas y medianas; frecuentes poros finos y medios; abundante actividad de macroorganismos; ligera reacción al NaF; límite claro, ondulado; pH: 4.8.
43-78 cm Bw	Color en húmedo amarillo (10YR8/8), con manchas litocrómicas pardo amarillentas (10YR5/8); textura arcillosa; estructura en bloques subangulares mediana y gruesa, moderada; consistencia en húmedo firme, en mojado muy pegajosa, muy plástica; pocos poros muy finos; pocas raíces muy finas; ligera reacción al NaF; límite difuso, ondulado; pH: 5.1.
78-120 cm C	Color en húmedo amarillo (10YR8/8); textura arcillosa; sin estructura (masiva); consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa, plástica; pocos poros finos; pH: 5.0.

Tabla 21 Descripción del perfil C-11. Fuente: Anexo 4 IGAC.

A continuación, se describen las propiedades físicas y químicas del perfil CC-11:

Propiedades Físicas

- Textura

El perfil CC-11 presenta dos tipos de textura principales la primera franco arcillo arenosa (FArA) y a mayor profundidad Franco Arcillosa (Ar). A continuación, se detalla su composición granulométrica y profundidad.

Perfil	Horizonte	Prof. cm	Granulometría			Clase textural
			Arena %	Limo %	Arcilla %	
CC-11	Ap	00-24	50,00	24,00	26,00	FArA
	AB	24-43	46,00	22,00	32,00	FArA
	Bw	43-78	24,00	34,00	42,00	Ar

Tabla 22 Análisis Físico perfil CC-11. Fuente **(Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2000).**

- Permeabilidad

Teniendo en cuenta los parámetros de textura, espesor y permeabilidad de cada estrato se logró determinar por medio de la ecuación de Darcy (**Ver Anexo B.1**) que el perfil CC-11 cuenta con un factor de permeabilidad *k* de 2,91E-9 es decir una permeabilidad muy baja.

- Profundidad Efectiva

El perfil CC-11 presenta una profundidad efectiva de 78 centímetros debido a la presencia de pocas raíces finas, regulares medianas en el tercer horizonte (Bw).

Propiedades Químicas

- Materia Orgánica

El contenido de Materia Orgánica promedio para el primer horizonte, constituye el 8,79%, además presenta un Alto porcentaje de Carbón Orgánico (CO%) con un valor de 5,11% entre otras propiedades que se evidencian en la siguiente tabla:

Perfil	Horizonte	Saturaciones		Materia Orgánica			P (ppm)	pH (1:1)	CCC meq/100 gr	Aluminio	
		Bases T. meq/100 gr	Sat bases %	%CO	%MO	N %				meq/100g	Saturación %
CC-11	Ap	0,6	1,47	5,11	8,79	0,44	2	4,8	40,9	7,9	92,9
	AB	0,7	2,22	2,95	5,07	0,25	2	4,8	31,6	6,5	90,3
	Bw	0,6	4,57	0,41	0,71	0,04	2	5,1	17,5	7,1	89,9

Tabla 23 Características Químicas del perfil CC-11. Fuente: **(Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2000)**.

- Capacidad de Intercambio Catiónico (CCC), Potencial de Hidrogeno (pH) y nutrientes del suelo.

La capacidad de intercambio Catiónico promedio para los dos primeros horizontes es de 36,25 meq/100gr, esto indica una capacidad de intercambio catiónico muy alta.

- Potencial de Hidrogeno (pH)

El potencial de hidrogeno de los dos primeros horizontes es de 4,8 es decir los suelos son muy ácidos, esta propiedad se debe al alto contenido de aluminio en el suelo el cual alcanza niveles tóxicos convirtiéndose en una gran limitante para diferentes cultivos.

- Nutrientes del suelo.

El perfil presenta un porcentaje de Nitrógeno (N%) de 0,35%, mientras que para el fosforo se presenta una relación de 2 ppm (**Ver Tabla 23**). lo cual representa un porcentaje muy bajo y limita el crecimiento y desarrollo de cobertura vegetal además de dificultar los procesos fotosintéticos de las plantas.

- Fertilidad del suelo.

Para determinar el nivel de fertilidad de los suelos del perfil CC-11 se utilizó la metodología manejada en "Puntaje y Apreciación de la Fertilidad de Suelos" propuesta por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (1979) allí se asigna una puntuación a cada uno de los parámetros de pH, capacidad de intercambio Catiónico, bases totales, saturación de bases, carbono orgánico, Nitrógeno total y fosforo. A continuación, se presenta la tabla de calificación para el promedio de los dos primeros horizontes del perfil CC-11 así como el valor de fertilidad correspondiente.

pH	Determinación Apreciación Puntuación	4,0 - 5,0 Muy ácido -5 a 1	5,0 - 5,5 Ácido 1 a 5	5,5 - 6,5 Ligeram. ácido 5 a 15	6,5 - 7,5 Casi neutro 15 a 20	>7,5 Alcalino 20
Capacidad de intercambio catiónico (meq/100g)	Determinación Apreciación Puntuación	0 - 5 Muy Baja -5 a 1	5 - 10 Baja 1 a 5	10 - 20 Mediana 5 a 10	20 - 30 Alta 10 a 20	>30 Muy Alta 20
Bases totales (meq/100g)	Determinación Apreciación Puntuación	0 - 1 Muy Pobre -5 a 1	1 - 5 Pobre 1 a 5	5 - 10 Regular 5 a 10	10 - 30 Alta 10 a 20	>30 Muy Alta 20
Saturación de bases (%)	Determinación Apreciación Puntuación	0 - 5 Muy Baja -5 a 1	5 - 10 Baja 1 a 5	10 - 30 Mediana 5 a 10	30 - 60 Alta 10 a 20	>60 Muy Alta 20
Carbono Orgánico (%)	Determinación Apreciación Puntuación	0 - 1 Muy Pobre -3 a 1	1 - 1,5 Pobre 1 a 3	1,5 - 2,5 Normal 3 a 5	2,5 - 4 Alto 5	>4 Muy Alto 5
Nitrógeno Total (%)	Determinación Apreciación Puntuación	0 - 0,1 Muy Pobre -5 a 1	0,1 - 0,15 Pobre 1 a 5	0,15 - 0,25 Normal 5 a 15	0,25 - 0,3 Alto 15	>0,3 Muy Alto 5
Fosforo (ppm)	Determinación Apreciación Puntuación	0 - 7,6 Muy Pobre -5 a 1	7,6 - 15,1 Pobre 1 a 5	15,1 - 31,1 Regular 5 a 15	31,1 Alto 15	>31,1 Muy Alto 15
FERTILIDAD	PUNTAJE suma de puntos 10 Apreciación	-5 a 3 MUY BAJA	3 a 6 BAJA	6 a 9 MODERADA	9 a 10 ALTA	>10 MUY ALTA

Tabla 24 Calificación de la fertilidad del suelo para el perfil CC-11. Fuente: **(Instituto Geográfico Agustín Codazzi , 1979)** Modificado por Autores.

Teniendo en cuenta las propiedades químicas del perfil se asignan los siguientes valores para cada uno de los parámetros a calificar (**Ver Tabla 25**). El total consiste en la suma de los valores asignados sobre diez y determina la fertilidad final. Como resultado el perfil CC-11 tiene una fertilidad Muy baja.

Perfil	Ph	CCC	Bases totales	saturación bases	CO	N	P	Puntaje Fertilidad	Apreciación
CC-11	-0,20	20,00	-1,10	-2,79	5,00	5,00	-3,42	2,25	MUY BAJA

Tabla 25 Asignación valores fertilidad perfiles H-40. Fuente: Autores, 2015.

Asociación MQS

Según los mapas climatológico, topográfico y de suelos (**Ver en Anexos, mapas #2, #4, #6 respectivamente**) los suelos de esta unidad cartográfica se localizan en alturas entre 1.000 y 2.000 m.s.n.m, con temperaturas que oscilan entre los 18°C y 24°C con una precipitación promedio anual entre 1.000 y 2.000 mm. (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2000). El perfil correspondiente a esta asociación es CU-116 y ocupa un área de 16,25 Hectáreas correspondientes al 38,10% del área total del predio

Los suelos se derivan de rocas sedimentarias arcillosas, son bien drenados, moderadamente profundos, limitados por presentar fragmentos de roca dentro del perfil. Son de grupo textural moderadamente fino a moderadamente grueso con fragmentos de rocas (Gravilla) en algunos horizontes. A continuación, se describen sus propiedades físicas y químicas. Basados en el anexo 4 del Estudio de suelos y zonificación ambiental de Cundinamarca (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2000).

PERFIL No. CU - 116

Este perfil presenta un paisaje de montaña con un tipo de relieve de crestas y escarpes mayores y un relieve específico fuertemente escarpado con pendientes del 75%. Su material parental es roca sedimentaria con matriz arcillosa. Como limitante de uso posee poca profundidad efectiva.

Fecha: 27 - 07 - 81			
Taxonomía: Typic Udorthents			
Símbolo: MQSg			
Localización	**Departamento:** C/marca	**Municipio:** Fusagasugá	
Sitio:800 m adelante del cruce a Arbeláez, margen izquierda			
Altitud: 1600 m			
Coordenadas	**Latitud** 4°19´21´	**Longitud** 74°23´31´	
Fotografía aérea:	**Vuelo**:M-1266	**Faja**: 8A	**Plancha:** 246
Paisaje: Montaña	**Tipo de relieve**: Crestas y escarpes mayores		
Relieve: Fuertemente escarpado		**Pendiente**: 75%	
Material Parental: Roca sedimentaria con matriz arcillosa			
Clima ambiental: Medio y húmedo			
Precipitación promedia anual: 1063 mm			
Temperatura promedia anual:19 °C.			
Clima edáfico: Isotérmico, Údico			
Clase y grado de erosión: Hídrica laminar, ligera			
Drenajes:	**Interno:** rápido.	**Externo:** muy rápido.	**Natural:** excesivo
Profundidad efectiva: Muy superficial		**Limitada por:** Fragmentos de roca	
Horizontes diagnósticos: Epipedón: ócrico			
Uso actual: Ganadería extensiva			
Limitantes del uso: Poca profundidad efectiva			
Vegetación natural: Sangregao, guayabo.			
Descrito por: H. Perdomo.			

Tabla 26 Descripción del perfil CU-116. Fuente: Anexo 4 (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2000).

Descripción del Perfil

00-17 cm **A**	Color en seco pardo grisáceo oscuro (10YR4/2) y en húmedo gris muy oscuro (10YR3/1); textura franco arenosa, con 17% de gravilla, estructura en bloques subangulares mediana, débil; consistencia en seco dura, en húmedo friable, en mojado no pegajosa, no plástica; pocos poros medianos; abundantes raíces finas, pocas medianas; poca actividad de macroorganismos; límite claro, ondulado; pH: 5.6.
17-51 cm **C1**	Color en seco pardo a pardo oscuro (10YR4/3), en húmedo gris muy oscuro (10YR3/1); sin estructura (grano suelto); textura franco arcillosa, con 70% de gravilla y piedra consistencia en seco dura, en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa, ligeramente plástica; pocos poros medianos y finos; pocas raíces finas, regulares medianas; poca actividad de macroorganismos; gradual, ondulado; pH: 5.2.
51-180 cm **C2**	Color en seco pardo (10YR5/3), en húmedo pardo a pardo oscuro (10YR4/3); textura franco arcillosa, con 70% de gravilla y piedra; sin estructura (grano suelto); consistencia en seco ligeramente dura, en húmedo friable, en mojado ligeramente pegajosa, ligeramente plástica; pH: 5.2.

Tabla 27 Descripción del perfil CU-116. Fuente: Anexo 4 (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2000).

A continuación, se describen las propiedades físicas y químicas del perfil CU-116:

Propiedades Físicas

- Textura

El perfil CU-116 presenta dos tipos de textura principales la primera franco arenosa (FA) y la segunda y tercera franco arcillosa (FAr). A continuación, se detalla su composición granulométrica y profundidad.

Perfil	Horizonte	Prof. cm	Granulometría			Clase textural
			Arena %	Limo %	Arcilla %	
CU-116	A	0-17	48,00	36,00	16,00	FA
	C1	17-51	42,00	30,00	28,00	FAr
	C2	51-180	44,00	28,00	28,00	FAr

Tabla 28 Análisis Físico perfil CU-116. Fuente: **(Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2000)**.

- Permeabilidad

Teniendo en cuenta los parámetros de textura, espesor y permeabilidad de cada estrato se logró determinar por medio de la ecuación de Darcy (**Ver Anexo B.1**) que el perfil CU-116 cuenta con un factor de permeabilidad *k* de 3,23E-8 es decir una permeabilidad muy baja.

- Profundidad Efectiva

El perfil CU-116 presenta una profundidad efectiva de 51 centímetros debido a la presencia de pocas raíces finas y pocas regulares medianas en el segundo horizonte (C1).

Propiedades Químicas

- Materia Orgánica

El contenido de Materia Orgánica para el primer horizonte, constituye el 4,84%, además presenta un porcentaje de Nitrógeno (N%) de 0,24%, y Alto contenido de Carbono Orgánico (%CO) con un valor de 2,81%, entre otras propiedades que se evidencian en la siguiente tabla:

Perfil	Horizonte	Saturaciones		Materia Orgánica			P (ppm)	pH (1:1)	CCC meq/100 gr	Aluminio	
		Bases T. meq/100 gr	Sat bases %	%CO	%MO	N %				meq/100g	Saturación %
CU-116	A	11,1	77	2,81	4,84	0,24	12	5,6	14,4	0,0	0,0
	C1	5,5	37,41	2,24	3,86	0,19	3	5,2	14,7	1,6	22,5
	C2	4,7	46,08	0,89	1,53	0,08	5	5,2	10,2	1,8	27,7

Tabla 29 Características Químicas del perfil CU-116. Fuente: **(Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2000)**.

- Capacidad de Intercambio Catiónico (CCC), Potencial de Hidrogeno (pH) y nutrientes del suelo.

La capacidad de intercambio Catiónico para el primer horizonte es de 14,4 meq/100gr, esto indica una capacidad de intercambio catiónico media.

- Potencial de Hidrogeno (pH)

El potencial de hidrogeno del primer horizonte es de 5,6 mientras que el segundo presenta un valor de 5,2 es decir los suelos son ligeramente ácidos, esta propiedad se debe al contenido de aluminio en el suelo el cual se convierte en una limitante para posibles cultivos.

- Nutrientes del suelo.

En cuanto a nutrientes del suelo encontramos que para el fosforo se presenta una relación de 12 ppm (**Ver Tabla 29**) y demás presenta un porcentaje de Nitrógeno (N%) de 0,24%, lo cual indica una cantidad baja de los mismos en el suelo y afecta directamente el desarrollo de nuevas coberturas vegetales especialmente en sus procesos de crecimiento y producción, así como en la actividad fotosintética.

- Fertilidad del suelo.

Para determinar el nivel de fertilidad de los suelos del perfil CU-116 se utilizó la metodología manejada en "Puntaje y Apreciación de la Fertilidad de Suelos" propuesta por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (1979) allí se asigna una puntuación a cada uno de los parámetros de pH, capacidad de intercambio Catiónico, bases totales, saturación de bases, carbono orgánico, Nitrógeno total y fosforo. A continuación, se presenta la tabla de calificación para el primer horizonte del perfil CU-116 así como el valor de fertilidad correspondiente.

pH	Determinación Apreciación Puntuación	4,0 - 5,0 Muy ácido -5 a 1	5,0 - 5,5 Ácido 1 a 5	5,5 - 6,5 Ligeram. ácido 5 a 15	6,5 - 7,5 Casi neutro 15 a 20	>7,5 Alcalino 20
Capacidad de intercambio catiónico (meq/100g)	Determinación Apreciación Puntuación	0 - 5 Muy Baja -5 a 1	5 - 10 Baja 1 a 5	10 - 20 Mediana 5 a 10	20 - 30 Alta 10 a 20	>30 Muy Alta 20
Bases totales (meq/100g)	Determinación Apreciación Puntuación	0 - 1 Muy Pobre -5 a 1	1 - 5 Pobre 1 a 5	5 - 10 Regular 5 a 10	10 - 30 Alta 10 a 20	>30 Muy Alta 20
Saturación de bases (%)	Determinación Apreciación Puntuación	0 - 5 Muy Baja -5 a 1	5 - 10 Baja 1 a 5	10 - 30 Mediana 5 a 10	30 - 60 Alta 10 a 20	>60 Muy Alta 20
Carbono Orgánico (%)	Determinación Apreciación Puntuación	0 - 1 Muy Pobre -3 a 1	1 - 1,5 Pobre 1 a 3	1,5 - 2,5 Normal 3 a 5	2,5 - 4 Alto 5	>4 Muy Alto 5
Nitrógeno Total (%)	Determinación Apreciación Puntuación	0 - 0,1 Muy Pobre -5 a 1	0,1 - 0,15 Pobre 1 a 5	0,15 - 0,25 Normal 5 a 15	0,25 - 0,3 Alto 15	>0,3 Muy Alto 5
Fosforo (ppm)	Determinación Apreciación Puntuación	0 - 7,6 Muy Pobre -5 a 1	7,6 - 15,1 Pobre 1 a 5	15,1 - 31,1 Regular 5 a 15	31,1 Alto 15	>31,1 Muy Alto 15
FERTILIDAD	PUNTAJE suma de puntos 10 Apreciación	-5 a 3 MUY BAJA	3 a 6 BAJA	6 a 9 MODERADA	9 a 10 ALTA	>10 MUY ALTA

Tabla 30 Calificación de la fertilidad del suelo para el perfil CU-116. Fuente: **(Instituto Geográfico Agustín Codazzi , 1979)** Modificado por Autores.

Teniendo en cuenta las propiedades químicas del perfil se asignan los siguientes valores para cada uno de los parámetros a calificar (**Ver Tabla 31**). El total consiste en la suma de los valores asignados sobre diez y determina la fertilidad final. Como resultado el perfil CU-116 tiene una fertilidad Baja.

Perfil	Ph	CCC	Bases totales	saturación bases	CO	N	P	Puntaje Fertilidad	Apreciación
CU-116	4,20	7,28	8,30	19,08	5,00	11,77	0,92	5,65	BAJA

Tabla 31 Asignación valores fertilidad perfiles CU-116. Fuente: Autores, 2015.

Capacidad Agrológica

La Unidad MQVe con 11,61 hectáreas que representan el 27,21% del predio, se ubica en el tipo de relieve de lomas dentro del paisaje de montaña en clima húmedo y corresponde a la clase agrológica VI. Así mismo la Unidad MQVf corresponde con la misma característica geomorfológica pero varia en su clase agrologica (VII). Esta unidad representa 14,8 hectáreas que corresponden al 34,69% del predio.

Finalmente, la Unidad MQSg con 16,25 hectáreas (38,10% del predio) pertenece al tipo de relieve de crestas y escarpes mayores en el paisaje de montaña y clima húmedo corresponde a la clase agrológica VIII.

5.2.5. Componente Hidrológico

El componente hidrológico en este estudio está conformado por la hidrografía y la descripción de la micro cuenca de la Quebrada Ceniceros descritos a continuación para el área de estudio.

1 Hidrografía

El área de estudio se encuentra ubicada en la micro cuenca de la Quebrada Ceniceros la cual hace parte, según el estudio general de suelos y zonificación de tierras de Cundinamarca (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2000) de la Mesocuenca del Río Guaduero, la subcuenca del Río Negro y la cuenca del Río Magdalena.

Al interior del predio hay tres jagüeyes ubicados entre la cobertura de pastos arbolados (**Ver mapa # 7**). A continuación, se presenta su ubicación geográfica y área.

Jagüey	Coordenada Este	Coordenada Norte	Área m^2
Jagüey 1	938.527,55	1.054.750,37	238,79
Jagüey 2	938.865,84	1.054.925,01	111,33
Jagüey 3	939.085,32	1.054.931,25	426,50

Tabla 32 Coordenadas Jagüeyes presentes en el área de estudio. Fuente: Autores, 2015.

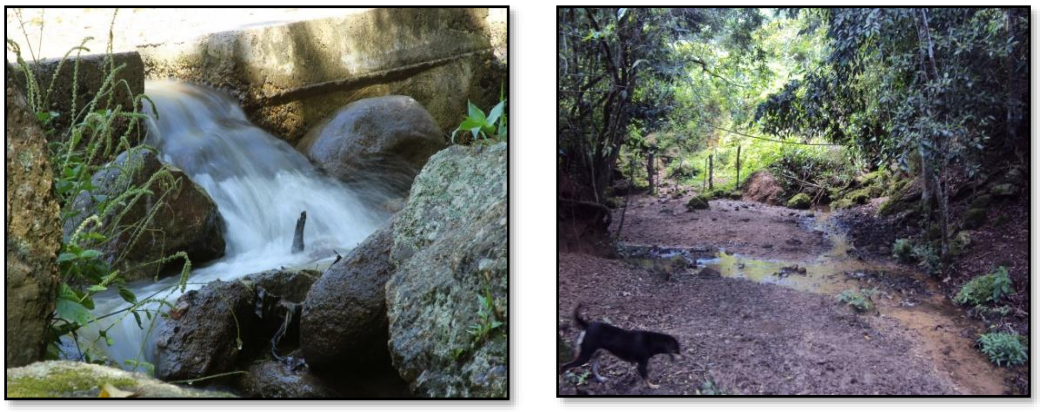
2 Micro cuenca quebrada ceniceros

Dentro del predio fluyen cuatro diferentes drenajes los cuales se unen al cauce principal correspondiente a la quebrada ceniceros, de los cuales tres tienen nacimiento dentro de la propiedad (**ver mapa # 7**). En la siguiente tabla se especifica las coordenadas, longitud dentro del predio y el orden de los drenajes presentes en la micro cuenca y con influencia sobre el área de estudio.

Drenaje	Nacimiento		Longitud en el predio m	Orden
	Coordenada Este	Coordenada Norte		
Quebrada Ceniceros	938.470,26	1.054.666,80	689,73	2
Drenaje 2	938.478,64	1.054.812,11	768,64	1
Drenaje 3*	938.771,84	1.054.799,92	378,17	1
Drenaje 4*	938.900,58	1.054.230,89	628,58	1
Drenaje 5*	939.185,61	1.054.613,71	95,62	1

(*) Drenajes con nacimiento al interior del predio.

Tabla 33 Descripción de drenajes en el área de estudio. Fuente: Autores.



Fotografía 5 Quebrada Ceniceros. Fuente: Autores, 2014.

5.2.6. Componente Biótico

1 Vegetación Natural

Según la caracterización del medio biótico para la subcuenca del Río Guaduero enmarcado dentro del POMCA de la cuenca hidrográfica del Río Negro (Corporación Autonóma Regional de Cundinamarca, 2007) el área de estudio se encuentra en la zona de vida de bosque húmedo premontano, sumado a las condiciones meteorológicas analizadas previamente en el título **5.5.5** del presente trabajo y en el mapa climático (**Ver Mapa # 2**) donde se valida dicha afirmación.

De acuerdo a la zonificación climática (**Ver Mapa # 2**), el tipo de cobertura dentro del área de estudio (**Ver Mapa #9**), y en concordancia con la caracterización del medio biótico para la subcuenca del Río Guaduero y según los propietarios del predio existe la probabilidad de encontrar las siguientes especies dominantes:

Potreros	Asociaciones de Helecho (Pteridium aquilinum).
	Helecho de loma (Dicranopteris spp.)
	Pasto yaraguá (Melinis minutiflora).
Vegetación natural	Guadua (Bambusa guaua)
	Ocobo (Tabebuia rosea)
	Moho (Cordia alliodora)
	Nogal cafetero (Cordia alliodora)
	Cámbulo (Erythrina poeppigiana)
	Guamo (Inga sp)

Tabla 34 Especies Vegetales según tipo de cobertura. Fuente: Caracterización del Medio Biótico Subcuenca Río Guaduero. Adaptado por Autores, 2015.

COMPOSICIÓN FLORÍSTICA

Según el estudio Diagnostico, prospectiva y formulación de la Cuenca del Río negro (Corporación Autonóma Regional de Cundinamarca, 2007) y confirmado por los propietarios de la finca las siguientes especies están presentes en el área de estudio.

Nombre Común	Nombre Científico	Familia
Aro, Nacedero	Trichanthera gigantea	*Trichanthera Gigantea*
Arrayán	Adenaira floribunda	*Adenaira Floribunda*
Balso(a)	Ochroma pyramidale	*Ochroma Pyramidale*
Cámbulo	Erythrina fusca	*Erythrina Fusca*
Caucho	Ficus macrosyce	*Ficus Macrosyce*
Ceiba	Ceiba pentandra	*Ceiba Pentandra*
Dinde	Maclura tinctoria	*Maclura Tinctoria*
Guácimo (a)	Guazuma ulmifolia	*Guazuma Ulmifolia*
Guadua, bambú	Bambusa guadua	*Bambusa Guadua*
Guayabo de pava	Bellucia axinanthera	*Bellucia Axinanthera*
Hojiancho	Croton cupreatus	*Croton Cupreatus*
Leucaena	Leucaena leucocephalla	*Leucaena Leucocephalla*
Matarratón	Gliricidia sepium	*Gliricidia Sepium*
Ocobo	Tabebuia rosea	*Tabebuia Rosea*
Palmicha	Carludovica palmata	*Carludovica Palmata*
Pomarroso	Syzygium jambos	*Syzygium Jambos*
Susacá	Piptocoma discolor	*Piptocoma Discolor*

Tabla 35 Especies de flora presentes en el área de estudio. Fuente: Caracterización del Medio Biótico Subcuenca Río Guaduero, Habitantes de la zona, Modificado por Autores, 2015.

2 Fauna Silvestre

Según la caracterización del medio biótico para la subcuenca del Río Guaduero enmarcado dentro del POMCA de la cuenca hidrográfica del Río Negro (Corporación Autonóma Regional de Cundinamarca, 2007), el paisaje natural ha sido intervenido antrópicamente de manera drástica. Actividades como la cacería, la introducción y domesticación de especies, la ganadería y el uso de químicos en agricultura intensiva ha generado la degradación, destrucción y fragmentación de los hábitats. Esto conlleva a la alteración de condiciones micro climáticas y como consecuencia a la disminución de la población de muchas especies importantes en la dispersión de semillas que aportan a la biodiversidad en esta zona. El área de estudio no es la excepción, según los dueños del predio algunas de las especies han desaparecido en los últimos años y de otras solo quedan pocos ejemplares al interior del

mismo. Los grupos de especies que han sido observados al interior del área de estudio se clasificaron en mamíferos, aves, reptiles y anfibios.



Fotografía 6 Fauna presente en el área de estudio. Fuente: Autores, 2014.

3 Mamíferos

Se presentan las siguientes especies al interior del predio:

Familia	Especie	Nombre Común
Didelphidae	Didelphis	Chucha orejinegra
Canidae	Cerdocyon thous	Zorro común
Mustelidae	Eira barbara	Comadreja, Ulamá
Dasyproctid	Dasyprocta	Ñeque, carmo, gautín
Agoutidae	Agouti paca	Paca, boruga, lapa, tinajo
Leporidae	Sylvilagus	Conejo de monte

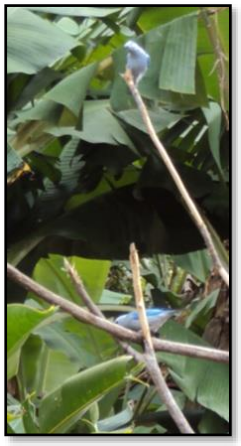
Tabla 36 Especies de mamíferos presentes en el área de estudio. Fuente: Caracterización del Medio Biótico Subcuenca Río Guaduero, Habitantes de la zona, 2015.

4 Aves

Con una población y variedad más significativa, se encuentran 15 especies de aves quienes habitan en el predio o cerca al mismo:

Familia	Especie	Nombre Común
Ardeidae	Ardea alba	Garza
Cathartidae	Cathartes aura	Guala
Cathartidae	Coragyps atratus	Chulo
Accipitridae	Rostrhamus sociabilis	Águila
Psittacidae	Forpus conspicillatus	Perico
Psittacidae	Amazona ochrocephala	Lora
Cuculidae	Crotophaga ani	Garrapatero
Trochilidae	Lafresnaya lafresnayi	Colibrí
Alcedinidae	Megaceryle torquata	Martín pescador
Picidae	Piculus rivolii	Carpintero
Formicariidae	Grallaria quitensis	Hormiguero
Hirundinidae	Notiochelidon cyanoleuca	Golondrina
Troglodytidae	Troglodytes aedon	Cucarachero
Turdidae	Catharus ustulatus	Mirla
Thraupidae	Thraupis episcopus	Azulejo

Tabla 37 Especies de Aves presentes en el área de estudio. Fuente: Caracterización del Medio Biótico Subcuenca Río Guaduero, Habitantes de la zona, 2015.



Fotografía 7 Avifauna presente en área de estudio. Fuente: Autores, 2014.

5 Reptiles

Se presentan las siguientes especies de reptiles y anfibios al interior del predio.

Orden	Suborden	Familia	Especie	Nombre común
Squamata	Serpentes	Viperidae	Bothrops atrox	Talla X
			Bothrops microphthalmus	Talla X
		Elapidae	Micrurus sp	Coral
		Colubridae	Chironius monticola	Cazadora, fuetiadora
	Sauria	Gekkonidae	Gonatodes concinnatus	Geko
Testudinata		Testudinidae	Geochelone carbonaria	Morrocoy

Tabla 38 Especies de Reptiles presentes en la subcuenca del Río Guaduero. Fuente: Caracterización del Medio Biótico Subcuenca Río Guaduero.

6 Anfibios

Orden	Familia	Especie	Nombre Común
Anura	*Bufonidae*	Bufo marinus	Sapo

Tabla 39 Especies de anfibios presentes en la subcuenca del Río Guaduero. Fuente: Caracterización del Medio Biótico Subcuenca Río Guaduero, Habitantes de la zona.

5.2.7. Cobertura de la Tierra

A partir del procesamiento de imágenes satelitales y la observación directa de campo en la finca "El Regalo" se identificaron las unidades de cobertura de la tierra, esto con ayuda de la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia, Escala 1:100.00 (**Ver mapa #9A).**

Cobertura	Área (ha)	% Área
Jagüey	0.08	0.18
Bosque denso alto de tierra firme	11.73	27.50
Bosque ripario	10.84	25.42
Pastos arbolados	16.92	39.67
Pastos enmalezados	2.04	4.78
Café con sombrío	1.05	2.45
TOTAL	**42.65**	**100.00**

Tabla 40 Cobertura vegetal del predio. Fuente: Autores, 2014.

Cultivos

Comprende las áreas ocupadas con cultivos dominantemente de café bajo sombrío (temporal o permanente, generado por una cobertura arbórea). Este tipo de cultivos tiene la característica de que no es necesario volver a plantar después de una cosecha. En el predio representa un área de 1,05 ha correspondientes al 2,45% del área total del predio.

Pastos

Comprende las tierras cubiertas con hierba densa de composición florística dominada principalmente por gramíneas. Estas tierras son dedicadas a pastoreo "libre" donde los animales se encargan de buscar y seleccionar su alimentación en potreros de gran tamaño. En el predio este tipo de uso representa un área de 18,96 ha correspondientes al 44,5% del área total del mismo.

Bosques

Comprende un grupo de coberturas vegetales de tipo boscoso, arbustivo, y herbáceo desarrollado sobre diferentes sustratos y pisos altitudinales, con poca o ninguna intervención antrópica. En el predio este uso se encuentra asociado a las márgenes de los caños, los cuerpos de agua y los bosques conservados en las zonas de mayor altitud. Estas coberturas vegetales ofrecen al sistema servicios ambientales como la captura de carbono, la conservación de la biodiversidad y la regulación hídrica, entre otros. En el predio este tipo de uso representa un área de 22,57 ha correspondientes al 52,92% del área total del mismo.

Cuerpos de agua (Jagüeyes)

Son los cuerpos y cauces de agua superficiales que los habitantes utilizan con diversos fines, desde consumo humano hasta estanques piscícolas y apoyo a la actividad ganadera. En el predio este tipo de uso representa un área de 0,08 ha correspondientes al 0,18% del área total del mismo.

5.2.8. Amenazas y Riesgos

- Inestabilidad del subsuelo

Para determinar la susceptibilidad a fenómenos de inestabilidad del subsuelo dentro del área de estudio se aplicó la metodología propuesta en el ensayo técnico "La inestabilidad natural del subsuelo es una amenaza a considerar, en el ordenamiento territorial de los municipios del país" (Zúñiga, 2011). Para calcular el valor de inestabilidad se utiliza la información litológica, precipitación y pendientes principalmente nombradas en el citado ensayo en el caso número tres. (**Ver Anexo B.1.**).

Como resultado sobre el área del predio (**Ver Mapa #8A**) se obtuvieron dos valores de inestabilidad del subsuelo, el primero con una determinación de clase baja ocupando un 59,04% y el segundo con una apreciación de clase media representado por un 40,96% del predio.

- Erosionabilidad del suelo

La erosionabilidad o la posible amenaza de la perdida de la capa arable del suelo se calcula por la importancia que tiene una porción del territorio para ser usado como zona cultivable, para esto se tiene en cuenta la información del mapa de suelos y los estudios realizados a las respectivas asociaciones y perfiles edáficos que corresponden al área de estudio (Componente edáfico de este estudio). Características como textura, materia orgánica, estructura y permeabilidad del suelo en los horizontes del mismo son utilizados para determinar la erosionabilidad.

Basados en el ensayo técnico "Valoración apropiada de la permeabilidad del suelo, cualidad importante en la determinación de la erosionabilidad del territorio" (Zúñiga, 2010) para el caso número tres (3) de este mismo, se calcula el tipo de permeabilidad del suelo según su textura, la permeabilidad (K) a través de la fórmula de Darcy y por último el factor de erosionabilidad K del perfil del suelo, en este caso para los cuatro perfiles que pertenecen al área de estudio (**Ver anexo B.2. y B.3.**).

Como resultado se obtuvo una cualificación de erosionabilidad baja para todos los perfiles (**Ver Mapa # 8B**).

- Inestabilidad del suelo

Para determinar la posible amenaza por fenómenos de inestabilidad del suelo dentro del área de estudio se ejecuta la metodología propuesta en el ensayo técnico (Zuñiga, La inestabilidad natural del suelo y del terreno en el ordenamiento del territorio municipal, 2011). De acuerdo a como es expuesto en el caso número uno se efectúa la sobre posición de información cartográfica de erosionabilidad, pendientes complejas y precipitación (**Ver Anexo B.4.**). Como resultado en la extensión total del predio (**Ver Mapa #8C**) se obtiene un tipo de inestabilidad del suelo baja lo cual indica que no se presenta ningún peligro o se deba implementar medidas para contrarrestar este fenómeno.

5.3 Sistema Territorial

5.3.1. Uso actual y ocupación del territorio

1 Uso actual del suelo

Según el mapa de uso actual y cobertura vegetal de los suelos (Secretaría de agricultura y desarrollo rural, 2000) el predio presenta usos entre agricultura, bosques, pastos y otros usos como coberturas de rastrojo, vivienda e infraestructura agropecuaria (**Ver mapa # 9**). La menor cobertura se da en tierras con agricultura destacándose el cultivo de café con un porcentaje del 1,62% del área total del predio, también con baja cobertura se encuentran tierras en rastrojo con un porcentaje del 1,82%, le sigue en porcentaje los bosques ocupando un 26,15 % del área total. La mayor cobertura se da en tierras con pasturas representadas en un 70,22% de las cuales, un 23,58% pertenecen a pastos manejados y el 46,64 restante pertenece a pastos naturales. Por último, se destacan los usos de tierras para vivienda con un 0,01% del área total del predio y usos en infraestructura agropecuaria con una representación del 0,03%.

LEYENDA USO ACTUAL			
USO	**ACTIVIDAD**	**ÁREA (ha)**	**% ÁREA**
Tierras en agricultura	Cultivo de café	0.69	1.62
Tierras en pastos	Pastos manejados	10.06	23.58
	Pastos naturales	19.85	46.54
Tierras en bosques	Bosque secundario	11.16	26.15
Tierras en otros usos	Rastrojos	0.78	1.82
	Cuerpos lenticos	0.08	0.18
	Vivienda e infraestructura agropecuaria	0,04	0,09
TOTAL		**42.65**	**100.00**

Tabla 41 Uso actual del suelo. Fuente: Autores.

Tierras en agricultura

Comprende las áreas ocupadas con cultivos dominantemente de café bajo sombrío (temporal o permanente, generado por una cobertura arbórea). Este tipo de cultivos tiene la característica de que no es necesario volver a plantar después de una cosecha. En el predio representa un área de 0,69 ha, correspondientes al 1,62% del área total del predio.

Tierras en pastos

Comprende las tierras cubiertas con hierba densa de composición florística dominada principalmente por gramíneas. Estas tierras son dedicadas a pastoreo "libre" donde los animales se encargan de buscar y seleccionar su alimentación en potreros de gran tamaño. En el predio este tipo de uso representa un área de 29,95 ha, correspondientes al 70,22% del área total del mismo.

Tierras en bosques

Comprende un grupo de coberturas vegetales de tipo boscoso, arbustivo, y herbáceo desarrollado sobre diferentes sustratos y pisos altitudinales, con poca o ninguna intervención antrópica. En el predio este uso se encuentra asociado a las márgenes de los caños, los cuerpos de agua y los bosques conservados en las zonas de mayor altitud. En el predio este tipo de uso representa un área de 11,16 ha, correspondientes al 26,15% del área total del mismo.

Tierras en otros usos

Comprende los usos de vivienda, infraestructura agropecuaria, superficies de agua tales como jagüeyes y rastrojo. En el predio este tipo de uso representa un área de 0,90 ha, correspondientes al 2,10% del área total del mismo.

Por otra parte, la vereda Ceniceros del municipio de Guaduas tiene una extensión territorial de 446,94 hectáreas y posee en su totalidad seis tipos de usos diferentes, según el mapa de uso actual y cobertura vegetal de los suelos (Secretaría de agricultura y desarrollo rural, 2000) estos usos se distribuyen de la siguiente manera: la cobertura con mayor representación son las tierras con pastos manejados ocupando un 45,26% del territorio, seguido a este, los pastos naturales con un valor de 14,4%. En orden de mayor extensión le siguen las tierras con cultivos de café y bosque secundario con un valor del 13,11% y 12,21% respectivamente. Por último, los usos con menor representación son las tierras en rastrojo y pastos enrastrojados con un valor de 7,74% y 7,28% respectivamente.

2 Vivienda

Al interior del predio se encuentran varias edificaciones de las cuales se destacan la casa de los propietarios y dos galpones (**Ver Fotografía 8**). Los materiales en que dichas infraestructuras fueron construidas son principalmente cemento, bareque, tejas metálicas de zinc, madera, pisos en cemento y algunas zonas en baldosa.



Fotografía 8 Vivienda familiar (imagen superior), galpón pequeño (imagen inferior izquierda) y galpón grande (imagen inferior derecha). Fuente: Autores, 2014.

Entre otras edificaciones encontramos una marranera, un rancho y un corral (**Ver Fotografía 9**). Dichas estructuras están principalmente construidas en madera con suelos en tierra y algunas presentan tejas de zinc. Al interior de las casas habitan cuatro personas y en el predio habitualmente laboran dos.



Fotografía 9 Marranera (imagen superior izquierda), Rancho (imagen superior derecha) y Corral (imagen inferior). Fuente: Autores, 2014.

Al interior de los galpones hay aproximadamente 200 aves, en la marranera se mantienen en promedio 15 puercos y en el corral un promedio de 35 reses de razas multicolor, teniendo mestizajes entre cebú, pardo y Hosltein.

En la vereda Ceniceros actualmente habitan 40 familias las cuales poseen vivienda individual; estas viviendas son construidas principalmente en bloque y/o bareque con tejas de zinc. Otras viviendas han sido modificadas y construidas en ladrillo y cemento con tejas de zinc, solo un pequeño grupo aún poseen piso en tierra (Mesa, 2014).

3 Sistema Vial

Ubicada al noreste del predio a 220 m se encuentra la vía de primer orden que comunica al municipio de Guaduas con Honda (Vía nacional) (**Ver Fotografía 10 y mapa #9**). A una distancia de 125m en sentido norte se encuentra una vía carreteable en afirmado y hacia la parte superior (noroeste) e inferior (noreste) en los límites prediales hay dos vías tipo 4 sin pavimentar, las cuales se dirigen hacia la escuela principal de la vereda.



Fotografía 10 Vía Nacional (imagen a la izquierda) y camino carreteable al predio (imagen a la derecha). Fuente: Autores, 2014.

A nivel veredal se encuentran las mismas vías nombradas anteriormente más una complementaria hacia la parte baja de la misma. La vereda contiene 6,42 km de vías y caminos no pavimentados de los cuales 2,32 Km son exclusivamente peatonales y los restantes 4,10Km son carreteras no pavimentadas.

4 Servicios y estructuras Públicas

El predio cuenta con los servicios básicos de Electricidad a cargo de la empresa de energía de Cundinamarca (EEC) así como televisión a cargo de la empresa Directv, la fuente de agua principal es la quebrada, es decir que el predio no cuenta con un sistema de acueducto. Los residuos sanitarios son depositados en un pozo séptico con el que cuenta la finca, y algunos son depositados directamente sobre las fuentes hídricas (tales como los desechos de la marranera y de una alberca que se encuentra al interior del predio), no se dispone de ningún sistema de alcantarillado.
Así mismo no se cuenta con servicio de Gas por esto las actividades de cocina se realizan en su mayoría con madera o mediante la utilización de pipetas de gas. El predio tampoco cuenta con servicios de telefonía ni internet.

En la vereda Ceniceros se encuentran algunos postes de luz que ayudan en la conducción de energía hacia la misma garantizando un 100% de cobertura en Energía Eléctrica. En la vereda habitan 40 familias de las cuales siete son abastecidas de agua por uno de los dos acueductos veredales ubicado en un predio vecino al área de estudio. El segundo se encuentra en la zona llamada “El reposo” y abastece únicamente a ocho familias, esto indica que las familias que no se abastecen de dichos acueductos toman el agua directamente de los ríos y quebradas que riegan la vereda (Mesa, 2014). No se cuenta con un sistema de alcantarillado razón por la

cual en la vereda se utiliza como forma de disposición de las aguas residuales los pozos sépticos.

Según la visita en campo se encuentra que en cuanto a telefonía e internet no se cuenta con redes de ninguno de los dos tipos por tanto los habitantes utilizan principalmente la telefonía celular. Finalmente, al interior de la vereda existe una cancha deportiva ubicada al interior de la única escuela con la que cuenta la vereda (Escuela Ceniceros). No hay presencia de Hospitales ni puestos de salud.

5.3.2. Sistema Social

1 Población

Según el (SISBEN, 2014) dentro de la Vereda Ceniceros habitan 182 personas, de las cuales 95 son hombres y 87 son mujeres. El rango de edades con mayor presencia se encuentra entre las personas mayores a 63 años de edad (21,43%). Por otra parte, el rango de edades con menor representación al interior de la vereda se encuentra entre los 12 y los 17 años de edad (6,59%). A continuación, se muestra el total de distribución poblacional de la vereda ceniceros.

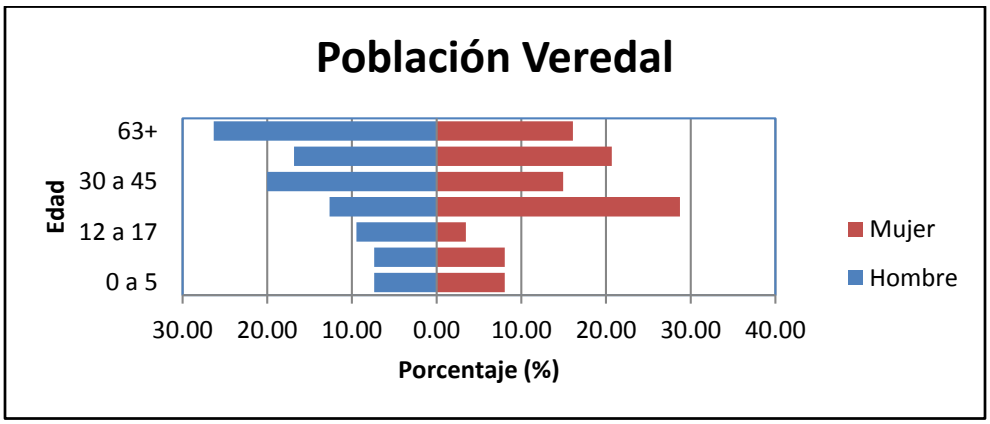


Figura 15 Distribución poblacional Vereda Ceniceros. Fuente: Autores, 2014

Al interior del predio habitan cuatro personas y adicionalmente laboran dos personas quienes actualmente no viven en la finca. Todas las personas que habitan el predio llevan viviendo allí más de 40 años. Dentro de los habitantes se encuentran tres personas de género masculino y una persona de género femenino.

2 Educación

En la vereda Ceniceros se encuentra una sede de la institución educativa departamental Miguel Samper Agudelo a una distancia de 400 m al predio, dicha institución cuenta con un nivel educativo básico, es decir, solo cuenta con grados desde primero hasta quinto grado.

De los habitantes de la vereda y específicamente los niños - adolescentes 29 están cursando algún grado de bachillerato, y aproximadamente 43 cursan actualmente un grado de educación primaria (IED Miguel Samper Agudelo, s.f.).

3 Salud

La vereda ceniceros no cuenta con una institución prestadora del servicio de salud razón por la cual los habitantes de la misma deben asistir a centros médicos localizados en la cabecera municipal o directamente en la ciudad de Bogotá. De los habitantes de la vereda la mayoría cuentan con servicio de SISBEN. Sin embargo, algunos de ellos se encuentran afiliados a alguna empresa prestadora de servicios de salud (Mesa, 2014).

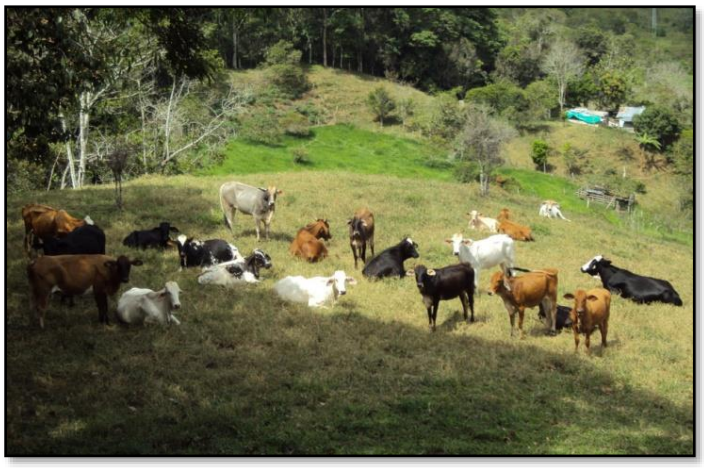
Todos los habitantes y trabajadores de la finca cuentan con EPS, tres de ellos se encuentran afiliados a "la nueva EPS".

5.3.3. Sistema Económico

1 Actividades Económicas

Con las visitas realizadas al predio se observa que actualmente dentro del mismo se desarrollan diversas actividades económicas, las que sumadas entre sí generan el sustento de la finca a pesar de que tienen un bajo desarrollo tecnológico y generan un beneficio individual por encima del colectivo. Dentro de las actividades realizadas al interior del predio se encuentra la producción avícola, producción porcícola, ganadería para producción de leche y cría, piscicultura y cultivos de café.

La actividad principal dentro de la finca es la ganadería de cría y producción de leche, se cuenta con 35 cabezas de ganado de razas multicolor con mestizajes entre Cebú, Pardo y Hosltein (**Ver Fotografía 11**). Actualmente se cuenta con la infraestructura para el ordeño y la alimentación en corral de forma tradicional y no tecnificada, además se realizan dos ciclos de vacunación al año, no se hace riego para la producción de pastos y se mantiene una rotación en ocho potreros.



Fotografía 11 Lote principal de ganado. Fuente: Autores, 2014.

La producción avícola se realiza en dos galpones que poseen una capacidad de producción de 500 aves cada uno, pero actualmente se maneja en promedio de 150 a 200 para venta y consumo dentro del predio (**Ver Fotografía 12**).



Fotografía 12 Explotación tradicional avícola en área de estudio. Fuente: Autores, 2014.

Actualmente, la producción porcícola se basa en la ceba de cerdos para sacrificio, en promedio se manejan de 10 a 15 cerdos semanalmente, los cuales son distribuidos en una marranera con una capacidad máxima de 30 animales. Esta actividad es realizada de forma tradicional, la alimentación y recolección de desechos se hace en la misma estructura. Posterior a la ceba se someten los individuos al sacrificio y luego son preparados y comercializados en un lugar cercano al área de estudio ubicado a 5 km vía Guaduas-Honda al costado de la vía nacional.



Fotografía 13 Porcinos en confinamiento para sacrificio. Fuente: Autores, 2014.

La actividad de piscicultura es menos productiva que las demás. Dentro del área de estudio se cuenta con un jagüey donde se mantiene y produce un lote de 1.000 pescados al año variando especies entre mojarra y cachama. Sin embargo, su capacidad máxima es de dos lotes de 1.000 pescados al año cada uno (**Ver Fotografía 14**). Dentro del predio, antes se manejaban tres jagüeyes para la producción, pero, por las condiciones del suelo en cuanto a facilidad de filtración y sumado al costoso mantenimiento de estos no se desarrolló con éxito la actividad.



Fotografía 14 Jagüey utilizado en la producción piscícola. Fuente: Autores, 2014.

El cultivo de café en el pasado era la actividad más fuerte dentro del predio y algunas fincas aledañas, pero debido al problema causado por las plagas como la broca y la roya en la década de los 80's y 90's en los cultivos de café y el desplazamiento de la mano de obra hacia ciudades y cabecera municipal dicha actividad ha disminuido al punto que es la menos productiva y eficiente, actualmente solo se dan dos cargas de café en el predio y es una actividad más arraigada a la cultura generada en épocas pasadas. Antes existían dos grandes áreas de cultivo de café que han sido reemplazadas por pastos para ganadería, actualmente

un área desapareció totalmente y la otra ya ha sido reducida en más del 50% de su área original (**Ver Fotografía 15**).



Fotografía 15 Zona cultivo de café (imagen superior izquierda), división entre cultivos de café y pastos (imagen superior derecha), zona de cafetal reemplazada en un 50% por pastos (imagen inferior izquierda) y zona de cafetal reemplazada por pastos en su totalidad (imagen inferior derecha). Fuente: Autores, 2014.

En la vereda Ceniceros las principales actividades económicas son del sector primario, dentro de estas se dividen la agricultura y ganadería. La agricultura se basa en la producción por cosechas de árboles frutales y café principalmente, las frutas más producidas son el banano, naranja y mandarina. En cuanto a la ganadería solo se trabaja para la producción lechera (Mesa, 2014).

2 Tamaño predial y Tenencia de tierra

El área de estudio correspondiente al predio denominado finca El regalo con cédula catastral 25-3200-0030-0000-0140-0450-0000-0000 cuenta con una extensión total de 42,65 ha, actualmente está a nombre del señor José Vicente Ávila Rueda, el predio ha pertenecido a él y su familia por más de 57 años y la actividad económica tradicional ha sido la explotación agropecuaria.

5.4 Capacidad de carga territorial del área de estudio

La capacidad de carga territorial del área de estudio se estima a partir de parámetros físico-químico de las asociaciones de suelos presentes al interior del predio y de la formación geológica correspondiente, los cuales permiten determinar la capacidad portante y capacidad de producción de biomasa vegetal-animal. La capacidad de carga territorial también contempla aspectos como la oferta minero energética, y la presencia de bienes y servicios ambientales que presente el territorio (**Ver mapa #10**).

5.4.1. Capacidad Portante

La capacidad portante es el potencial de los suelos y del subsuelo para soportar diferentes tipos de cargas aplicadas sobre el mismo, como los son estructuras en infraestructuras. Para establecer este parámetro se tiene en cuenta la capacidad edáfica (Suelos) y la capacidad geotécnica (Subsuelo).

1 Capacidad Geotécnica

La capacidad geotécnica consiste en asignar un valor relativo a la composición del subsuelo, específicamente la estructura y constitución de la formación geológica para determinar la presión que este puede soportar. Aquí se evalúan principalmente características como compresibilidad de la roca, estabilidad de pendiente y tectonismo (**Ver anexo C.1.**).

Como resultado para la formación geológica Hoyón 1, se encuentra que pertenece al rango de 49-64 lo cual se traduce en una capacidad geotécnica alta, y el segundo correspondiente a la formación Hoyón 2 entre el rango 16-27, lo que significa una capacidad geotécnica media, esto de acuerdo a la siguiente clasificación:

Valor	Capacidad Geotécnica	Peso asignado
1 - 4	Muy baja	1
6 - 12	Baja	2
16-27	Media	3
49-64	Alta	4

Tabla 42 Clasificación capacidad geotécnica. Fuente: Autores.

2 Capacidad edáfica

La capacidad edáfica se determina a partir de los parámetros tales como comprensibilidad del suelo, estructura y densidad aparente los cuales asignan un valor que permite evaluar y clasificar la capacidad de los suelos para sostener diferentes infraestructuras. Para observar cálculos, (**Ver anexo C.2**).

De este modo para las diferentes asociaciones y perfiles de suelos que componen el área de estudio y que fueron designados para el análisis de capacidad edáfica se obtienen los siguientes resultados:

Asociación	Perfil	Valoración capacidad edáfica
MQVf	PA-1	Baja (2)
MQVe	H-40	Media (3)
	CC-11	Media (3)
MQSg	CU-116	Media (3)

Tabla 43 Resultados de la capacidad edáfica por perfiles. Fuente: Autores, 2015.

Finalmente, para determinar la capacidad portante se asignan valores de acuerdo a la composición del suelo y subsuelo según Zúñiga (2013) y posteriormente se multiplican entre sí. (**Ver anexo C.3.**). De esta forma dentro del predio y de acuerdo a las áreas ocupadas por las diferentes asociaciones y perfiles de suelos designados (**Ver mapa #10**), se obtienen los siguientes resultados:

Asociación	Perfil	Capacidad portante
MQVf	PA-1	Baja
MQVe	H-40	Media
	CC-11	Media
MQSg	CU-116	Alta

Tabla 44 Resultados de la capacidad portante dentro del predio. Fuente: Autores.

Sobre el área de construcción, edificaciones del predio y donde se presentan las menores pendientes el tipo de suelo predominante es la asociación MQVf, perfil PA-1 el cual tiene una capacidad portante baja.

5.4.2. Capacidad de Producir Biomasa comercial vegetal-animal

1 Capacidad de producir Biomasa comercial Vegetal

De acuerdo al mapa de capacidad de carga del presente estudio (**Ver mapa #10**), el predio presenta cuatro tipos de capacidad de producir biomasa comercial vegetal, éstas determinadas de acuerdo a las características de los suelos presentes, tales como clase agrológica, Profundidad efectiva, fertilidad y la distribución de precipitación. Para observar cálculos, (**Ver anexo C.4.**).

De esta forma, dentro del predio y de acuerdo a las áreas ocupadas por las diferentes asociaciones y perfiles de suelos que componen a estas, se obtienen los siguientes resultados:

Asociación	Perfil	Capacidad Producción de biomasa comercial vegetal	Biotipo
MQVf	PA-1	Alta	Arbustivo y herbáceo
MQVe	H-40	Media	Arbustivo y herbáceo
	CC-11	Baja	Arbóreo y arbustivo
MQSg	CU-116	Baja	Arbustivo

Tabla 45 Resultados de la capacidad de producir biomasa comercial vegetal dentro del predio. Fuente: Autores.

2 Capacidad de producir Biomasa comercial Animal

La capacidad de producir biomasa comercial animal se basa en la clasificación agrológica de los suelos para determinar el número de cerdos por hectárea que pueden ser manejados en un predio. Los suelos presentes en el área de estudio corresponden a las clasificaciones agrológicas VI (Asociación MQVe), VII (Asociación MQVf) y VIII (Asociación MQSg). Por esto, el predio tiene la capacidad de manejar de 3 a 4 individuos (**Ver Tabla 46**). Para zonas con clasificación agrológica VIII no existe una clasificación de este tipo, ya que son zonas que no pueden ser intervenidas con actividades agropecuarias por considerarse áreas de protección y conservación.

Clase	Sin riego	Kg
I	9,0	900
II	8,0	800
III	7,0	700
IV	6,0	600
V	5,0	500
VI	4,0	400
VII	4,0	400

Tabla 46 Número de cabezas de ganado por hectárea según clases agrológicas. Fuente: (Zúñiga, 2013).

5.4.3. Oferta Minero-Energética

En revisión de la información proporcionada por el Servicio Geológico Colombiano (SGC) se observa que el área de estudio no se encuentra actualmente dentro de ninguna zona de concesión minera, así mismo no presenta ninguna solicitud y mucho menos un título minero vigente en el predio

.

5.4.4 Bienes y servicios ambientales primarios

El predio no se encuentra al interior de ningún área definida por el sistema nacional de áreas protegidas (SINAP). Sin embargo, de acuerdo al mapa de capacidad de carga (**Ver mapa #10**) el predio presenta una zona perteneciente a la clase agrológica VIII (según el decreto 3600 de 2007 área de conservación y preservación).

El agua que atraviesa el predio presta un bien ambiental de regulación hídrica a lo largo de los cauces, además de generar un servicio de regulación hídrica en el mantenimiento de niveles de los cauces y estabilidad de las márgenes.

6 INGENIERÍA DEL PROYECTO

EcoPorc es el proyecto de inversión a desarrollar al interior de la finca "El Regalo". Este se localiza en el sector sur-occidental del predio (**Ver Mapa # 14**), su actividad principal es el levante y ceba de lechones para venta y posterior sacrificio además cuenta con una actividad secundaria de producción piscícola basada en el aprovechamiento de los residuos porcinos generados en la aplicación del mismo.

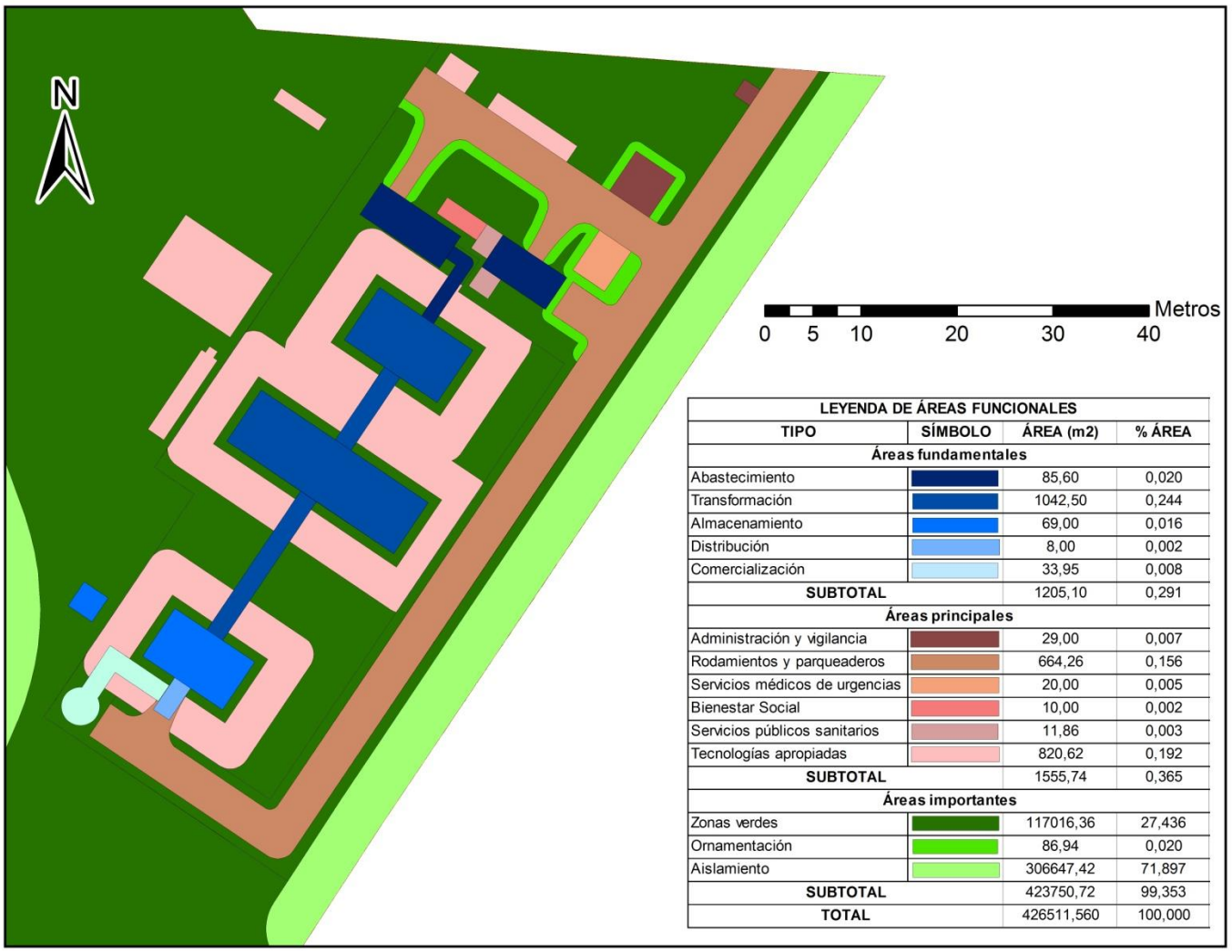
6.1 Dimensiones del proyecto

Para el desarrollo del proyecto de inversión EcoPorc se requiere un área de construcción de 1.344 m^2 dentro de un predio cuya área total es de 426.500 m^2. La ubicación de la infraestructura de producción dentro del predio se establece de acuerdo a la capacidad portante junto a otros factores tales como el acceso vial y la pendiente del predio (**Ver Mapas # 5, #9, #10 y #14**). Además de lotes de 40 cerdos en pie y 1550 tilapias a lo largo de la actividad productiva.

6.1.1. Áreas funcionales

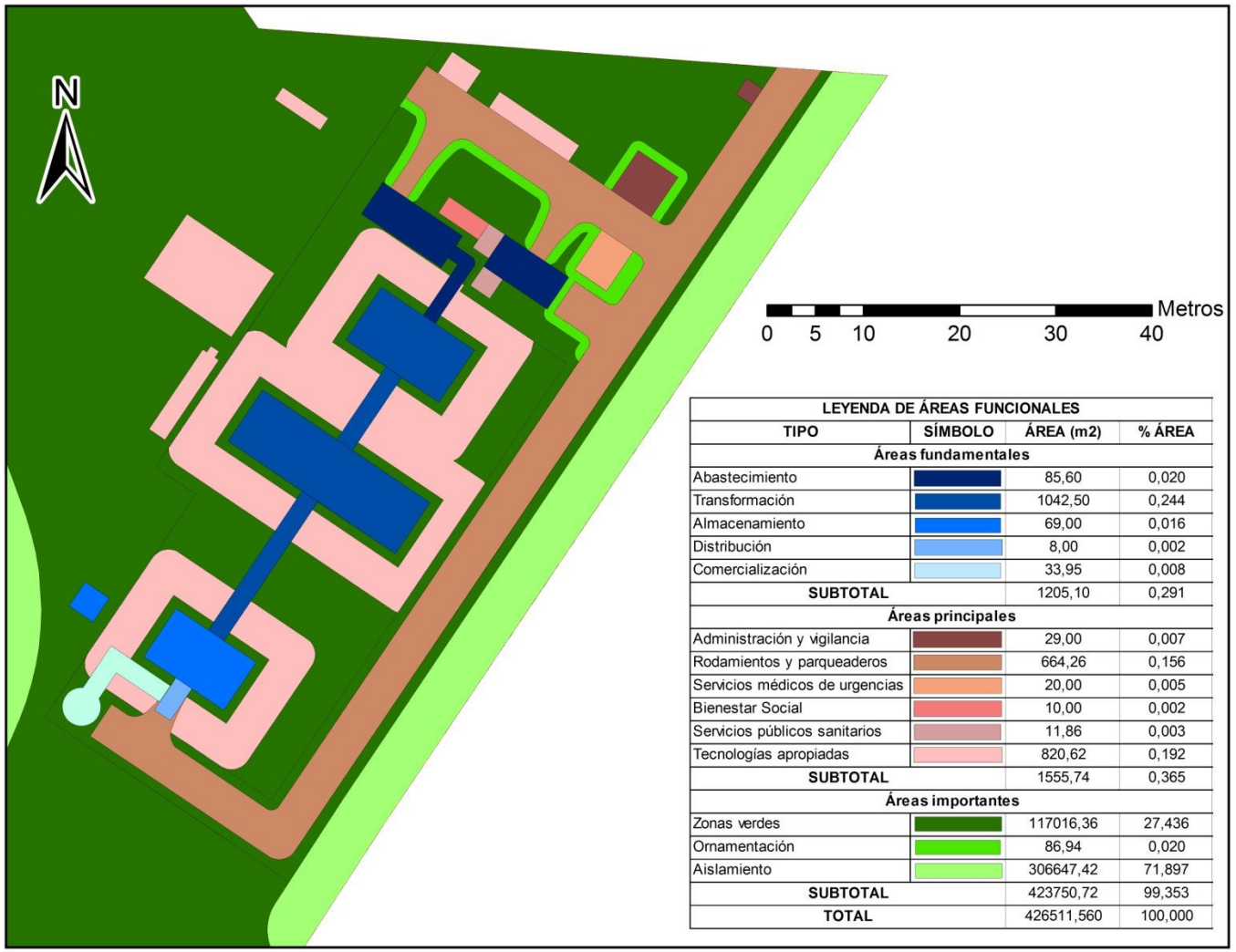
Las áreas descritas a continuación son determinadas de acuerdo a la actividad seleccionada tomando como base la capacidad de carga del territorio y el uso potencial del suelo sumado a los recursos que posee. Dichas áreas funcionales se clasifican en áreas fundamentales, áreas

principales y áreas importantes. La distribución organizada de éstas se puede observar en la



LEYENDA DE ÁREAS FUNCIONALES			
TIPO	SÍMBOLO	ÁREA (m2)	% ÁREA
Áreas fundamentales			
Abastecimiento		85,60	0,020
Transformación		1042,50	0,244
Almacenamiento		69,00	0,016
Distribución		8,00	0,002
Comercialización		33,95	0,008
SUBTOTAL		1205,10	0,291
Áreas principales			
Administración y vigilancia		29,00	0,007
Rodamientos y parqueaderos		664,26	0,156
Servicios médicos de urgencias		20,00	0,005
Bienestar Social		10,00	0,002
Servicios públicos sanitarios		11,86	0,003
Tecnologías apropiadas		820,62	0,192
SUBTOTAL		1555,74	0,365
Áreas importantes			
Zonas verdes		117016,36	27,436
Ornamentación		86,94	0,020
Aislamiento		306647,42	71,897
SUBTOTAL		423750,72	99,353
TOTAL		426511,560	100,000

Figura 16.



LEYENDA DE ÁREAS FUNCIONALES			
TIPO	SÍMBOLO	ÁREA (m2)	% ÁREA
Áreas fundamentales			
Abastecimiento		85,60	0,020
Transformación		1042,50	0,244
Almacenamiento		69,00	0,016
Distribución		8,00	0,002
Comercialización		33,95	0,008
SUBTOTAL		1205,10	0,291
Áreas principales			
Administración y vigilancia		29,00	0,007
Rodamientos y parqueaderos		664,26	0,156
Servicios médicos de urgencias		20,00	0,005
Bienestar Social		10,00	0,002
Servicios públicos sanitarios		11,86	0,003
Tecnologías apropiadas		820,62	0,192
SUBTOTAL		1555,74	0,365
Áreas importantes			
Zonas verdes		117016,36	27,436
Ornamentación		86,94	0,020
Aislamiento		306647,42	71,897
SUBTOTAL		423750,72	99,353
TOTAL		426511,560	100,000

Figura 16 Vista en planta de áreas funcionales a escala 1:500. Fuente: Autores.

1 Áreas fundamentales

Las áreas fundamentales están conformadas por el área de beneficio y el área mercantil. La primera se compone de las áreas de abastecimiento, transformación y almacenamiento; La segunda se integra por las áreas de distribución y comercialización como se evidencia en la **Figura 17.** Su distribución se observa en la **Figura 18.**

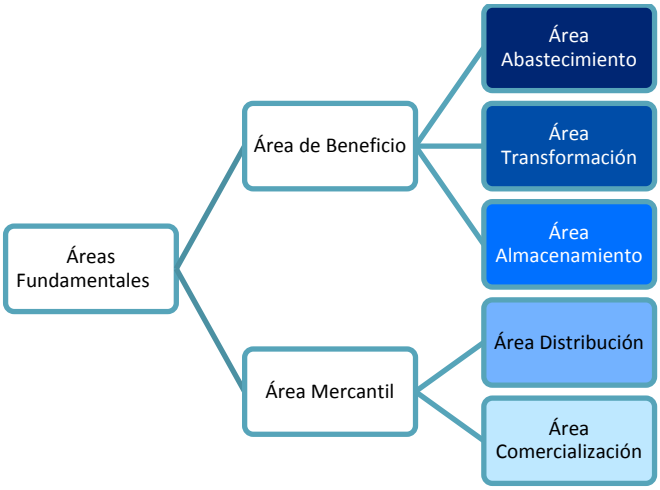


Figura 17 Áreas fundamentales y sus componentes. Fuente: Autores.

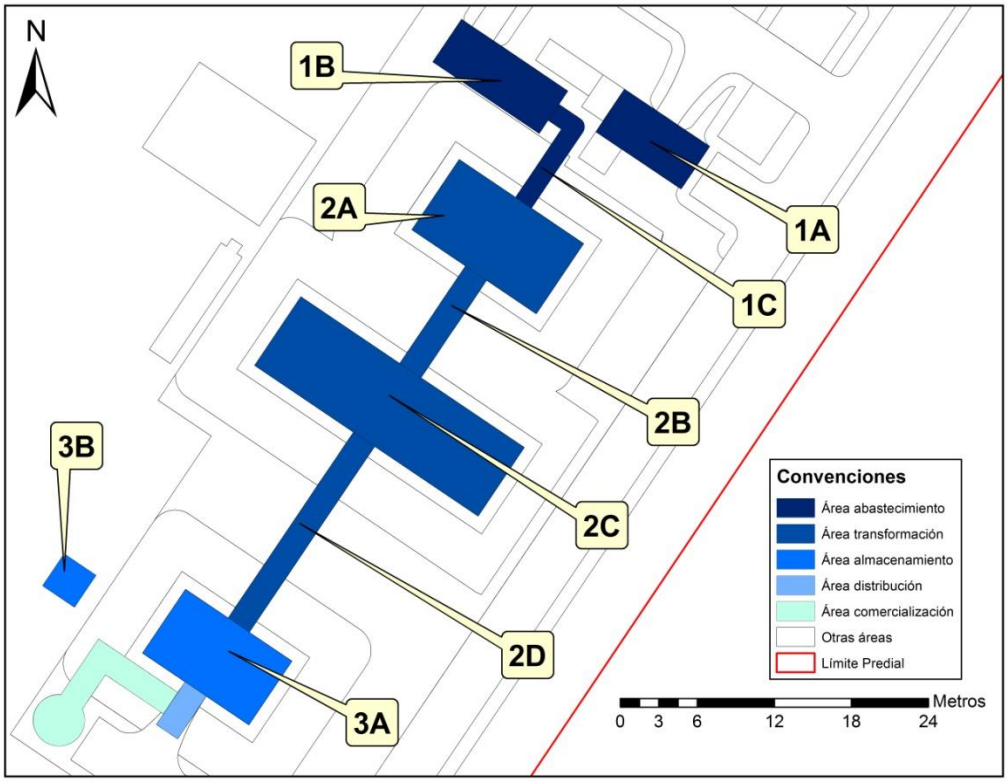


Figura 18 Distribución áreas fundamentales. Fuente: Autores.

Área de beneficio

Área de abastecimiento

El área de abastecimiento tiene como función la recepción de la materia prima principal (cerdos) y los insumos necesarios para llevar a cabo el proceso de levante y ceba dentro de la granja. Posee tres estructuras, la primera (1A) cuenta con un área de 32 m^2 para insumos, la segunda (1B) tiene un área total de 40 m^2 para recepción de cerdos y la tercera es una salida usada para movilización de mismos (1C) con un área de 13,6 m^2.

Área de transformación

Como se observa en la **Figura 18**, el área de transformación cuenta con una estructura (2A) de 77,2 m^2 donde se mantienen en confinamiento a los animales para la adaptación a la dieta. La salida de la nave cuenta con un canal para el traslado de los cerdos a la siguiente fase del proceso con 18,3 m^2 (2B). La tercer área es donde se lleva a cabo la etapa de ceba (2C) cuenta con un área de 135,45 m^2 y es conducida con el área de almacenamiento de cerdos el cual hace parte del área de distribución mediante un canal de 35 m^2 (2D).

Además, paralelo a esta actividad se realiza una labor de piscicultura en los jagüeyes existentes al interior del predio los cuales se interconectan con la porcicultura en las áreas de transformación, es decir hará parte de las mismas con un área de 776,63 m^2 (**Ver Figura 19).**

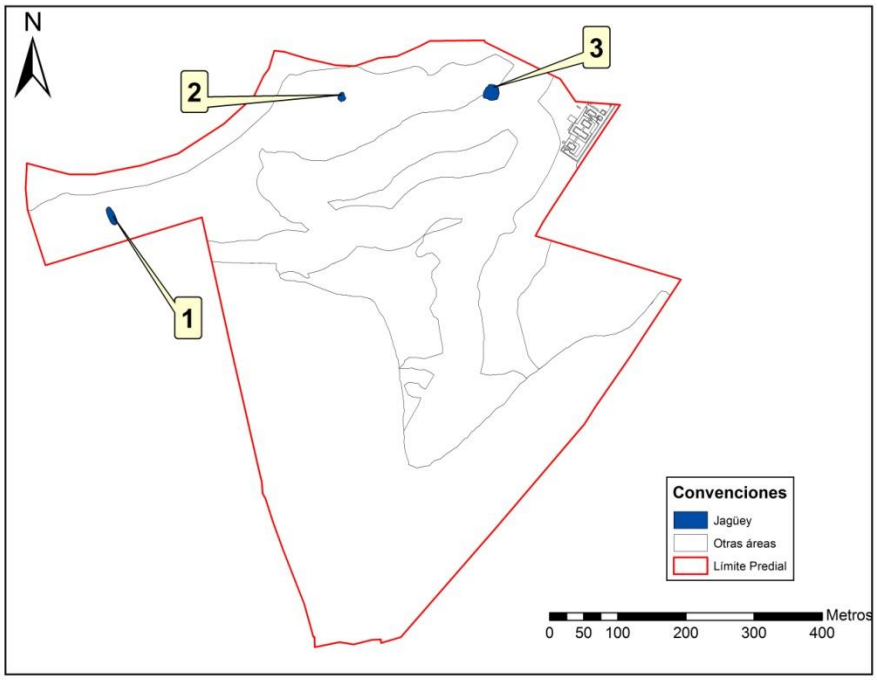


Figura 19 Localización Jagüeyes como área de transformación de tilapia. Fuente: Autores.

Área de almacenamiento

En el área de almacenamiento se mantiene aislado al lote final de cerdos listos para llevar a sacrificio. La estructura (3A) cuenta con un espacio total de 60 m^2 el cual será suficiente para mantenerlos por siete días. También tiene una estructura de 9 m^2 (3B) utilizada para mantener las tilapias listas para ser distribuidas hacia las plazas de mercado y/o directamente a los clientes particulares.

Área mercantil

Está compuesta por las áreas de distribución, comercialización y consumo, esta última no estará presente dentro del proyecto ya que no se genera un consumo del producto final dentro de las instalaciones.

Área de distribución

Esta área consta de un corredor de 8 m^2 denominado zona de embarque, equipada con una báscula para el pesaje de los cerdos, diseñada para el fácil tratamiento y movilización de los animales.

Área de comercialización

Esta área consta de un corredor y un pequeño rodeo de aproximadamente 34 m^2 para exponer o mostrar el producto final a interesados en hacer compras más pequeñas para su aprovechamiento en la región.

La distribución de áreas y su identificación en el mapa están dadas de tal forma que se genera un flujo lineal a través del proceso de producción (**Ver Mapa # 14**). Además, se identifican de la siguiente manera:

Áreas fundamentales		**Área (m^2)**
Abastecimiento		85,60
Transformación		1042,58
Almacenamiento		69,00
Distribución		8,00
Comercialización		34,00
SUBTOTAL		1239,18

Tabla 47. Tamaño de áreas fundamentales y sus respectivas dimensiones. Fuente: Autores.

2 Áreas principales

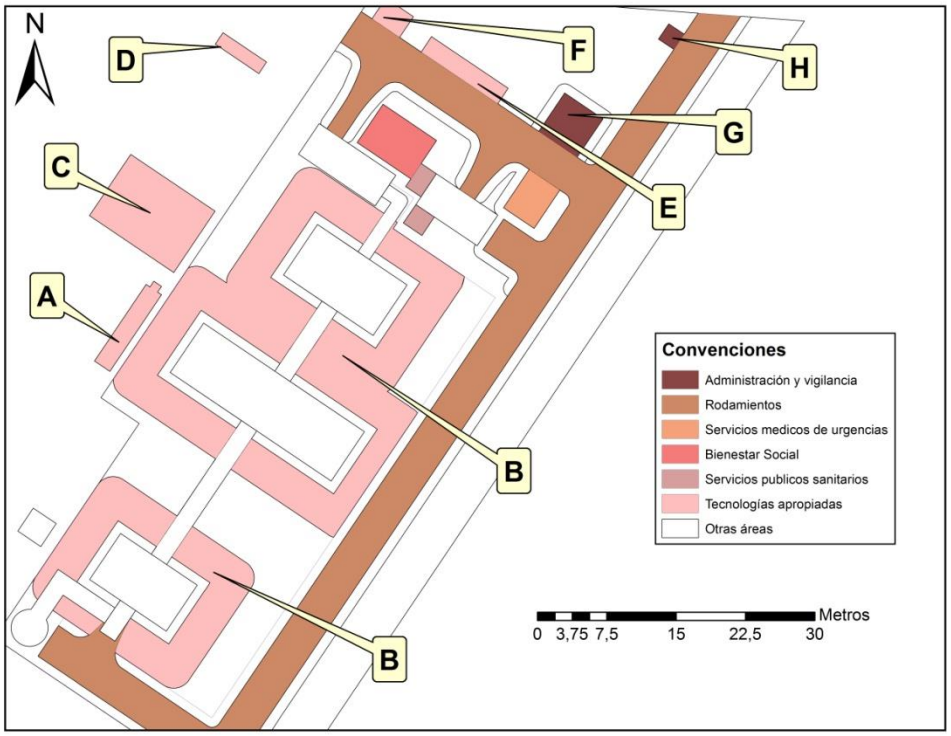


Figura 20 Distribución áreas principales. Fuente: Autores.

Áreas de administración y vigilancia

Esta área incluye la oficina administrativa y de recursos humanos (G), es la primera estructura que se encuentra en el momento de entrar a la granja, ocupa un área total de 25 m^2. También se ubica una caseta de vigilancia (H) la cual tendrá un tamaño de 4 m^2 aledaña a la vía principal de acceso a las áreas funcionales.

Áreas de rodamientos y parqueaderos

Son las áreas que facilitan el desplazamiento de personas, materias primas, productos y vehículos dentro de la granja; estas incluyen una vía vehicular que rodea las edificaciones y parqueadero operacional para cargue y descargue de los cerdos. Esta área es de 664,26 m^2.

Área de servicios públicos sanitarios

Estas áreas estarán compuestas principalmente por dos estructuras, un baño ubicado al costado occidental de las oficinas de administración que ocupa un espacio de 6 m^2 y un cuarto de aseo ubicado al costado sur de la misma estructura, el cual tiene un área de 6 m^2 para un total de 12 m^2.

Área de servicios médicos de urgencias

Esta área incluye una sala especializada para atender un accidente de trabajo o una emergencia, además de los implementos de seguridad, el botiquín y camilla ubicados en diferentes puntos de la estructura. Ocupará un espacio de 20 m^2.

Área de bienestar social

Esta área se ubica al costado occidental del área de servicios públicos sanitarios y se compone principalmente por duchas, vestieres y una zona de lockers, la extensión total de esta estructura es de 35 m^2.

Área de tecnologías apropiadas

Esta área es muy importante en el desarrollo del proyecto, pues está distribuida dentro del predio de tal forma que complementa las salidas o generación de residuos dentro de la granja. Comprende un total de 838 m^2 y está compuesta por el sistema de captación de aguas lluvias, biodigestor (A, Con un área de 20,7 m^2), barreras vivas (B, Con un área de 657,6 m^2), área de lombricultura (C, Con un área de 88 m^2), zona de compost de la mortalidad (F, con un área de 9,8 m^2), Biojardín para tratamiento de aguas grises (D, Con un área de 8,5 m^2) y finalmente el centro de acopio de residuos sólidos (E, con un área de 20 m^2).

La distribución de áreas y su identificación en el mapa están dadas de tal forma que complementan las áreas fundamentales (**Ver Mapa # 14**). Además, se identifican de la siguiente manera:

Áreas principales		**Área (m2)**
Administración y vigilancia		29,00
Rodamientos y parqueaderos		664,26
Servicios médicos de urgencias		20,00
Bienestar Social		35,00
Servicios públicos sanitarios		12,00
Tecnologías apropiadas		804,62
SUBTOTAL		1564,88

Tabla 48 Áreas principales y sus respectivas dimensiones. Fuente: Autores.

3 Áreas importantes

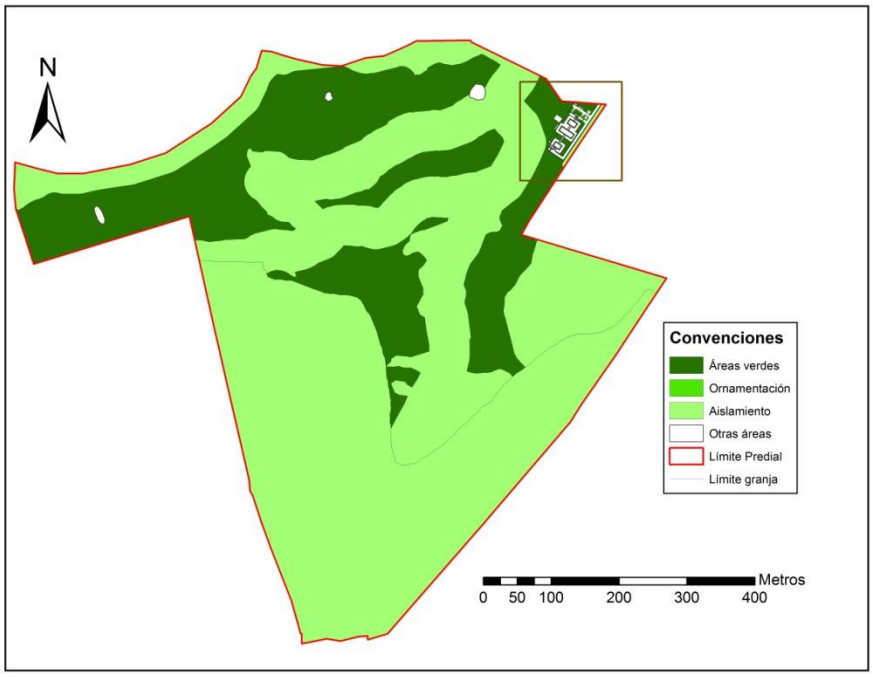


Figura 21 Localización general áreas importantes. Fuente: Autores.



Figura 22 Acercamiento localización áreas importantes. Fuente: Autores.

Zonas verdes

Estas son las zonas con cobertura vegetal que permiten armonizar las diferentes construcciones establecidas en la granja; tienen una extensión total de 1110,26 m^2. También existe un área que no va a ser intervenida, sino que está destinada como área verde con el propósito de sustentar la estructura ecológica principal presente; el área correspondiente a esta zona es de 11,58 ha (115.896,1 m^2).

Áreas de ornamentación

Se ubican en lugares estratégicos dentro de zonas aledañas a la administración, así como en los conectores entre infraestructuras y como parte de los límites en regiones adyacentes a las vías de acceso. La extensión total de estas áreas es de 86,94 m^2.

Áreas de aislamiento

La primer área está compuesta por cercas o barreras vivas utilizadas como herramientas de transformación del paisaje. Estas se localizan al costado oriental de la granja sobre el limite predial a la finca vecina. El área total que ocupa esta zona dentro del predio es de 547,5 m^2.

La segunda área tiene como función el aislamiento de fuentes de agua que estén desprotegidas. La extensión total del área para esta zona es de 143.582,8 m^2.

La tercer área es la reglamentada por el PBOT del municipio de Guaduas, esta tiene una extensión de 162.517,1 m^2 (16,25 ha) sobre el predio.

La distribución de áreas y su identificación en el mapa están dadas de tal forma que complementan las áreas fundamentales y principales (**Ver Mapa # 14**). Además, se identifican de la siguiente manera:

Áreas importantes		**Área (m^2)**
Zonas verdes		117.006,36
Ornamentación		86,94
Aislamiento		306.647,42
SUBTOTAL		423.740,72

Tabla 49. Áreas importantes y sus respectivas dimensiones. Fuente: Autores.

6.1.2. Productos

Los productos ofertados serán cerdos en pie de raza Yorkshire (Machos pico 410 superior x y hembras Hypor-Pic, **Ver Figura 23**), llevados desde el inicio del levante hasta la finalización de la ceba, se clasifican como productos de negocio ya que se pretende vender al público para que sean usados en otros procesos (formará parte fundamental en el proceso de sacrificio porcino y posterior comercialización, constituyéndose como materia prima).



Figura 23 Raza yorkshire en granja Ecoporc. Fuente: **(group, 2015)**.

La granja contará con una capacidad máxima de 150 porcinos de raza Yorkshire, llevados de un peso entre 27 y 30 Kg a un peso meta entre 95 a 105 Kg aproximadamente, en un periodo de 97 días y comercializados en lotes de 40 cerdos cada cuatro semanas.

El precio de venta será de acuerdo al valor del kilogramo de cerdo en pie establecido en el frigorífico Guadalupe o San Martín de la ciudad de Bogotá y su fluctuación en los periodos de venta. Según la Asociación Colombiana de porcicultores-fondo Nacional de porcicultura (2015), en el frigorífico Guadalupe el último año el precio de cerdo en pie ha variado entre 4.300 a 5.250 $/Kg, y en la segunda semana de octubre del 2015 se presentó un precio promedio de 4300 $/Kg. También se tendrá en cuenta a nivel Bogotá el precio promedio de venta para las últimas once semanas del año.

La actividad porcícola contará con algunas actividades complementarias al proceso central, utilizando los recursos existentes en el área de estudio tales como jagüeyes y las excretas generadas dentro de la actividad porcícola. Estas actividades dan lugar a algunos subproductos de los cuales se hace una breve descripción a continuación:

- ***Tilapia Roja***

A partir de una carga de 1.300 Kg de excretas a lo largo de dos ciclos de producción porcina (6 meses) y tres jagüeyes con un área total de 777 m^2 se obtendrá una cantidad aproximada de 1.550 tilapias (*Oreochromis mossambicus*) las cuales serán contenidas en dichos cuerpos de agua a una densidad de dos unidades por metrocuadrado (2 Individuos/m^2). Al finalizar el ciclo de la tilapia (5 a 6 semanas) se contará con peces de pesos entre 3/4 de libra y una libra.

El precio de venta para la tilapia esta dado en Kg por unidad, de acuerdo a lo establecido en la plaza de mercado principal de Guaduas con un valor aproximado por libra de $ 6.000.



Ilustración 24 Jagüey utilizado para piscicultura. Fuente: Autores, 2014.

- ***Humus***

El humus de la lombriz roja californiana será ofertado como fertilizante, en total se producirán 2.213 Kg, comercializados en bultos de 40 Kg de capacidad o en empaques de 1 Kg, el primero con un valor en el mercado de $ 35.000/bulto y el segundo en $3.000/Kg aproximadamente. Esta producción corresponde a un periodo cercano a tres meses y medio.

- ***Lombriz roja californiana***

La lombriz roja californiana *(Eisenia fétida)* se ofertará como pie de cría de lombriz o preparación de alimento, en total se producirán 30 Kg los cuales serán comercializados en empaques de 1 Kg por un valor de venta en $ 5.000/Kg aproximadamente. El periodo de producción ligado al del humus será de 3 meses y medio aproximadamente.

Las instalaciones destinadas para esta labor ocuparan un espacio de 88 m^2 dentro del área de tecnologías apropiadas del proyecto (**Ver mapa #14**).

- ***Gas natural***

La producción de gas natural está enfocada a la satisfacción de energía necesaria para llevar a cabo las labores de cocción de alimentos para las personas presentes en el predio, disminuyendo el consumo y tala de madera en los bosques cercanos. El biodigestor tendrá la capacidad de manejar 8,8 m^3 de solución de agua y estiércol provenientes de los lavados de los corrales de ceba; la capacidad de producción de gas es de 4,5 m^3/día los cuales serán suficientes para cubrir la demanda de gas en la casa de la finca. El volumen total del biodigestor tipo salchicha será de 20 m^3.

- ***Lodos***

Se obtendrán en total 2,93 m^3 de lodos producto del biodigestor cada cinco días para su posterior riego y distribución en los diferentes potreros del predio (aproximadamente 20 ha de pastos). Las características físicas, químicas y biológicas de los mismos serán determinadas mediante pruebas de laboratorio con el fin de verificar que cumplan con las condiciones mínimas necesarias para funcionar como biofertilizantes.

6.1.3. Usuarios

Cerdos en pie

Tipo: Los porcinos serán vendidos al Frigorífico Guadalupe o al frigorífico San Martín principalmente, estos están ubicados a un tiempo estimado de viaje de dos horas 51 minutos del predio. De manera alterna se pueden vender los porcinos a cuyos clientes le interese obtenerlos por unidad y que compren directamente en el predio.

Canal de distribución: El canal principal de distribución será mayorista, ya que se vende el producto final a frigoríficos, en el caso de las ventas en el predio se manejará un canal de distribución directo.

Posibles usuarios: A futuro se analizará la oportunidad de expandir los compradores en diferentes zonas de la capital de acuerdo a los precios y el beneficio obtenido por la venta del producto principal.

Cantidad: Como clientes principales dos frigoríficos, ventas secundarias al detal por unidad vendida a usuarios como asaderos de carne u otros donde se requiera su consumo.

Tilapia roja

Tipo: La tilapia roja será vendida en la plaza de mercado principal del municipio de Guaduas y a los clientes interesados en obtenerlos por unidad que compren de forma directa en la granja.
Canal de distribución: Se manejará un canal de distribución al detallista sobre la plaza de mercado y uno directo para las ventas en el predio.

Humus y lombriz roja californiana

Tipo: Los subproductos generados de la lombricultura serán comercializados a criadores de gallinas, peces y/o pollos que utilicen lombrices como alimento en sus procesos, además de horticultores y demás agricultores que necesiten en sus procesos fertilizantes orgánicos.

Canal de distribución: Este canal de distribución será de tipo directo.

6.2 Selección y síntesis de descripción del proceso de producción

El proyecto EcoPorc es elegido por que cumple los requisitos necesarios para generar sustentabilidad en el área de estudio definida. Se propone de acuerdo a la capacidad de ser implementado y aceptado por la comunidad, genera empleo y es acorde a los procesos de desarrollo dentro del municipio, además aplica tecnologías ambientales apropiadas con el fin de valorizar los residuos sólidos orgánicos generados por la porcicultura, obteniendo como resultado un beneficio económico a raíz de los subproductos.

Este sistema productivo busca la eficiencia ambiental a partir del aprovechamiento de los residuos biodegradables (heces), obteniendo un precio competitivo de los productos en el mercado, disminución en los insumos para la producción, disminución en la generación de residuos y disminución de la contaminación del medio donde es desarrollado.

Así el proyecto EcoPorc busca lograr una diferenciación en el producto final obtenido y los subproductos asociados por generación de residuos tales como la piscicultura, lombricultura, aprovechamiento de gas natural y de lodos para abono de tierras.

La **Figura 25** ilustra en un diagrama de flujo cada una de las fases del proceso productivo a desarrollar en la granja "EcoPorc" así como las áreas funcionales con las cuales corresponde (por color):

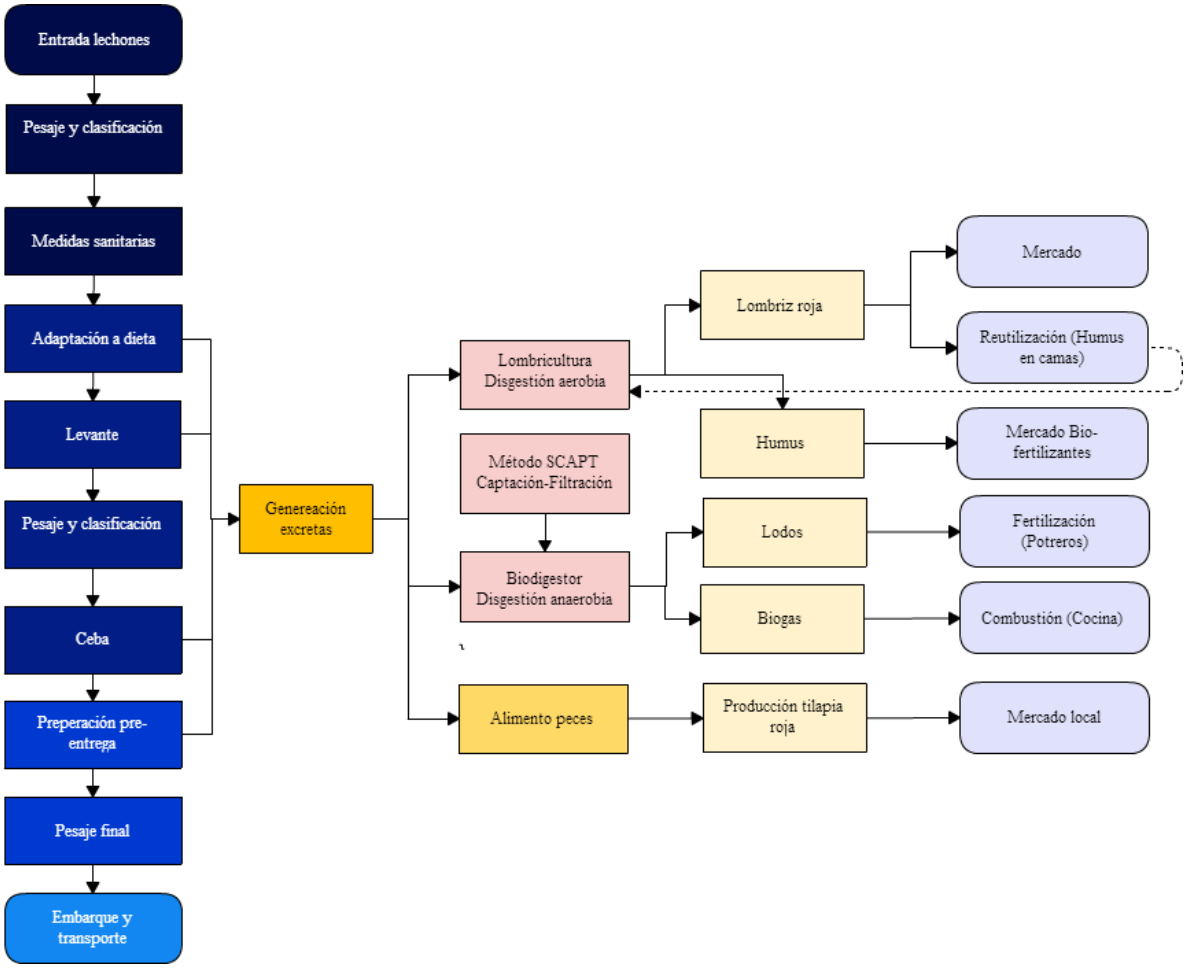


Figura 25 Síntesis del proceso productivo. Fuente: Autores, 2014.

6.3 Etapas

A continuación, se presentan las etapas de instalación y funcionamiento de la granja Ecoporc, teniendo en cuenta las fases de cada una de las mismas y las actividades a desarrollar a lo largo del proceso.

6.3.1. Etapa de instalación

1 Adecuación del terreno

Cerramiento del área de construcción

Nos permite aislar el terreno seleccionado para el montaje de la explotación porcina, evitar el ingreso de animales ajenos a la obra y facilitar la manipulación de escombros y materiales de construcción.

- Como se hace: Inicialmente se localizan los sitios en los que se cavaran huecos (cada dos metros de distancia) con dimensiones de 40cm de profundidad por 20cm de ancho y 20cm de largo para situar cada poste. Luego, se procede a la instalación de la malla en todo el contorno sujetándola a los postes sin olvidar el espacio libre necesario para los accesos.
- Tiempo de ejecución: Cuatro días de trabajo, con una intensidad de ocho horas diarias/hombre.
- Material con el que se hace: Malla fina sintética o tela propileno verde de altura 2,5 m y longitud total de 300 mL, aproximadamente 150 estacas de madera con 2,4m de altura cada una.
- Herramientas a utilizar: Un decámetro, dos hoyadoras, dos martillos, un palín, un alicate, un nivel.
- Mano de obra: Dos obreros.

Remoción de cobertura vegetal

Consiste en reubicar el material vegetal de porte mediano y alto (Arbustos y Árboles) que se encuentra al interior del cerramiento y que podría estar obstruyendo la construcción de las instalaciones.

- Como se hace: según (Infojardín, 2002-2015); Como primera medida se debe identificar cuáles son los individuos que es estrictamente necesario reubicar, a que especie pertenecen y cuáles son sus características generales especialmente las de sus raíces, el tamaño del mismo, y si es necesario trasplantarlo con cepellón (Tierra que se deja pegada a las raíces para trasplantar) Previo al día de excavación se debe regar el árbol para que la tierra donde se encuentra permanezca húmeda. Luego se cava una zanja alrededor del árbol a una procurando maltratar lo menos posible las raíces hasta

que quede suelto el cepellón con una forma cónica. El cepellón se envuelve con un geotextil, una lona o un plástico y se amarra con fuerza, se traslada al sitio preseleccionado para reubicarlo el cual debe haber sido cavado con anterioridad con dimensiones superiores al tamaño del cepellón, se introduce el individuo y se rellenan los vacios con tierra. De ser necesario se amarra el árbol a unos soportes para que permanezca en pie y se retiran aproximadamente pasado el primer año.

- Tiempo de ejecución: Cinco días de trabajo, con una intensidad de ocho horas diarias/hombre.
- Material con el que se hace: Abono orgánico, malla o geotextil, cabuya.
- Herramientas a utilizar: Una pala cargadora, dos palas manuales, dos palines, una carretilla, elementos de protección personal.
- Mano de obra: Tres obreros y un maestro de obra.

2 Excavación y movimientos de tierra

Conjuga las actividades necesarias para preparar el terreno para la cimentación además de establecer y demarcar en campo los espacios destinados a construcción de infraestructuras.

- Como se hace: Inicialmente se debe realizar una demarcación en campo de cada una de las áreas a excavar diferenciado por infraestructura, es decir hacer un bosquejo de donde van a quedar cada una de las infraestructuras previamente diseñadas mediante el uso de estacas y pita, a partir de dicha demarcación se cavarán zanjas de 20 cm de ancho por 40cm de profundidad donde se ubicará una infraestructura metálica que impida el movimiento de tierras en actividades posteriores. Cabe resaltar que en las esquinas de cada infraestructura se establecerán huecos con dimensiones de 40 cm de lado para luego localizar las respectivas columnas que den soporte a la construcción. En la excavación se removerán aproximadamente 77,12 m^3 de tierra (0,4m x 0,4m x 482m).
- Tiempo de ejecución: Tres semanas de trabajo, con una intensidad de ocho horas diarias/hombre.
- Material con el que se hace: Tablas de madera, varillas metálicas, Puntillas de 1 y 1/2 pulgadas, alambre calibre 16.
- Herramientas a utilizar: Pulidora con disco de corte para metal, Segueta, dos palas, dos palines, un mezclador, baldes de construcción, alicates, nivel, llana de madera, un vibrador, pita, una carretilla y elementos de protección personal.
- Mano de obra: Tres obreros y un maestro de obra.

3 Instalación de infraestructura y redes

A medida que se lleva a cabo la excavación y remoción de tierras se va instalando la red de servicios sanitarios dado que esta debe ir bajo tierra.

- Como se hace: A partir de las excavaciones realizadas con anterioridad se instalará la red de acueducto y alcantarillado, conociendo el lugar de disposición final de las aguas y el trayecto a recorrer por la tubería se colocará manualmente, teniendo especial cuidado en las conexiones entre tubos con el fin de evitar cualquier eventualidad indeseada en el futuro.
- Tiempo de ejecución: Tres días de trabajo, con una intensidad de ocho horas diarias/hombre.
- Material con el que se hace: Se instalaran 145 m de tubería para acueducto de 3 pulgadas, 190 m para alcantarillado, codos, uniones de tubos de 3 pulgadas, accesorios.
- Mano de obra: tres obreros.

4 Construcción y edificaciones (cimentación, obra negra, gris y blanca)

Cimentación

Como su nombre lo indica, consiste en construir los cimientos de cada una de las infraestructuras a partir de los cuales se levantarán los muros de las mismas.

- Como se hace: Después de haber excavado zanjas en sitios estratégicos y haber instalado las redes sanitarias, se procede a rellenar las zanjas con concreto, para esto se debe elaborar la mezcla del cemento con la arena, la grava y agua, a medida que la mezcla va siendo homogénea se va depositando en los espacios preparados para este fin. Se escogió la cimentación de las zapatas aisladas debido a su facilidad en construcción y su bajo costo; es una base de elementos estructurales puntuales como son los pilares, de modo que esta zapata amplía la superficie de apoyo hasta lograr que el suelo soporte sin problemas la carga que se le transmite.
- Tiempo de ejecución: Dos semanas de trabajo, con una intensidad de ocho horas diarias/hombre.
- Material con el que se hace: Materiales tales como un m^3 de arena, 80 Kg de cemento, agua, 46 unidades de vigas, cuerdas, varillas de acero, grava.
- Herramientas a utilizar: Una mezcladora, un vibrador, un nivel, llana de madera.
- Mano de obra: Cuatro obreros.

Obra negra

Consiste en construir la estructura como tal sin pulir detalles, es decir el levantamiento de paredes y colocación de techos sin empañetar ni pintar.

- Como se hace: Luego de que se han dejado secar los cimientos, se procede a armar bloques y ubicarlos uno sobre otro mediante un "pegante" de construcción, apoyándose en las columnas hasta llegar a la altura deseada. Se debe verificar que la estructura sea consistente y firme, y que no presente ningún grado de inclinación que pueda derrumbarla. A medida que se va levantando la estructura se realiza la instalación de las redes de energía y gas, instalando 60 m para conducción de gas y 220 m de cable para transporte de energía eléctrica. Posteriormente se construirá la estructura a sostener el tejado, preferiblemente en forma de V con el fin de controlar el calor y las fuertes temperaturas que se puedan presentar y finalmente se realiza la instalación del tejado.
- Tiempo de ejecución: Tres semanas de trabajo, con una intensidad de ocho horas diarias/hombre.
- Material con el que se hace: Materiales tales como 120 Kg de arena, ladrillos de arcilla, una tonelada de concreto y varillas de acero corrugado grado 42.
- Herramientas a utilizar: Un mezclador, tres llanas de madera, tres palustres, un nivel,
- Mano de obra: Cuatro obreros.

Obra gris

- Como se hace: En esta etapa se realizarán actividades principalmente relacionadas a empañetar y cubrir las paredes elaboradas a lo largo de la obra negra y detalles adicionales complementarios a la obra misma, tales como la instalación de puertas y ventanas, así como otros accesorios adicionales.
- Tiempo de ejecución y frecuencia: Dos semanas de trabajo, con una intensidad de ocho horas diarias/hombre.
- Material con el que se hace: Materiales tales como 15 puertas, 24 ventanas, una cisterna, dos duchas, dos lavamanos, 490 tejas, y 485 m^2 de pisos.
- Mano de obra: tres obreros.

Obra blanca

- Como se hace: En esta fase se terminan los acabados tales como la instalación de las baterías sanitarias correspondientes a cada área funcional, la ornamentación compuesta por puertas ventanas y marquetería adicional, la iluminación interna de las áreas funcionales, la instalación de pisos y pintura necesaria.
- Tiempo de ejecución: Seis semanas de trabajo, con una intensidad de ocho horas diarias/hombre.

- Material con el que se hace: Materiales tales como 176 Litros de pinturas, disolventes, aguarrás, cemento, 34 cajas de baldosas, madera, tejas plásticas entre otros.
- Mano de obra: Tres obreros.

Instalación de equipos y maquinaria

- Como se hace: Una vez finalizada la construcción y se hayan ultimado los detalles se procede a instalar los equipos y maquinaria necesarios para el proceso de producción tales como balanzas, armarios y stands entre otros.
- Tiempo de ejecución: Dos días de trabajo con una intensidad de ocho horas diarias/hombre.
- Material con el que se hace: Los materiales a instalar
- Mano de obra: Tres obreros.

6.3.2. Etapa de funcionamiento

1 Área de abastecimiento

Entrada de lechones a la granja

- Como se hace: En esta fase se lleva a cabo la recepción inicial de los lechones, estos serán transportados en camiones desde el sitio de compra al espacio determinado para dicha labor, preferiblemente en las horas de la mañana (cuatro a cinco de la mañana).
- Tiempo de ejecución y frecuencia: Se contará con una recepción cada 32 días.
- Material con el que se hace: 50 lechones con pesos entre los 27 a 30 kg y rampas de acceso.
- Tipo de servicio que necesita: Energía eléctrica.
- Mano de obra: 2 trabajadores.

Pesaje y clasificación de lechones

- Como se hace: Esta actividad consiste en clasificar cada uno de los lechones que compone el lote recibido al proceso productivo en sub-lotes de diez, distribuyéndolos por chochera.
- Tiempo de ejecución y frecuencia: Se contará con un pesaje cada 32 días.
- Material con el que se hace: Báscula electrónica móvil dispuesta sobre el canal que guía los cerdos a otras zonas del ciclo productivo.
- Tipo de servicio que necesita: Energía eléctrica.

- Mano de obra: 2 trabajadores.

Medidas sanitarias

- Como se hace: Es relevante dentro de cualquier proceso en el que se manejen animales para consumo humano reducir al máximo las enfermedades o posibles afectaciones sobre la calidad de vida de los lechones, comprende labores de desparasitación y jornadas de vacunación si es requerida, lavado y suministro de agua, entre otros.
- Tiempo de ejecución y frecuencia: Se contará con un pesaje cada 32 días.
- Material con el que se hace: Medicamentos de uso veterinario.
- Tipo de servicio que necesita: Energía eléctrica y agua.
- Mano de obra: 2 trabajadores.

2 Área de transformación

Adaptación a dieta

- Como se hace: En esta fase se acostumbra a cada lechón al tipo de alimentación que se le brindara en la fase de levante y ceba, el principal objetivo es evitar que se produzcan alteraciones severas en el sistema digestivo del animal, puesto que el cambio súbito en su dieta normal podría generar desórdenes alimenticios e incluso la muerte. Previo a la llegada del lote se debe hacer un lavado o desinfección de cocheras, también se debe ejecutar una limpieza diaria con lavado a chorro sobre las chocheras.
- Tiempo de ejecución y frecuencia: 7 días durante el ciclo productivo, a las primeras horas de la mañana, al medio día y en la tarde. Se evidenciará un aumento de la cantidad de comida al transcurrir este periodo.
- Material con el que se hace: Concentrado para alimentación de lechones.
- Tipo de servicio que necesita: Energía eléctrica y agua.
- Mano de obra: 1 trabajador.

Alimentación para levante

- Como se hace: Una vez adaptada la dieta optima a los lechones se procede a trasladarlos en nuevas cocheras, las cuales poseen el espacio suficiente para llevarlos de un peso entre 27 y 30 kg hasta un peso promedio de 47 a 49 Kg.
  Para esta actividad las labores requeridas son las de alimentación de los cerdos, lavado de cocheras y registro semanal de aumento de pesos.

- Tiempo de ejecución y frecuencia: 23 días durante el ciclo productivo, a las primeras horas de la mañana, al medio día y en la tarde. Se evidenciará un aumento de la cantidad de comida al transcurrir este periodo.
- Material con el que se hace: Concentrado para alimentación de lechones, báscula electrónica móvil.
- Tipo de servicio que necesita: Energía eléctrica y agua.
- Mano de obra: un trabajador.

Pesaje y reclasificación

- Como se hace: Dentro de esta etapa se vuelve a realizar un pesaje de cada uno de los marranos para verificar y cuantificar su evolución en tamaño y peso, además se reclasifican de acuerdo a características morfológicas y pesos similares en busca de obtener grupos homogéneos.
- Tiempo de ejecución y frecuencia: Se ejecutará el día del traslado de los cerdos área de producción.
- Material con el que se hace: Báscula electrónica móvil dispuesta sobre el canal que guía los cerdos a otras zonas del ciclo productivo.
- Tipo de servicio que necesita: Energía eléctrica.
- Mano de obra: dos trabajadores.

Alimentación para Ceba

- Como se hace: En esta actividad después de pesados y clasificados, los cerdos son trasladados a nuevas cocheras, las cuales poseen el espacio suficiente para que incrementen su peso desde 47-49 Kg hasta un peso aproximado de 95 a 105 Kg. Esta etapa se divide en dos partes, la primera corresponde a una meta de aumento de peso entre 45 y 47 Kg hasta un peso de 70 a 73 Kg, y la segunda a una meta de aumento de peso entre 72 y 74 Kg hasta un peso de 95 a 105 Kg,
- Tiempo de ejecución y frecuencia: 30 días del ciclo productivo para la primera etapa y 30 para la segunda, con alimentación diaria en horas de la mañana y tarde. Se evidenciará un aumento de la cantidad de comida al transcurrir este periodo.
- Material con el que se hace: Concentrado para alimentación de lechones, báscula electrónica móvil.
- Tipo de servicio que necesita: Energía eléctrica y agua.
- Mano de obra: dos trabajadores.

3 Área de almacenamiento

Preparación pre-entrega

- Como se hace: Esta tarea tiene como objetivo final la limpieza de vísceras y revisión de los cerdos listos para ser comercializados, donde se mantiene a los cerdos en nuevas cocheras y se les da el suministro de agua necesario para su limpieza visceral. Aquí los cerdos paran el consumo normal de sus dietas progresivamente para ser comercializados. El cambio será en la cantidad de alimento suministrado. En esta fase se necesita de un trabajador que se encargara del lavado de cocheras.
- Tiempo de ejecución y frecuencia: 7 días durante el ciclo productivo.
- Material con el que se hace: Concentrado para alimentación de cerdos y agua
- Tipo de servicio que necesita: Energía eléctrica y agua.
- Mano de obra: un trabajador.

Pesaje final

- Como se hace: Esta tarea tiene como objetivo final el pesaje del lote de 40 cerdos que será comercializado al frigorífico, teniendo en cuenta los animales con mayor ganancia de peso y mejores rendimientos en producción de mayor carne y menos grasa.
- Tiempo de ejecución y frecuencia: Se ejecutará el día final del ciclo de producción.
- Material con el que se hace: Báscula electrónica móvil dispuesta sobre el canal que guía los cerdos a otras zonas del ciclo productivo.
- Tipo de servicio que necesita: Energía eléctrica.
- Mano de obra: dos trabajadores.

4 Área de distribución y comercialización

Embarque y transporte

- Como se hace: Como actividad final en el proceso de producción, se establece el momento del embarque, en esta labor dos hombres serán los encargados de llevar los cerdos al camión transportador. La contratación de transporte tanto de los cerdos cebados como los lechones traídos se ejecuta con un prestador de servicio ajeno a la granja.
- Tiempo de ejecución y frecuencia: Se ejecutará el día final del ciclo de producción.
- Material con el que se hace: Rampa de salida para los cerdos.
- Tipo de servicio que necesita: Energía eléctrica.
- Mano de obra: dos trabajadores.

5 Áreas de administración y vigilancia

En el área de administración y vigilancia se contará con una persona que realice la vigilancia del predio, garantizando la seguridad del mismo. Además, el proyecto contará con una persona encargada de la administración general de todos los procesos, estas personas

permanecerán en el predio tiempo completo teniendo en cuenta los turnos para el sistema de vigilancia.

6 Área de servicios públicos sanitarios

Servicios generales

Esta área cuenta con el espacio suficiente para el almacenamiento de los elementos de limpieza necesarios para realizar el aseo correspondiente en las áreas de abastecimiento, administración y vigilancia, servicios públicos sanitarios, servicios médicos de urgencia y áreas de bienestar social entre otras. Las labores serán llevadas a cabo por una persona y se distribuirán de la siguiente manera:

Tareas a desarrollar		Días de la semana						
		1	2	3	4	5	6	7
Limpieza de área de abastecimiento de insumos secundarios para la producción	Limpieza parcial			X				
	Limpieza completa	X				X		
Limpieza de área administrativa	Limpieza parcial			X		X		
	Limpieza completa		X					
Limpieza de áreas de servicios públicos sanitarios	Limpieza parcial	X		X	X	X		
	Limpieza completa		X				X	
Limpieza de área de bienestar social	Limpieza parcial			X		X		
	Limpieza completa	X						
Servicios médicos de emergencia	Limpieza parcial		X				X	
	Limpieza completa				X			

Tabla 50 Cronograma de servicio de aseo en el área del proyecto. Fuente: Autores.

7 Área de servicios médicos de urgencias

Esta área contara con el espacio adecuado para que una o dos personas que laboren en el proyecto de producción y que además cuenten con una capacitación en atención a primeros auxilios puedan suplir las necesidades de atención medica en la granja. Este espacio contara con una dotación básica que permita llevar a cabo una primera respuesta en caso de un accidente o emergencia. El horario de funcionamiento de esta área estará dado por la jornada laboral

8 Área de bienestar social

Las duchas y vestieres estarán habilitados para una capacidad de cinco a seis trabajadores quienes permanezcan en el horario diurno, cabe resaltar que cada uno de los empleados tendrá un locker para uso personal. El horario de funcionamiento estará dado por la jornada laboral.

9 Área de tecnologías apropiadas

Las tecnologías apropiadas son seleccionadas de acuerdo a su aplicabilidad y los beneficios que generan para el proyecto durante su etapa de funcionamiento, como la valorización de los residuos sólidos orgánicos, la disminución del uso de insumos o recursos naturales, la mitigación de los impactos negativos generados por los residuos que se producen en el ciclo productivo o la reutilización de los mismos. La descripción y aplicación de las tecnologías que se manejaran en el proyecto se pueden observar distribuidas a lo largo del área destinada para el proyecto (V**er mapa #14**) y en el programa técnico ambiental propuesto para el presente trabajo.

Las personas encargadas de mantener el control y manejar las tecnologías en el proyecto son cinco, la disponibilidad de tiempo para realizar las actividades que requieren estas tecnologías una vez en funcionamiento, está ligada a la jornada laboral diaria y estará dentro de las funciones de los trabajadores que estén presentes durante la misma.

6.4 Identificación y estimación de insumos, fuentes, vertimientos, emisiones y residuos

6.4.1. Etapa de instalación

En las siguientes tablas se presentan las cantidades aproximadas de energía y materias primas necesarias para lograr con éxito la etapa de instalación. Cabe resaltar que son susceptibles a modificaciones durante la realización de la misma.

1 Energía

Sub etapa	Actividad	Fuente	Cantidad	Producto	Emisiones	Cantidad
Adecuación del terreno	Cerramiento del área de construcción	Generador	6.40 Kwh	Cerramiento	Ruido	Máximo 94 dB durante funcionamiento del equipo
	Remoción de cobertura vegetal	Generador	6.40 Kwh	Terreno adecuado para construcción de estructuras	Ruido	Máximo 94 dB durante funcionamiento del equipo
Excavación y movimientos de tierra	Excavaciones	Generador	6.56 Kwh	Hoyos y Zanjas.	Ruido	Máximo 94 dB durante funcionamiento del equipo
Instalación de infraestructura y redes	Construcción de redes de captación y desagüe e instalación de redes eléctricas	Generador	5.5 Kwh	Redes de servicios domiciliarios funcionales	Ruido	Máximo 69 dB durante funcionamiento del equipo
Construcción y edificaciones	Cimentación	Red Publica	5.5 Kwh	Base sólida como soporte de la estructura.	Energía calórica	6.930 Kj
	Levantamiento o Mampostería (Obra negra)	Red Publica	5.5 Kwh	Muros de las edificaciones listos	Energía calórica	6.930 Kj
	Construcción y terminación de la carpeta de rodadura de los accesos (Obra gris)	Red Publica	5.5 Kwh	Accesos aptos para el transito necesario	Energía calórica	6.930 Kj
	Recubrimientos (pañetes) (Obra gris)	Red Publica	5.5 Kwh	Muros lisos.	Energía calórica	6.930 Kj
	Aplicación de pintura (Obra blanca)	Red Publica	5.5 Kwh	Interiores y exteriores pintados	Energía calórica	6.930 Kj
	Enchapes (Obra blanca)	Red Publica	5.5 Kwh	Cocina y baños sanitarios.	Energía calórica	6.930 Kj
	Instalación de pisos y cubiertas (Obra blanca)	Red Publica	5.5 Kwh	Áreas comunes con pisos y techos adecuados	Energía calórica	6.930 Kj
	Instalación de apliques y accesorios (Obra blanca)	Red Publica	5.5 Kwh	Áreas comunes con el diseño final	Energía calórica	6.930 Kj

***Ver mapa # 17**

Tabla 51 Identificación y estimación del uso de energía y emisiones generadas en etapa de instalación. Fuente: Autores.

2 Materia prima

Sub etapa	Actividad	Insumos	Unidad	Cantidad (*)	Residuo	Cantidad(*)
Adecuación del terreno	Cerramiento de área de construcción	Malla fina sintética o tela propileo verde	m	300	Malla fina sintética o tela de propileo verde	300
		Estacas de madera 2.5 m altura	Unidad	75	Estacas de madera 3m altura	75
		Tapas de gaseosa	Unidad	450	Tapas de gaseosa	450
		Puntillas 2 ½"	Caja 100 unid	6	Puntilla 2 ½"	6
	Remoción de cobertura vegetal	Pala, azadón y carretilla para transportar la cobertura retirada, una pala mecánica, malla y cadenas entre otras.	Unidad	2 de cada uno	-	-
Excavación y movimientos de tierra	Excavaciones	Pala, azadón y carretilla para transportar la cobertura retirada.	Unidad	2 de cada uno	-	-
Instalación de infraestructura y redes	Construcción de redes de captación y desagüe e instalación de redes eléctricas.	Cableado	m	220	Sobrantes de cable, cortes.	6.6
		Tubería	m	495	Sobrantes de tubería, cortes.	14.85
		Accesorios	Unidad	100	Accesorios defectuosos o dañados durante la instalación.	3

* Los valores son aproximados y pueden variar en el momento de la construcción.

Sub etapa	Actividad	Insumos	Unidad	Cantidad (*)	Residuo	Cantidad (*)
Construcción y edificaciones	Cimentación	Cemento	Kg	80	Residuos de cemento	1.6
		Arena	m3	1	Residuos de grava	0.03
		Varilla Hierro - Acero	Unidad	46	Cortes de varilla	0.46
	Obra negra	Cemento	Tonelada	1	Residuos de cemento	0.2
		Arena	kg	120	Residuos y sobrantes de arena	3.6
		Grava	m3	2	Residuos de grava	0.06
	Construcción y terminación	Puertas	Unidad	15	-	-
		Ventanas	Unidad	24	Recortes de vidrio sobrantes	1
		Cisternas	Unidad	1	-	-
		Duchas	Unidad	2	-	-
		Lavamanos	Unidad	2	-	-
		Lavaderos	Unidad	1	-	-
		Tejas	Unidad	490	Recortes de teja sobrantes	14.7
		Pisos	m^2	485	-	-
	Recubrimientos o pañetes (Obra blanca)	Mortero seco, pega pañete	Unidad	22 (Bolsa x 40Kg)	Material residual	0.4
	Aplicación de pintura (Obra blanca)	Pintura exterior	Litros	163 (1 Lt x 8 m2)	Pintura sobrante	5
		Pintura interior	Litros	13 (1 Lt x 12 m2)	Pintura sobrante	0.5
	Instalación de pisos y cubiertas (Obra blanca)	Baldosa	Caja X 5 Unidades	34	Baldosas sobrantes, Cortes.	1.02

* Los valores son aproximados y pueden variar en el momento de la construcción.

***Ver mapa # 19**

Tabla 52 Identificación y estimación de materia prima necesaria en etapa de instalación. Fuente: Autores.

6.4.2. Etapa de funcionamiento

En las siguientes tablas se presentan las cantidades aproximadas de energía y materias primas necesarias para lograr con éxito la etapa de funcionamiento. Cabe resaltar que son susceptibles a modificaciones durante la realización de la misma.

1 Energía

Área	Sección/Actividad	Insumo	Cantidad	Fuente	Producto	Emisión	Cantidad
Abastecimiento	Bodegas	Energía eléctrica	82,2 Kwh	Empresa de energía de Cundinamarca	Abastecimiento general de energía para maquinas, bombillas y aparatos eléctricos	Energía calórica	104.328 Kj
	Bomba de agua	Gasolina	1,68 L			Ruido	70 dB
Administración y vigilancia	Oficinas	Energía eléctrica	217,8 Kwh			Energía calórica	274.428 Kj
	Caseta de vigilancia		28,8 Kwh				36.288 Kj
Rodamientos y parqueaderos	Rodamientos		162 Kwh				204.120 Kj
	Parqueadero		72 Kwh				90.7200 Kj
Servicios Públicos sanitarios	Sanitario		28,8 Kwh				36.288 Kj
	Cuarto suministros de aseo		25,2 Kwh				31.752 Kj
Servicios médicos de urgencia	Emergencias		55,8 Kwh				70.308 Kj
Bienestar social	Duchas		35,1 Kwh				44.226 Kj

***Ver mapa # 18**

Tabla 53 Identificación y estimación del uso de energía y emisiones generadas en el funcionamiento.

2 Materia prima

Área	sección/Actividad	Insumos	Cantidad	Fuente	Producto	Residuo	cantidad
Abastecimiento	Pesaje y clasificación de lechones	Lote de cerdos	40	Granja agropecuaria catrina	Lotes de cerdos entre 27 y 30 Kg promedio	Empaque de medicamentos.	55 empaques de medicamentos
	Medidas sanitarias	Lote de cerdos	40	Granja agropecuaria catrina			
		Medicamentos	48 cajas mebendazol y 7 cajas ivermectina				
Transformación	Adaptación a dieta	Lote de cerdos	40	Granja agropecuaria catrina	Lote de cerdos preparados para levante	Estiércol y empaques usados del concentrado.	122,08 Kg
		Concentrado	5 bultos de 40 Kg	Punto de venta solla - Guaduas			5 sacos de polipropileno
	Alimentación para levante	Lote de cerdos	40	Granja EcoPorc	Lote de cerdos entre 45 y 47 Kg promedio	Estiércol y empaques usados del concentrado.	705,89 Kg
		Concentrado	39 bultos de 40 Kg	Punto de venta solla - Guaduas			39 sacos de polipropileno
Producción	Pesaje y reclasificación	Lote de cerdos	40	Granja EcoPorc	Lote de cerdos clasificados según peso similar	-----	-----
	Alimentación para ceba	Lote de cerdos	40	Granja EcoPorc	Lote de cerdos de 100 a 105 Kg promedio	Estiércol y empaques usados del concentrado.	5853,59 Kg
		Concentrado	102 bultos de 40 Kg	Punto de venta solla			102 sacos de polipropileno
Almacenamiento y comercialización	Ajuste de peso	Lote de cerdos	40	Granja EcoPorc	Lote de cerdos listos para transporte a frigorífico	Estiércol y empaques usados del concentrado.	1200,67 Kg
		Concentrado	1 bulto de 40 Kg	Punto de venta solla			1 saco de polipropileno

***Ver mapa # 20**

Tabla 54 Identificación y estimación del uso de materias primas y residuos generados producción de cerdo en pie. Fuente: Autores.

Actividad	Insumos	Cantidad	Fuente	Producto	Vertimiento	Cantidad	Residuo	cantidad
Recolección y disposición de estiércol	Herramientas	1 pala, 1 carretilla	Deposito Molina.	Humus y Lombriz roja californiana	X	X	X	X
	Mano de obra	1 persona	Propia del municipio					
Manejo de reproducción y alimentación de lombrices	estiércol	4023 Kg aprox.	Ecoporc		X	X	X	X
	Lombrices	37 Kg humus (1000 lombrices)	Marinilla, Antioquia		X	X	Empaques lombriz roja.	37 empaques
	Mano de obra	1 personas	Propia del municipio		X	X	X	X
Distribución de para venta	Herramientas	2 palas, 1 carretilla	Deposito Molina		X	X	X	X
	Mano de obra	2 personas	Propia del municipio		X	X	X	X
	costal polipropileno	100	Ferretería el albañil Guaduero		X	X	X	X

Tabla 55. Identificación y estimación del uso de materias primas y residuos generados en producción de humus y lombriz roja californiana. Fuente: Autores.

Actividad	Insumos	Cantidad	Fuente	Producto	Vertimiento	Cantidad	Residuo	cantidad
Secado de estanques	Mangueras	150 Metros	Deposito Molina.	Tilapia roja	X	X	X	X
	Mano de obra	1 persona	Propia del municipio		X	X	X	X
Encalado	Cal viva	213 Kg	Calco S.A		X	X	Empaques	4
	Mano de obra	1 persona	Propia del municipio		X	X	X	X
Fertilización y llenado	estiércol	1298 Kg	Ecoporc		X	X	X	X
	Mano de obra	1 persona	Propia del municipio		X	X	X	X
	Agua	2768 m^3	Quebrada ceniceros		Agua recambio	1398 m^3	X	X
Siembra	Alevines de tilapia macho	2000 alevines	Asoproapes		X	X	X	X
	Mano de obra	1 persona	Propia del municipio		X	X	X	X
Preparación	pellet	14 Kg	Italcol		X	X	Empaques	1
	Mano de obra	1 persona	Propia del municipio		X	X	X	X
Pesca y venta	Redes	2 unidades	Deposito Molina.		X	X	X	X
	Hielo	7 bolsas (30 Kg)	Hielo polar		X	X	Empaques	7
	Mano de obra	2 personas	Propia del municipio		X	X	X	X

Tabla 56. Identificación y estimación del uso de materias primas y residuos generados en producción de tilapia roja. Fuente: Autores.

6.5 Identificación y estimación de recursos naturales a usar o afectar

En las siguientes tablas se presentan las cantidades aproximadas de agua necesaria para lograr con éxito las etapas de instalación y funcionamiento. Cabe resaltar que los valores son susceptibles a modificaciones durante la realización de la misma.

6.5.1. Etapa de instalación

1 Agua

Sub etapa	Actividad	Fuente	Cantidad	Producto	Vertimiento	Cantidad
Adecuación del terreno	Cerramiento de área de construcción	Quebrada Ceniceros	30 L	Recubrimiento en tela polisombra a lo largo del terreno	Agua servida	20 L
Excavación y movimientos de tierra	Excavaciones	Quebrada Ceniceros	120 L	Hoyos y Cárcavas.	Agua servida y Agua de maquinaria	100 L
Instalación de infraestructura y redes	Construcción de redes de captación y desagüe e instalación de redes eléctricas	Quebrada Ceniceros	70 L	Redes de servicios domiciliarios funcionales	Agua servida y Agua de lavado	50 L
Construcción y edificaciones	Cimentación	Quebrada Ceniceros	925 L	Base sólida como soporte de la estructura.	Agua servida y Agua de lavado	710 L
	Levantamiento o Mampostería (Obra negra)	Quebrada Ceniceros	1480 L	Muros de las edificaciones listos	Agua servida y Agua de lavado	1260 L
	Construcción y terminación de la carpeta de rodadura de los accesos (Obra gris)	Quebrada Ceniceros	1120 L	Accesos aptos para el transito necesario	Agua servida y Agua de lavado	810 L
	Recubrimientos (pañetes)(Obra gris)	Quebrada Ceniceros	400 L	Muros lisos.	Agua servida y Agua de lavado	310 L
	Aplicación de pintura (Obra blanca)	Quebrada Ceniceros	187 L	Interiores y exteriores pintados	Agua servida y Agua de lavado	96 L
	Enchapes (Obra blanca)	Quebrada Ceniceros	245 L	Cocina y baños higiénicos.	Agua servida y Agua de lavado	160 L
	Instalación de pisos y cubiertas (Obra blanca)	Quebrada Ceniceros	720 L	Áreas comunes con pisos y techos adecuados	Agua servida y Agua de lavado	620 L
	Instalación de apliques y accesorios (Obra blanca)	Quebrada Ceniceros	360 L	Áreas comunes con el diseño final	Agua servida y Agua de lavado	340 L

***Ver mapa # 15**

Tabla 57 Identificación y estimación del uso de agua y vertimientos generados en etapa de instalación. Fuente: Autores.

6.5.2. Etapa de funcionamiento

1 Agua

Área	Sección/Actividad	Recurso	Cantidad	Fuente	Producto	Afectación	Cantidad
Transformación	Adaptación a dieta	Consumo de agua	0,687 m3	Quebrada ceniceros captación superficial	Lote de cerdos preparados para levante y cocheras en optimo estado	Vertimiento generado por agua de lavado y estiércol	0,367 m3
		Lavado de cocheras	0,269 m3	Captación aguas lluvias			
	Alimentación para levante	Consumo de agua	2,619 m3	Quebrada ceniceros captación superficial		Vertimiento generado por agua de lavado y estiércol	2,122 m3
		Lavado de cocheras	1,553 m3	Captación aguas lluvias			
Producción	Alimentación para ceba	Consumo de agua	9,821 m3	Quebrada ceniceros captación superficial		Vertimiento generado por agua de lavado y estiércol	17,594 m3
		Lavado de cocheras	12,878 m3	Captación aguas lluvias			
Almacenamiento y comercialización	Ajuste de peso	Consumo de agua	1,427 m3	Quebrada ceniceros captación superficial		Vertimiento generado por agua de lavado y estiércol	3,609 m3
		Lavado de cocheras	2,641 m3	Captación aguas lluvias			
Servicios Públicos sanitarios	Sanitario	Agua	0,036 m3	Quebrada ceniceros captación superficial	Servicios sanitarios de la granja	Aguas negras	0,036 m3
	Lavado de manos		0,012 m3			Aguas grises	0,012 m3
	Aseo general		1,20 m3		Instalaciones de la granja en estado optimo		1,20 m3
Servicios médicos de urgencia	Emergencias		0,582 m3		Atención de emergencias	-----	0,582 m3
Bienestar social	Duchas		0,055 m3		Servicios de bienestar humano	Aguas grises	0,055 m3
	Consumo humano		1,164 m3			-----	0

***Ver mapa # 16**

Tabla 58 Identificación y estimación del uso agua y vertimientos generados en el funcionamiento. Fuente: Autores.

6.6 Otros recursos de producción y actividades complementarias

En la descripción de las actividades complementarias y otros recursos usados en la producción dentro de la granja EcoPorc se aborda el diseño del sistema de producción de tilapia roja y se describe los diferentes procesos que se van a manejar para desarrollar esta. Ya que esta actividad secundaria complementa y fortalece la propuesta de producción de cerdos como actividad principal, debido al aprovechamiento de los residuos orgánicos generados para obtener un beneficio económico extra. También se diseño un proyecto para el control alimenticio en levante y ceba.

Diseño del sistema de producción de tilapia

En esta fase se define la integración entre la porcicultura y piscicultura, esta se realiza dado que la tilapia presenta un comportamiento fisiológico de alimentación fito y zooplantófago con tendencias a ser omnívoro (es decir se alimentan de los nutrientes que el cerdo no procesa y deja en sus excretas). Lo expuesto anteriormente, es considerando que un estanque tradicional requiere una fertilización con materia fecal para poder producir la formación de fito y zooplancton, que son alimentos naturales de la tilapia.

El comportamiento fisiológico de la digestión del cerdo no llega a aprovechar en su totalidad los alimentos que se encuentran en el balanceado que consume, es decir, ciertos componentes de la materia prima del balanceado ofrecido al cerdo pasan en una forma predigerida. Es importante poner bien en claro que las tilapias no son consumidoras de materia fecal, lo que consumen los peces, es solo y únicamente la materia prima que los cerdos no pudieron aprovechar (Barreto, 2008).

La proporción de siembra de tilapia será de dos peces por m^2, el área total de los jagüeyes es de 778 m^2, por lo cual se pretende una producción de 1550 tilapias aproximadamente en un ciclo productivo. El tiempo de producción de la tilapia para comercializar en el mercado será entre cinco y seis meses y la distribución de los peces será de acuerdo al tamaño de los diferentes jagüeyes ya establecidos (**Ver** Tabla 58**Tabla 59**).

Estanque	Área (m^2)	Cantidad de cerdos	Estiércol (Kg)	N° Tilapias
Numero 1	427	4	713	854
Numero 2	111	1	185	222
Numero 3	239	2	400	478

Tabla 59. Relación de producción de tilapia roja en la granja EcoPorc. Fuente: Autores

- Diseño del sistema de aprovechamiento y transporte de estiércol a los estanques.

Ya que el estiércol producido durante la fase de levante y ceba de un cerdo sirve para la fertilización de 100 m^2 de espejo de agua, durante dos ciclos de producción porcina se usará el estiércol generado por 16 cerdos aproximadamente, en su totalidad se pretenderá tratar 2600 Kg de materia fecal.

El estiércol a utilizar será recogido directamente de una de las cocheras en cada fase del ciclo. Se efectuará el transporte de las heces y se distribuirá sobre los espejos de agua de forma manual y proporcional al tamaño del estanque, esta actividad será realizada por un operario y se ejecutara diariamente después de la limpieza de las cocheras, la alimentación será realizada preferiblemente de 8 a 9 am, momento después de que sale el sol (a media mañana).

- Manejo adecuado de estanques para evitar contaminación y alteración del hábitat de las tilapias.

Esta actividad está enfocada a la gestión de la calidad del agua, cuando se aplica demasiado abono en los cuerpos de agua, se puede originar una significativa reducción en la concentración de oxígeno disuelto, dando lugar a mortalidad de los peces. Cuando la concentración de abono es excesivamente alta, ocurre gran descomposición, de manera que la demanda biológica de oxígeno es alta, consumiendo así el oxígeno disuelto disponible.

Por esta razón es importante la constante vigilancia y seguimiento del estado del hábitat de los peces, características como el pH y oxígeno disuelto en el agua son fundamentales en la calidad de ésta. Para el proyecto se tendrán en constante seguimiento las siguientes causas y se llevarán a cabo diferentes medidas para la solución del problema (Sevilleja, Torres, Sollows, & Little).

Indicadores de baja concentración de oxígeno disuelto

1. Cuando multitud de peces acuden a la superficie del estanque a «boquear» o querer respirar oxígeno disuelto en la capa superficial de la interface agua-aire.
2. Cuando se ven burbujas de gas o aire en el agua.
3. Cuando el agua del estanque es marrón o grisácea.
4. Cuando el agua del estanque huele muy mal.

Acciones a realizar cuando el oxígeno disuelto es bajo

- Suspender la adición de abono.
- Añadir agua fresca al estanque mientras que se drena la del fondo.
- Agitar el agua del estanque moviendo la superficie con ramas de árbol u otros materiales apropiados, remar repetidamente a través del estanque.

- Preparar un sistema de flujo de agua.

Para mantener un flujo en el agua y la aireación en los estanques, se llevará agua a cada laguna y permitirá caer un chorro hacia el estanque, y en la parte frontal se construirá una salida de agua para permitir el flujo cuando sea necesario.

La importancia o influencia del pH sobre los peces es la acidez del agua, un valor aproximado a 4 lleva a la muerte de estos, para hacer seguimiento del pH se utilizarán métodos de medidas de pH con cintas o papel tornasol, y en caso que presente acidez la adición de cal sobre el agua será la medida para estabilizar el pH en el agua.

Otras causas y posibles soluciones para los diferentes problemas de calidad en el agua (**Ver Tabla 60**) se analizarán a medida que el proyecto esté en marcha.

Observaciones	Causas	Posibles soluciones
Agua turbia; peces hambrientos	Densidad de siembra de los peces demasiado alta	Sacar algunos peces; agregar más fertilizante
Estanques profundos; diques altos rodeados de árboles	Falta de viento; pobre circulación de agua	Agitar durante períodos críticos; eliminar las barreras del viento; mantener alto el nivel del agua
Muy verde; espuma en superficie; burbujas de gas	Sobreabundancia de nutrientes para la densidad de siembra	Agitar durante periodo crítico; añadir pequeñas cantidades de cal viva para precipitar espuma; reducir la cantidad de nutriente; mantener el pez a una densidad de siembra alta y/o introducir peces consumidoras de plancton
Turbia; tiempo sofocado	Poca luz; superficie del agua sin movimiento natural	Agitarla; añadir agua; cosechar algunos peces
Marrón, agua sin color; burbujas de gas; olor fuerte	Excesivo uso de estiércol	Usar menos estiércol y más fertilizante inorgánico

Tabla 60. Causas y soluciones a problemas en calidad de estanques de agua para producción de tilapia. Fuente: **(Sevilleja, Torres, Sollows, & Little)**

Ente ejecutor: Ingeniero ambiental, jefe de obra, obreros.

Lugar: Zona de tecnologías apropiadas

Cronograma: Construcción en fase de instalación y aplicación Durante toda la fase de funcionamiento

Presupuesto: $ 650.000

Evaluación: Kg de estiércol generado en dos ciclos sobre cantidad de materia fecal utilizada para alimentación de tilapias, numero de producción de tilapias proyectadas sobre producción real.

Tecnología: Biorremediación

Técnica: Digestión aerobia – anaerobia

Proyecto: Control alimenticio para ceba y levante

Meta: Controlar el aumento diario de peso de los cerdos entre 0,850 a 1000 gr en las etapas de ceba y levante.

Actividades:

- Capacitación en manejo de formatos y registros técnicos.

Para levantar la información necesaria para proyectar las metas de alimentación en cada fase se utilizara y/o modificara el siguiente formato acorde a las condiciones una vez construidas las edificaciones y en el inicio del primer ciclo:

SENA

REGIONAL VALLE

SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE
CENTRO LATINOAMERICANO DE ESPECIES MENORES "CLEM"
TULUA - VALLE

REGISTRO PORCICOLA DE LEVANTE Y/O ENGORDE

Cochera No. _____ No. de Animales _____

Raza y/o Cruce _____ Fecha de Nacimiento _____

MADRE No. _____ Fecha de Comienzo Levante _____

PADRE No. _____ Fecha de Comienzo Engorde _____

ALIMENTACIÓN

SEMANAS	LUNES		MARTES		MIÉRCOLES		JUEVES		VIERNES		SÁBADO		DOMINGO		TOTAL	PESO PROMEDIO SEMANAL
	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T		
SEM. 1																
SEM. 2																
SEM. 3																
SEM. 4																
SEM. 5																
SEM. 6																
SEM. 7																
SEM. 8																
SEM. 9																
SEM. 10																
SEM. 11																
SEM. 12																
SEM. 13																
SEM. 14																
SEM. 15																
SEM. 16																
SEM. 17																
SEM. 18																

Figura 26 Registro técnico alimenticio. Fuente: (Carrero, 2005)

- Administración de comida según metas.

De acuerdo al incremento semanal en el peso de los animales y el alimento suministrado se realizan los siguientes análisis: Kg de alimentos por animal, Costo de alimentación por

levante o ceba / animal, Ingreso promedio por cerdo vendido, Peso promedio de levante o ceba, Aumento diario de peso, Conversión alimenticia, Porcentaje de mortalidad.

- Pesaje de cerdos.

Este se ejecuta en con las maquinas pesadoras portátiles presentes en la finca, se hace por animal y se ejecuta en las zonas de desplazamientos de las naves para no generar estrés a los animales.

Ente ejecutor: Ingeniero ambiental, veterinario, obreros.

Lugar: Área de transformación

Cronograma: Durante toda la fase de funcionamiento.

Presupuesto: $ 250.000

Evaluación: # cerdos en el rango de cumplimiento/ # cerdos en levante.

cerdos en el rango de cumplimiento/ # cerdos en levante.

6.7 Cronograma y presupuesto

A continuación, se presentan el cronograma y los presupuestos correspondientes a cada una de las etapas, es importante conocer que los valores pueden ser modificados a lo largo del desarrollo de cada una de las etapas y proyectos propuestos.

6.7.1. Etapa de instalación

1 Costos

Etapa	Insumo	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Instalación	Mano de obra	3	$ 22,350.00	$8,046,000.00
	Materiales de construcción	-	-	$18,200,000.00
Total				**$ 26,246,000.00**

(*) Los costos en la etapa de instalación corresponden a la sumatoria de los costos unitarios de los insumos necesarios para el desarrollo de cada proyecto propuesto junto con los costos de construcción. La mano de obra es un estimado a lo largo de la etapa.

Tabla 61 Costos totales en instalación. Fuente: Autores.

2 Cronograma

Etapa	Actividad		Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4			
		Semana	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Adecuación del terreno	Cerramiento del área de construcción																	
	Remoción de cobertura vegetal																	
Excavación y movimientos de tierra																		
Instalación de infraestructura y redes																		
Construcción y edificaciones	Cimentación,																	
	Obra Negra																	
	Obra Gris																	
	Obra blanca																	
	Instalación de equipos y maquinaria																	

Tabla 62. Cronograma etapa de instalación. Fuente: Autores.

6.7.2. Etapa de funcionamiento

1 Costos

Área	sección/Actividad	Insumo	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Abastecimiento	Pesaje y clasificación de lechones	Mano de obra	*		
		Cerdos	40	$ 211.035,38	$ 8.441.415,00
	Medidas sanitarias	Mebendazol	48	$ 2.800,00	$ 134.400,00
		ivermectina	7	$ 2.500,00	$ 17.500,00
Transformación	Adaptación a dieta	Mano de obra	*		
		Concentrado	5	$ 59.000,00	$ 295.000,00
	Alimentación para levante	Mano de obra	*		
		Concentrado	32	$ 59.000,00	$ 1.888.000,00
Producción	Pesaje y reclasificación	Mano de obra	*		
	Alimentación para ceba	Mano de obra	*		
		Concentrado	103	$ 59.000,00	$ 6.077.000,00
Almacenamiento y comercialización	Ajuste de peso	Mano de obra	*		
		concentrado	1	$ 59.000,00	$ 59.000,00
	Transporte	Mano de obra	2	$ 22.350,00	$ 1.341.000,00
		Flete	30	$ 11.000,00	$ 330.000,00
Total					**$ 18.583.315,00**

*El costo de mano de obra total en el ciclo se establece al final de la tabla.

Tabla 63. Costos totales en funcionamiento por ciclo de producción. Fuente: Autores.

Actividad	Insumos	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Recolección y disposición de estiércol	Herramientas	1 pala, 1 carretilla	$ 130.000	$ 130.000
	Mano de obra	1 persona	*	
Manejo de reproducción y alimentación de lombrices	estiércol	390 Kg aprox.	$ 0	$ 0
	Lombrices	320 Kg humus (1000 lombrices)	$ 4.000	$ 1.280.000
	Mano de obra	3 personas	*	
Distribución de compost para cultivos y venta	Herramientas	2 palas, 1 carretilla	$ 30.000	$ 30.000
	Mano de obra	2 personas	$ 22.350	$ 1.341.000
	costal polipropileno	100 unidades	$ 600	$ 60.000
TOTAL				**$ 2.841.000**

*El costo de mano de obra total en el ciclo se establece al final de la tabla.

Tabla 64. Costos totales en funcionamiento por ciclo de producción de humus y lombriz roja californiana. Fuente: Autores.

Actividad	Insumos	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Secado de estanques	Mangueras	150 Metros	$ 40.000	$ 120.000
	Mano de obra	1 persona	*	
Encalado	Cal viva	213 Kg	$ 15.000	$ 60.000
	Mano de obra	1 persona	*	
Fertilización y llenado	estiércol	1298 Kg	$ 0	$ 0
	Mano de obra	1 persona	*	
Siembra	Alevines de tilapia macho	2000 alevines	$ 120	$ 240.000
	Mano de obra	1 persona	*	
Preparación	pellet	14 Kg	$ 20.000	$ 20.000
	Mano de obra	1 persona	*	
Pesca y venta	Redes	2 unidades	$ 120.000	$ 240.000
	Hielo	7 bolsas (30 Kg)	$ 32.400	$ 227.000
	Mano de obra	2 personas	$ 22.350	$ 1.341.000
TOTAL				**$ 2.248.000**

*El costo de mano de obra total en el ciclo se establece al final de la tabla.

Tabla 65. Costos totales en funcionamiento por ciclo de producción de tilapia roja. Fuente: Autores.

2 Cronograma

Tipo	Mes	1				2				3				4
	Semana	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**
Actividad Porcicultura	Entrada de lechones a la granja													
	Pesaje y clasificación de lechones													
	Medidas sanitarias													
	Adaptación a dieta													
	Alimentación para levante													
	Pesaje y reclasificación													
	Alimentación para ceba													
	Preparación pre-entrega													
	Pesaje final													
	Embarque y transporte													
Actividad Lombricultura	Recolección y disposición de estiércol													
	Reproducción y alimentación de lombrices													
	Recolección y empaque de subproducto													

Tabla 66 Cronograma en funcionamiento para el ciclo productivo de porcicultura y lombricultura. Fuente: Autores.

Periodo	Mes	1				2				3				4				5				6				7			
	Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Actividad piscicultura	Secado de estanques																												
	Encalado																												
	Fertilización y llenado																												
	Siembra																												
	Preparación																												
	Pesca y venta																												

Tabla 67 Cronograma en funcionamiento para el ciclo productivo de piscicultura. Fuente: Autores.

7 COMPATIBILIZACIÓN DEL PROYECTO DE INVERSIÓN

7.1 Áreas estratégicas de Ordenamiento territorial

Según Zúñiga (2013) las áreas estratégicas se clasifican de acuerdo a la pendiente del territorio, para los rangos de pendiente entre 0 - 35% se considera un área estratégica Portante Productora; para las pendientes entre 35-100% se considera un área estratégica portante Productora- Protectora y para las pendientes superiores al 100% se considera un área estratégica Portante Protectora.
En el predio 97,02% del área total (41,38 ha) pertenecen al área estratégica Portante Productora- Protectora y el restante 2,98% (1,27 ha) pertenecen al área estratégica Portante Productora (**Ver Anexos, Mapa # 11**).

7.2 Asignación de actividades

Para la determinación del uso recomendado propuesto se elaboró una matriz Actividad-Actividad. Las actividades seleccionadas para dicha matriz fueron escogidas con base a las áreas estratégicas nombradas en el capítulo "áreas estratégicas de ordenamiento territorial (del presente documento)", y con ayuda de la Tabla No 5 del documento "La pendiente compleja atributo del territorio, útil en el ordenamiento espacial del municipio" (Zuñiga, 2010)). Además de las actividades principales y compatibles del PBOT del municipio de Guaduas, y del uso potencial del suelo según su clase agrológica tomando como base el estudio general de Suelos y zonificación de tierras del departamento de Cundinamarca, IGAC, (2000).

Luego de determinar las actividades con posibilidades de ser desarrolladas en el predio se elabora la matriz Actividad-Actividad (**Ver Tabla 68)**, allí se pretende evaluar la compatibilidad de las actividades entre sí calificando con valores de 1: Compatible, 2: No compatible, 3: Compatible pero no simultáneamente y 4: Compatible con condicionamiento espacial temporal.

Como resultado se obtuvieron las siguientes actividades a valorar en la matriz:

Actividades	Símbolo	Actividades	Símbolo
Agropecuario Tradicional	Agrot	Piscicultura	Pi
Agroforestal	AF	Obras Civiles	OC
Bosque Natural	BN	Pasto Cobertura	PC
Cultivo Permanente	CP	Plantación Forestal	PF
Cultivo Semipermanente	CS	Protección de áreas de importancia ecosistémica	Pao
Granjas Porcinas	Gp	Rastrojo	Ra
Granjas Avícolas	Ga	Recreación	Re
Equipamientos Sociales	ES	Silvicultura	Si
Estructura Agropecuaria	EA	Silvopastoril	SP
Estructura Industrial	Inda	Suburbano	Sub
Estructura Turismo	ET	Vivienda Campesina	VC
Ganadería Extensiva	GE		

Tabla 68 Actividades consideradas dentro de la matriz Actividad-Actividad. Fuente: Autores.

	Agrot	AF	BN	CP	CS	Gp	Ga	ES	EA	Inda	ET	GE	Pi	OC	PC	PF	Pao	Ra	Re	Si	SP	Sub	VC
Agrot		3	1	1	1	1	1	2	1	3	1	1	1	2	3	4	4	4	1	4	1	2	1
AF			1	3	4	3	3	2	3	3	1	4	3	2	1	1	1	4	4	1	3	2	1
BN				4	4	4	4	3	4	4	1	2	2	2	3	1	1	1	1	2	2	2	1
CP					4	4	4	4	1	2	4	4	3	2	3	2	2	3	4	4	4	2	4
CS						4	4	4	1	3	4	4	4	2	3	2	4	3	4	4	4	2	4
Gp							4	4	1	4	1	4	1	1	1	4	4	4	4	3	3	3	4
Ga								2	1	4	4	4	1	3	4	4	4	4	4	3	4	3	4
ES									4	3	1	2	1	1	4	2	2	2	2	2	2	1	1
EA										2	1	1	1	4	1	1	4	4	1	1	1	4	4
Inda											2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2
ET												1	3	1	3	1	1	5	1	1	1	2	1
GE													4	2	1	1	3	3	2	3	1	2	4
Pi														2	3	5	4	5	1	4	5	3	4
OC															1	2	2	2	2	2	2	1	4
PC																2	2	1	2	3	1	3	1
PF																	2	4	1	1	4	2	4
Pao																		1	1	4	1	4	1
Ra																			1	1	1	4	4
Re																				1	1	4	4
Si																					3	2	1
SP																						2	1
Sub																							1
VC																							

Tabla 69 Evaluación Matriz Actividad-Actividad. Fuente: Autores.

Después de seleccionadas las actividades se procedió a realizar la evaluación de compatibilidad entre las mismas. Los resultados de las valoraciones se muestran en la **Tabla 69**.

7.3 Uso Recomendado del suelo

Posterior a la valoración se establecen los regímenes de uso para el área de estudio es decir los usos principales, compatibles, condicionados y prohibidos para el territorio teniendo en cuenta los parámetros de Zúñiga (2009) quien define los usos con base en la matriz así:

Usos principales: Son los usos predominantes y deseables que se le pueden asignar a un espacio físico, conforme a la capacidad de carga y/o vocación del territorio. Se permiten en la totalidad del área de estudio.

Usos compatibles: Son los otros usos asignados al suelo, relacionados con las otras actividades posibles de desarrollar al mismo tiempo que la principal en el área de estudio, sin afectar a esta última. Corresponden a actividades identificadas con el número 1 de la matriz, pero distintas al uso predominante.

Usos Condicionados: Son los otros usos del suelo asignados a actividades posibles de desarrollar en el área de influencia del proyecto, pero no al mismo tiempo con actividades del uso principal o con condicionamientos temporales frente a dicho uso predominante. Atañen a las actividades señaladas con los números 3 y 4 de la matriz de compatibilidad.

Usos prohibidos: Son los usos asignados al suelo, relacionados con otras actividades posibles de ejecutar en el área de estudio, pero que no se deben llevar a cabo porque imposibilitan las actividades del uso principal. Conciernen a las actividades incompatibles registradas con el número 2 de la matriz elaborada.

Como Resultado del análisis de la matriz Actividad-Actividad para el predio se tienen los siguientes usos (**Ver Mapa #12**):

Uso Principal	EA, ET, Agrot
Uso Compatible	AF, BN, PF, Gp,VC, Pao, Ra, Re, SP,Pi
Uso Condicionado	CP,CS,GE, Ga,ES,PC,Si
Uso Prohibido	Inda,Sub, OC

Tabla 70 Resultados obtenidos a partir de la matriz Actividad- Actividad para el área de estudio. Fuente: Autores.

7.4 Uso Recomendado del Plan Básico de Ordenamiento Territorial

De acuerdo al Plan Básico de Ordenamiento Territorial (2012-2015) del municipio de Guaduas- Cundinamarca, a este predio lo cobijan dos usos de suelo, estos son: Áreas de uso agropecuario tradicional y Zonas de conservación y preservación.

En su artículo 49 define las áreas de uso agropecuario tradicional como las áreas que generalmente se ubican en zonas con suelos pocos profundos pedregosos, con un relieve quebrado, susceptibles a erosión y una capacidad agrológica mediana. Dentro del predio estas áreas ocupan un total de 9,36 ha que representa un 21,94% del área total (Ver mapa # 13). Los regímenes de uso de dicha área (Según el PBOT) son los siguientes:

Uso principal: Agropecuario tradicional (Agro) y Agropecuario forestal (Agro) se debe dedicar como mínimo el 20% del predio para uso forestal protector productor para promover la formación de la malla ambiental, este 20% puede estar representado por cercas, áreas específicas del predio con valor ambiental.

Usos compatibles: Vivienda del propietario y trabajadores (Ver), establecimientos institucionales de tipo rural (Intr.), Infraestructura para construcción de distritos de adecuación de tierras (En A).

Usos condicionados: Silvicultura (Sv), cultivos de flores (Cf), granjas porcinas (Gp), granjas avícolas (Ga) y cunículas (Gc), recreación general (ReGe) y cultural (ReCu) , vías de comunicación (Vc), infraestructura de servicios (InfS), agroindustria (AI), parcelaciones rurales para construcción de vivienda campestre (Pr) siempre y cuando estas subdivisiones no sean menores a las autorizadas por el municipio.

Usos prohibidos: Agricultura mecanizada (AgriM), canteras (Ct), gravilleras (Gr), minería a cielo abierto (Min), usos urbanos (Urb) y suburbanos (Sub), industria de transformación y manufacturera (Ind) y loteo con fines de construcción de vivienda (Cvi).

Por otra parte el uso asignado como "Zonas de conservación y preservación" estipulado en el artículo 45 del PBOT (2012-2015) es el correspondiente a las áreas periféricas a nacimientos, cauces de ríos, quebradas, arroyos, lagos, lagunas, ciénagas, pantanos, embalses y humedales en general, estas son franjas de suelo de por lo menos 100 metros a la redonda medidos a partir de la periferia de nacimientos y no inferior a 30 metros de ancho paralela al nivel máximo de aguas a cada lado de los cauces los cuerpos de agua y, hace parte de las zonas de conservación y protección. Dentro del área de estudio esta área ocupa un total de

33,30ha que representa un 78,06% del área total (**Ver mapa # 13**). En este artículo también se presentan los regímenes de uso que son los siguientes:

Uso Principal: Conservación de suelos (Cs) y restauración de la vegetación adecuada para la protección de los mismos (Rva).

Usos Compatibles: Recreación pasiva (RePa) o contemplativa (ReCom).

Usos Condicionados: Captación de aguas (CapA) o incorporación de vertimientos (IncV), siempre y cuando no afecten el cuerpo de agua ni se realice sobre los nacimientos. Construcción de infraestructura de apoyo para actividades de recreación (InfR), embarcaderos, puentes y obras de adecuación y desagüe de instalaciones de acuicultura y extracción de material de arrastre.

Usos Prohibidos: Usos agropecuarios (Agro), industriales (Ind), urbanos (Urb) y suburbanos (Sub), loteo y construcción de viviendas (Cvi), minería (Min), disposición de residuos sólidos (DRs), tala (Ta) y rocería de la vegetación (Rve).

7.5 Compatibilidad de la propuesta

Teniendo en cuenta el uso recomendado propuesto y el uso recomendado del Plan Básico de Ordenamiento Territorial (PBOT) del municipio de Guaduas - Cundinamarca se determina que los usos principales del suelo recomendado técnicamente para el predio concuerdan con los usos condicionados de los suelos señalados en el PBOT.
La actividad propuesta se encuentra dentro de los usos condicionados por el PBOT y como compatible por la evaluación realizada por los autores. Es imprescindible fomentar la aplicación y mejora continua del presente Plan de Manejo Técnico Ambiental.

8 FACTIBILIDAD TÉCNICO - LEGAL

8.1 Factibilidad Técnica

Para desarrollar la matriz de factibilidad técnica se establecen tres tipos de parámetros de orden decisivo, importante y deseable, se evalúan los parámetros clasificados y ponderan de acuerdo al nivel de importancia para la ejecución de la actividad económica seleccionada.

Matriz de factibilidad técnica				
Tipo	**Criterio**	**Parámetros**	**Puntaje**	**Total**
Decisivos	Afectación POT	Concuerdan los usos principales del suelo recomendado técnicamente para el predio con clases y categorías de manejo del suelo señalado en el POT	5	5
		Existen en el POT clases y categorías de manejo del suelo factibles de concordar con usos principales del suelo recomendado técnicamente para el predio.	4	
		Concuerdan usos principales del suelo recomendado técnicamente para el predio con usos compatibles del suelo señalados en el POT.	3	
		Concuerdan usos principales del suelo recomendado técnicamente para el predio con usos condicionados del suelo señalados en el POT.	2	
		Concuerdan usos principales del suelo recomendado técnicamente para el predio con usos prohibidos del suelo señalados en el POT.	1	
		No concuerdan usos principales del suelo recomendado técnicamente para el predio con usos algunos del suelo señalados en el POT.	0	
	Existencia de vías de comunicación	Localización relacionada con vía departamental principal.	5	5
		Localización relacionada con vía veredal secundaria continua que una actividades económicas	4	
		Localización relacionada con vía veredal secundaria continua	3	
		Localización relacionada con vía veredal secundaria sin continuidad	2	
		Localización relacionada con vía veredal terciaria	1	
		Localización relacionada con camino vecinal	0	
	Distancia al centro urbano	Distancia de 2 km al centro urbano	5	4
		Distancia de 5 km al centro urbano	4	
		Distancia de 7 km al centro urbano	3	
		Distancia de 10 km al centro urbano	2	
		Distancia de 12 km al centro urbano	1	
		Distancia de 15 km al centro urbano	0	

	Criterio	Parámetros	Puntaje	Total
Decisivos	Disponibilidad de agua	De acueducto con tratamiento físico químico	5	3
		De acueducto con tratamiento físico	4	
		De curso hídrico con fácil captación	3	
		Con restricción a cantidad requerida	2	
		De difícil tratamiento para consumo	1	
		Escasa en época de verano	0	
	Disponibilidad de energía eléctrica	Aledaña a la línea trifásica o bifásica	5	5
		Aledaña a la línea monofásica	4	
		A 100 m de la línea	3	
		A 200 m de la línea	2	
		A 300 m de la línea	1	
		A más de 300 m de la línea	0	
	Geomorfología y relieve	Plano	5	1
		Suavemente ondulado	4	
		Fuertemente ondulado	3	
		Quebrado	2	
		Muy quebrado	1	
		Escarpado	0	
	Usos del suelo	Agricultura	5	3
		Silvopastoril	4	
		Ganadería	3	
		Silvicultura de protección	2	
		Vivienda dispersa	1	
		Sin actividad definida	0	
	Condiciones del subsuelo	Afloramiento rocoso de arenisca	5	3
		Afloramiento rocoso y profundidad del suelo de 50cm	4	
		Profundidad del suelo entre 100 y 150 cm	3	
		Profundidad del suelo entre 50 y 100 cm	2	
		Nivel freático alto	1	
		Inestabilidad	0	
	Topografía	0-7%	5	0
		7-15%	4	
		15-20%	3	
		20-25%	2	
		25-30%	1	
		Mayor a 35%	0	

Tipo	Criterio	Parámetros	Puntaje	Total
Importante	Valor del terreno apropiado	Igual al costo del predial	5	4
		Hasta el 20% por encima del valor del predial	4	
		Hasta el 40% por encima del valor del predial	3	
		Hasta el 60% por encima del valor del predial	2	
		Hasta el 80% por encima del valor del predial	1	
		Hasta el 100% por encima del valor del predial	0	
	Disponibilidad del terreno	Espacio disponible para desarrollar sin limitaciones la actividad propuesta	5	3
		Espacio disponible, pero con ciertas limitaciones para la actividad propuesta	4	
		Espacio disponible, pero con limitaciones y condiciones para el establecimiento	3	
		Espacio disponible, pero con limitaciones severas	2	
		Espacio disponible pero con limitaciones y condiciones severas	1	
		Espacio limitado por situación extrema	0	
	Factibilidad del desagüe	Desagüe cercano que no ocasiona problemas	5	4
		Desagüe a menos de 50m	4	
		Desagüe a menos de 100m	3	
		Desagüe entre 100 y 150m	2	
		Desagüe con tratamiento	1	
		Desagüe con bombeo	0	
	Proximidad vía principal	Aledaño a la vía	5	4
		Menor a 100m	4	
		Entre 100 y 200m	3	
		Entre 200 y 300m	2	
		Entre 300 y 400m	1	
		Mayor a 400 m	0	
	Calidad de la vía de comunicación	Vía asfaltada de 10m de ancho	5	3
		Vía asfaltada de 8m de ancho	4	
		Vía asfaltada de 6 m de ancho	3	
		Vía no pavimentada - afirmada de 10m de ancho	2	
		Vía no pavimentada - afirmada de 8m de ancho	1	
		Vía no pavimentada - afirmada de 6m de ancho	0	
	Condición social	Zona de tranquilidad social	5	5
		Seguridad y solidaridad alta	4	
		Seguridad y solidaridad aceptable	3	
		Baja seguridad y solidaridad	2	
		Zona de frecuente tranquilidad social	1	
		Zona de violencia	0	

Tipo	Criterio	Parámetros	Puntaje	Total
	Condición de salubridad	Zona sin problemas de salubridad	5	5
		Zonas distantes a disposición final de residuos sólidos	4	
		Zonas distantes a disposición final de residuos líquidos	3	
		Zonas afectadas por epidemias	2	
		Zonas de inestabilidad climática	1	
		Zonas afectadas por endemias	0	
	Existencia de materiales e insumos	Existentes en cantidad y buena calidad	3	3
		Existentes en cantidad y calidad aceptable	2	
		Escasos con apreciable sobrecosto	1	
		Prácticamente inexistentes	0	
	Existencia de mano de obra	Disponibilidad permanente de mano de obra	3	2
		Disponibilidad y experiencia en ganadería o cultivos	2	
		Disponibilidad ocasional	1	
		Escasez de mano de obra	0	
	Condiciones meteorológicas	Precipitación y temperatura 1000-2000 mm y 20 -30 ºC	3	3
		Precipitación y temperatura 500-1000 mm y 10-20 ºC	2	
		Precipitación y temperatura 2000-3000 mm y menor de 10ºC o mayor a 30 ºC	1	
		Precipitación y temperatura valores diferentes a los anteriores	0	
Deseable	Calidad del desarrollo circunvecino	Lugar con alta posibilidad turística	5	5
		Desarrollos cercanos de actividades comerciales	4	
		Desarrollos cercanos de vivienda campestre	3	
		Desarrollos industriales cercanos	2	
		Lugares con escasas posibilidades de actividades similares a la propuesta	1	
		Presencia de tugurios cercanos	0	
	Tenencia y propiedad plena	Predio con títulos y tenencia plena	3	3
		Reserva de dominio factible de modificación directamente	2	
		Límite de dominio factible de modificar por terceros	1	
		Limitaciones severas en la tenencia	0	
	Comunidad organizada	Presencia de junta de acción comunal constituida y funcional	3	3
		Presencia de asociaciones gremiales	2	
		Presencia de juntas de acueductos locales	1	
		Presencia de otros tipos de organización	0	
Total decisivos				**29**
Total importantes				**36**
Total deseables				**11**
Total en puntaje				**76**
Total en porcentaje				**76%**
Tipo de factibilidad				**Alta**

Tabla 71 Matriz de factibilidad técnica.

Como se observa en la matriz tras la valoración de cada uno de los criterios tenidos en cuenta se obtuvo una factibilidad técnico legal Alta para el desarrollo del proyecto de inversión de porcicultura en el predio.

8.2 Factibilidad Legal

En la siguiente tabla se relacionan las normas vigentes relacionadas con la actividad porcícola, teniendo en cuenta el tipo de impacto que ejerce sobre el medio.

Ley/ Decreto	Año	Tema
Ley 23	1973	Norma que recogió los principios de la cumbre sobre medio ambiente humano y actúa como fundamento para la adopción y expedición del código de los recursos naturales y de protección al ambiente.
Decreto 2811	1974	Código de Recursos Naturales y de Protección al Medio Ambiente. Estatuto que integra y sistematiza lo relativo a la biodiversidad, manejo, uso y administración de los recursos naturales renovables. Regula el desarrollo de las actividades económico – productivas en los medios urbanos y rurales. Clasifica como bienes públicos de interés general para efectos de uso y aprovechamiento, el suelo, el agua, el aire, la flora y la fauna que hacen parte de los diversos ecosistemas existentes en territorio colombiano.
Decreto 1449	1977	Establece obligaciones a los propietarios de predios ribereños sobre vegetación protectora y conservación y aprovechamiento de las aguas.
Decreto 1741	1978	Áreas de manejo especial.
Decreto 1541	1978	Normas relacionadas con el recurso del agua y los recursos hidrobiológicos.
Ley 9	1979	Código Sanitario Nacional. Uso de agua y vertimientos.
Decreto 100	1980	Código Penal colombiano. Art. 205 Contaminación de aguas. Art. 242. Aprovechamiento ilícito de recursos naturales
Decreto 2858	1981	Aprovechamiento de aguas
Decreto 3489	1982	Declaración de emergencia en suministro de agua
Decreto 2104	1983	Residuos sólidos. Prohibición de disponer residuos en cuerpos de agua, disposición final de basuras al mar, control de lixiviados para evitar contaminación de aguas superficiales o subterráneas.
Decreto 1594	1984	Usos del agua y residuos líquidos. Estatuto que contiene lo relativo a la disposición de los vertimientos líquidos de origen residual, descargados en fuentes hídricas de uso público. Establece la norma de calidad ambiental del agua para efectos de garantizar su composición físico químico y bacteriológico.
Res. 02309	1986	Residuos especiales
Constitución	1991	Arts. 78 - 82. Derechos colectivos y del ambiente
Ley 165	1994	Relativa al convenio sobre diversidad biológica a la naturaleza jurídica y manejo, acceso a los recursos genéticos a la tecnología y su transferencia.
Decreto 1753	1994	Se reglamentan los títulos VIII y XII de la Ley 99 de 1993, sobre Licencias ambientales, tipos y competencias.

Res.189	1994	Residuos sólidos peligrosos. Manejo y disposición
Decreto 948	1995	Control de la calidad del aire. Olores ofensivos. Estatuto que establece lo relativo a las emisiones atmosféricas y al control de ellas y del ruido en las áreas urbanas, suburbanas y rurales. Esta norma debe complementarse con la resolución 02 de 1982, para efectos de reglamentar las descargas permitidas en la atmósfera.
Decreto 605	1996	Estatuto relacionado con la disposición de los residuos sólidos. Reglamenta la ley 142 de 1994, sin perjuicio de las normas y lineamientos que establezcan las autoridades sanitarias competentes.
Decreto 1791	1996	Establece el régimen de los aprovechamientos forestales: Persistente; Único; Aislados: Zonas urbanas, privadas o públicas.
Resolución 655	1966	Se establecen los requisitos y condiciones para la solicitud de licencia ambiental.
Resolución 1397	1996	Se fija la escala tarifaria de los derechos causados por el trámite para el otorgamiento, renovación, la modificación y el seguimiento de licencia ambiental.
Resolución 0154	1997	Se establecen los términos de referencia genéricas para la elaboración del estudio del impacto ambiental.
Ley 373	1997	Programa para ahorro del agua. Norma que contiene lo relativo a la protección de zonas de especial importancia acuífera, además de lo concerniente al rehúso, economía y regulación del consumo del agua en los medios urbanos y rurales.
Ley 388	1997	Estatuto que modificó la ley 9ª de 1989, en lo relativo a la clasificación y usos de suelo: 1. Urbano; 2. Rural; 3. Expansión; 4. Protección.
Decreto 901	1997	Por medio del cual se reglamentan las tasas retributivas por la utilización directa o indirecta del agua como receptor de los vertimientos puntuales y se establecen las tarifas de éstas.
Ley 357	1997	Contiene lo relativo a la protección de los humedales, el hábitat y la avifauna.
Decreto 475	1998	Estatuto que establece la norma de calidad físico, química, bacteriológica y organoléptica para efecto del consumo de agua potable.
Decreto 879	1998	Por el cual se reglamentan las disposiciones referentes al ordenamiento del territorio municipal y distrital y a los Planes de Ordenamiento.
Acuerdo 15 CAR	2000	Por medio de la cual se fija la meta de reducción de la carga contaminante por vertimientos puntuales en las Cuencas que hacen parte del territorio donde ejerce jurisdicción.

Tabla 72 Leyes, decretos y resoluciones relacionados con la industria porcícola. Fuente: **(Ministerio del medio ambiente, Dirección general ambiental sectorial, 2002)**

El proyecto de inversión Ecoporc es factible legalmente debido a que coincide con los usos del suelo según el PBOT, busca el equilibrio entre los elementos social, natural y económico, pretende conservar los recursos naturales conservando zonas de protección del área de interés y además cuenta con medidas de manejo para reducir los impactos que son inherentes a la actividad porcícola, tales como el uso del recurso hídrico, la generación de vertimientos, residuos y en ocasiones olores ofensivos, entre otros.

9 PLAN DE MANEJO TECNICO AMBIENTAL

A continuación, se presenta el Plan de Manejo Técnico Ambiental, en donde se plantean las herramientas de gestión y planeación para el desarrollo de las actividades propias de las etapas de instalación y funcionamiento de la granja porcícola EcoPorc. Una vez identificados los impactos ambientales asociados a las actividades del proyecto y teniendo en cuenta las características del entorno, así como la utilización de recursos para estas actividades, se formulan acciones y medidas direccionadas al control de los impactos que puedan llegar a afectar el medio ambiente.

El Presente Plan de Manejo Ambiental se presentará en forma de fichas de manejo, bajo la estructura de Programas, Subprogramas y proyectos; cada uno de ellos contará con una estructura como se describe a continuación:

Programa: El programa hace referencia, como su nombre lo indica a revelar el programa a desarrollar, ya sea el programa técnico de manejo, el programa de seguridad y salud en el trabajo o el programa de salud ocupacional. Además, será guía del contenido en cuanto a subprogramas y proyectos a implementar.

Subprograma: Cada uno de los subprogramas presentes en este Plan de Manejo Ambiental contará con los siguientes Ítems:

- **Objetivo:** Finalidad con la cual se pretenden desarrollar los proyectos
- **Área de actuación:** Especifica el área/lugar o las áreas en las cuales se llevara a cabo el desarrollo de cada uno de los proyectos.
- **Acciones a desarrollar: Presenta** las generalidades de los proyectos necesarios para el cumplimiento de los objetivos de cada uno de los subprogramas.
- **Entes participantes:** Hace referencia a los responsables y/o encargados de que los proyectos se logren llevar a cabo en su totalidad y con éxito.
- **Cronograma:** Corresponde a la estimación de tiempo requerido para lograr cumplir los objetivos, así como para el desarrollo de cada una de las acciones planificadas.
- **Presupuesto:** Estimado de la inversión necesaria para la aplicación de la totalidad de los proyectos planteados por cada subprograma.
- **Evaluación:** Indicador (es) y/o valoración del cumplimiento del programa.

Proyecto: Cada uno de los proyectos contará con los siguientes ítems:

- **Meta**: Finalidad con la cual se pretenden desarrollar las actividades.
- **Actividades**: Presenta el conjunto de labores y pasos a desarrollar para el cumplimiento de la meta y el correcto desempeño del proyecto.
- **Ente ejecutor**: Corresponde con los responsables de llevar a cabo cada una de las actividades planteadas.
- **Lugar**: Áreas a intervenir en el desarrollo de las actividades planteadas.

- **Cronograma:** Corresponde a la estimación de tiempo requerido para lograr cumplir las metas, así como para el desarrollo de cada una de las actividades planificadas.
- **Presupuesto:** Estimado de la inversión necesaria para la aplicación de la totalidad de cada proyecto.
- **Evaluación:** Presenta los procedimientos e indicadores de avance y cumplimiento de las medidas adoptadas.
- **Tecnología:** Tipo de tecnología utilizada para el proyecto.
- **Técnicas:** Tipo de técnicas utilizadas para el proyecto.

A continuación, se presentan el programa Técnico de manejo junto con los programas de Salud y Seguridad en el trabajo.

Programa Técnico de Manejo

1. **Entradas de agua**

   Subprograma: Uso de agua en fase de instalación.

   Proyecto: Abastecimiento de agua.
   Proyecto: Uso eficiente del agua.

   Subprograma: Uso de agua en fase de funcionamiento.

   Proyecto: Aprovechamiento de aguas lluvia.
   Proyecto: Abastecimiento de agua.
   Proyecto: Uso eficiente del agua

2. **Salidas de Agua**

   Subprograma para el manejo de vertimientos en fase de instalación.

   Proyecto: Manejo de vertimientos.

   Subprograma para el manejo de vertimientos en fase de funcionamiento.

   Proyecto: Manejo y aprovechamiento de aguas residuales porcinas.
   Proyecto: Manejo de aguas residuales porcinas y sólidos para fertilización de tierras.
   Proyecto: Tratamiento de aguas grises.

3. **Entradas de energía**

   Subprograma de aprovisionamiento de energía en etapa de instalación.

   Proyecto: Suministro de energía eléctrica.

   Subprograma de aprovisionamiento de energía en etapa de funcionamiento.

   Proyecto: Suministro de gas natural.
   Proyecto: Suministro de energía eléctrica.

4. **Salidas de energía**

   Subprograma para el manejo eficiente de emisiones de energía en etapa de funcionamiento.

   Proyecto: Control de la calidad del aire y Mitigación de malos olores.
   Proyecto: Uso eficiente de la energía eléctrica.

5. **Entradas de materia prima**

   Subprograma para provisión de materia prima en fase de instalación.

   Proyecto: Control y selección de espacios adecuados y construcciones termo reguladas.
   Proyecto: Disposición adecuada de materiales de construcción.

   Subprograma para provisión de materia prima en fase de funcionamiento.

   Proyecto: Control y evaluación de diferentes tipos de dietas para la actividad porcícola.
   Proyecto: Sistema de abastecimiento productos alimenticios secundarios

6. **Salida de materia prima**

Subprograma para el manejo de residuos sólidos en etapa de instalación.

Proyecto: Uso de tierras removidas y cobertura vegetal extraída.
Proyecto: Disposición adecuada de residuos sólidos.

Subprograma para el manejo de residuos sólidos en etapa de funcionamiento.

Proyecto: Disposición adecuada de residuos sólidos.
Proyecto: Compost de la mortalidad.

Programa de Seguridad Industrial

1. **Subprograma de manejo de riesgos antrópicos para etapa de instalación.**

   Proyecto: Prevención y control de accidentes laborales por manipulación de herramientas y trabajo en altura.

2. **Subprograma de manejo de riesgos naturales para la etapa de funcionamiento.**

   Proyecto: Prevención y capacitación ante desastres naturales.

3. **Subprograma de manejo de riesgos antrópicos para la etapa de funcionamiento.**

   Proyecto: Control de sanidad, plagas y roedores.

Programa de Salud Ocupacional

1. **Subprograma de medicina preventiva y de trabajo en fase de instalación.**

   Proyecto enfermedades laborales.

2. **Subprograma de medicina preventiva y de trabajo en fase de funcionamiento.**

   Proyecto enfermedades laborales.

   Proyecto Conformación y puesta en marcha del COPASST.

3. **Subprograma de higiene industrial en fase de instalación.**

   Proyecto control y prevención de efectos adversos en la salud por condiciones ambientales.

4. **Subprograma de higiene industrial en fase de funcionamiento.**

   Proyecto Evaluación de condiciones ambientales**.**

9.1 Programa Técnico de Manejo

9.1.1. Entradas de agua

1 Subprograma: Uso de agua en fase de instalación

Objetivo: Proveer el agua necesaria para el proceso de instalación y construcción de las estructuras necesarias para el desarrollo de la actividad productiva.
Área de actuación: Quebrada Ceniceros, área de campamento y obra de construcción.
Acciones a desarrollar: Captación, Conducción y Distribución de agua en el predio.
Entes participantes: Firma constructora.
Cronograma: Permanente
Presupuesto: 5’700.000
Evaluación: Captación, conducción y distribución de 7102 L de agua al predio.

Proyecto: Abastecimiento de agua

Meta: Suministrar 0,6 m^3 semanales de agua al predio.
Actividades: Previo a las labores en campo se solicitara el respectivo permiso de concesión de aguas superficiales ante la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR), trámite que dura aproximadamente 45 días, posterior a la adquisición de dicho permiso se llevara a cabo la compra de los materiales necesarios para la captación y conducción del recurso sobre el predio tales como mangueras, tanques con capacidad de 1000 y 2000 Litros, madera especial para la adecuación del punto de captación y cemento para la construcción del tanque de almacenamiento, así como la compra de una motobomba de diámetro de entrada y salida de 2 pulgadas con 5 caballos de fuerza para el bombeo del agua empleada en la etapa de instalación y posteriormente en la etapa de funcionamiento.
Ente ejecutor: Ingeniero ambiental, Firma constructora, Corporación Autónoma Regional.
Lugar: Área de Instalación, Quebrada Ceniceros, Línea de transporte del recurso hídrico al área de almacenamiento (64 m lineales).

Cronograma:

CRONOGRAMA	Mes 1				Mes 2				Mes 3			
	Semana				Semana				Semana			
Actividades	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Concesión de aguas superficiales												
Compra de materiales												
Adecuación del punto de captación												
Instalación de la tubería												
Instalación y adecuación del tanque de almacenamiento												

Presupuesto: 3’500.000
Evaluación: Captación y conducción de m³ abastecidos por semana, cumplimiento del presupuesto.
Tecnología: Suministro de agua superficial - Adaptada
Técnicas: Físicas; Captación, Aducción, Conducción, Almacenamiento, Distribución.

Proyecto: Uso eficiente del agua

Meta: Mantener el consumo de agua por debajo de 800 L/día
Actividades: Se realizará una revisión mensual y correspondiente reparación de la tubería transportadora del recurso en caso de ser necesaria, simultáneamente se realizarán capacitaciones y actividades lúdicas tanto con los habitantes del predio como con los trabajadores requeridos en la etapa de instalación, además se instalará un medidor de consumo y llaves economizadoras para el control de la dispersión del agua en el momento del uso.
Ente ejecutor: Ingeniero Ambiental.
Lugar: Instalaciones del proyecto.

Cronograma:

Las actividades de revisión y reparación junto con las capacitaciones se programan para desarrollar una actividad mensual a lo largo de la etapa de instalación.

CRONOGRAMA	Mes 1				Mes 2				Mes 3			
	Semana				Semana				Semana			
Actividades	**1**	**2**	**3**	**4**	**1**	**2**	**3**	**4**	**1**	**2**	**3**	**4**
Instalación de medidores												
Capacitaciones y desarrollo de actividades lúdicas para uso eficiente del recurso hídrico.												
Revisión y reparación tubería y accesorios del sistema de transporte hídrico.												

Presupuesto: $2'200.000
Evaluación: Numero de medidores propuestos/número de medidores instalados
Consumo de agua mes/consumo de agua mes anterior
Tecnología: Ahorro y reutilización de agua
Técnicas: Reducción

2 Subprograma: Uso de agua en fase de funcionamiento

Objetivo: Proveer el agua necesaria para el correcto desarrollo de las actividades de producción.
Área de actuación: Área de transformación, administración y vigilancia, bienestar social, servicios generales y servicios públicos sanitarios.
Acciones a desarrollar: Construcción del sistema de captación para abastecimiento de agua lluvia, abastecimiento de agua superficial.
Entes participantes: Ingeniero Ambiental.
Cronograma: Permanente en la etapa de funcionamiento
Presupuesto: $5’010.000
Evaluación: Número de proyectos realizados en totalidad/ Cumplimiento de los proyectos pertenecientes a este programa, cumplimiento del presupuesto.

Proyecto: Aprovechamiento de aguas lluvia

Meta: Uso de 0,85 m^3 diarios de agua lluvia para labores de limpieza de las cocheras (lavado pisos).

Actividades:

- Implementar un sistema de reutilización de aguas lluvia

Para esto se requiere adaptar un sistema de captación de agua lluvia en techos, el cual está compuesto por los siguientes elementos: 1) Captación; 2) Recolección y conducción; 3) Interceptor y 4) almacenamiento **(Ver Figura 27**)

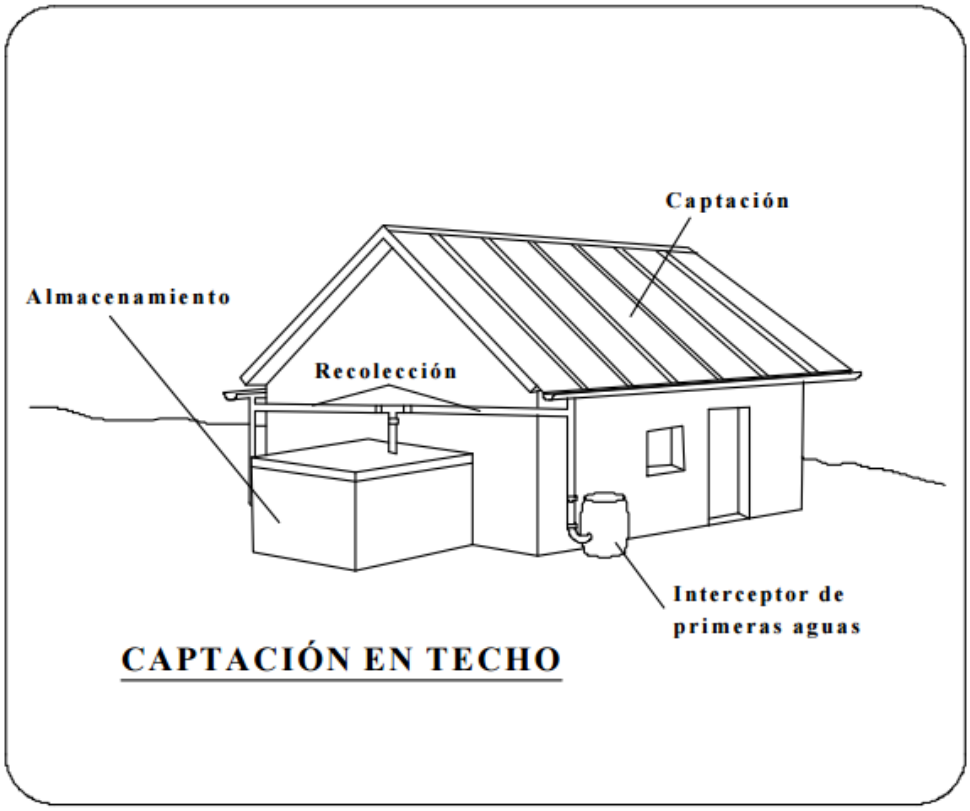


Figura 27 SCAPT - Sistema de captación de agua pluvial en techos. Fuente: **(Centro panamericano de ingeniería sanitaria y ciencias del ambiente, 2003)**

1) Captación: La captación consiste en capturar la mayor cantidad de agua lluvia sobre el techo de cada una de las edificaciones. El techo debe tener la superficie y pendiente adecuada para que facilite el escurrimiento del agua lluvia hacia el sistema de recolección. Los materiales empleados en la construcción del techo en este caso serán planchas o tejas metálicas onduladas.

2) Recolección y conducción: Este componente es esencial en los SCAPT ya que transportara el agua recolectada por el techo directamente hasta el tanque de almacenamiento. Lo conforman las canaletas unidas en los bordes más bajos del techo, donde el agua tiende a acumularse antes de caer al suelo, dichas canaletas serán elaboradas en PVC dado que es un material resistente al agua, de fácil consecución y costo considerable, estas canaletas serán fijadas con alambre y clavos. Adicionalmente se localizarán mallas que retengan objetos indeseados tales como hojas o excremento de aves entre otros.



Figura 28 Canales utilizados para SCAPT. Fuente: Google

3) Interceptor: La función principal de este dispositivo es recibir las primeras aguas provenientes del lavado del techo que contienen todos los materiales que se encuentran en el mismo al inicio de la lluvia, impidiendo que el material indeseable ingrese al tanque de almacenamiento y de este modo se reduzca el nivel de contaminación del agua almacenada y de la que se pueda almacenar en posteriores captaciones.

Se debe tener en cuenta que el volumen requerido para lavar el techo se estima en 1 litro por m^2 de techo. El volumen de agua resultante del lavado se recolectará en un tanque de plástico de 60 a 120 litros (depende del área de techo de cada estructura). Cuando dicho tanque se haya llenado la bola de jebe que se muestra en la **Figura 29** automáticamente cerrará el paso y el agua será dirigida al tanque de almacenamiento.

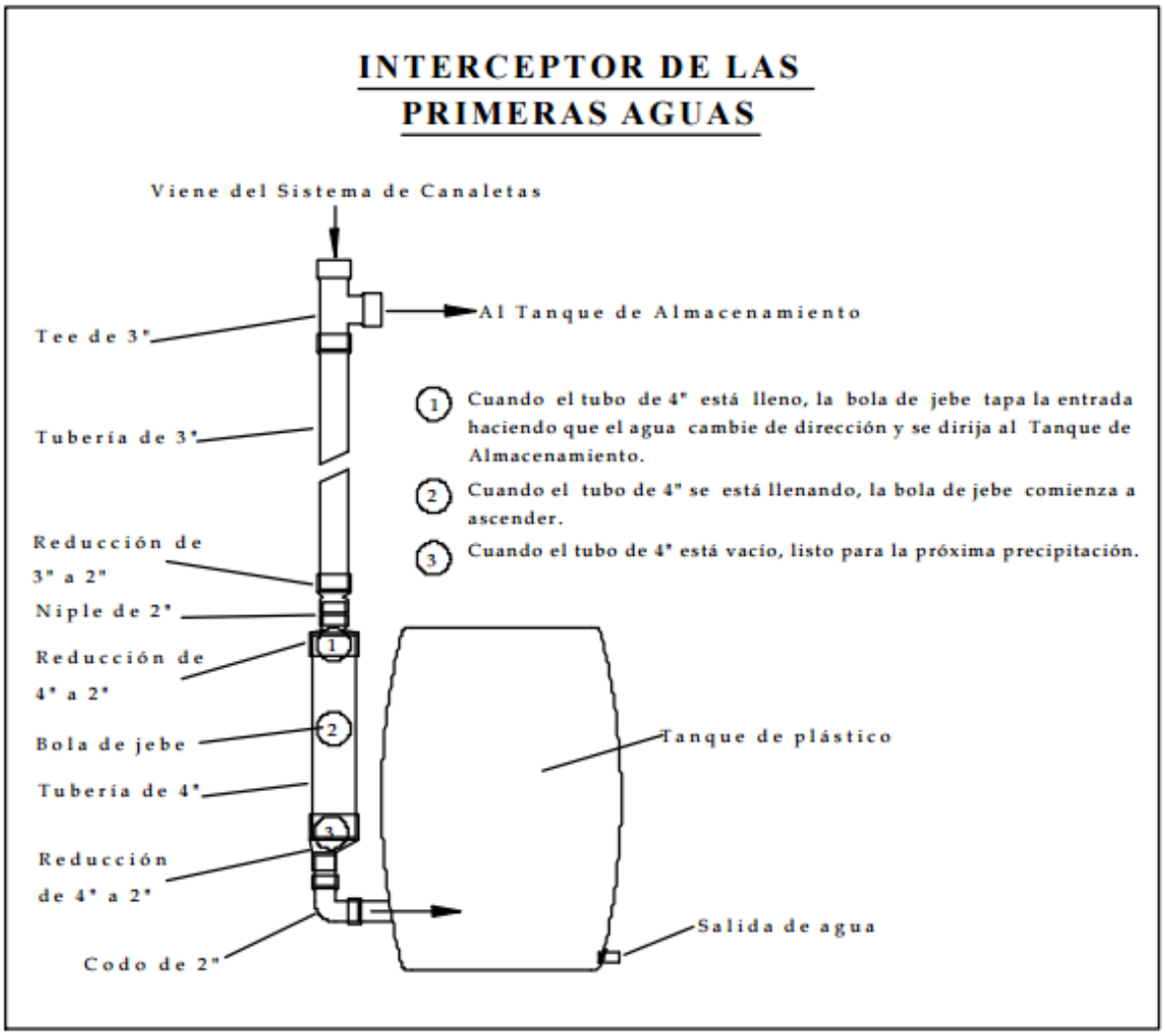


Figura 29 Interceptor de primeras Aguas. Fuente: **(Centro panamericano de ingeniería sanitaria y ciencias del ambiente, 2003)**

4) almacenamiento: Consiste en almacenar el volumen de agua lluvia necesaria para el consumo diario especialmente durante el periodo de sequía, para el predio se instalará un tanque con capacidad de 1 m^3 (1m largo x 1m ancho x 1m de profundo).

Este volumen se calcula a partir del promedio mensual de precipitación entre los años 2004 a 2013 de la estación Guaduas (118,1mm), así como el coeficiente de escorrentía de las tejas en lámina metálica (0,9) y las áreas utilizadas para el éxito de esta tecnología. (222m^2 Correspondientes a la suma del área de las estructuras pertenecientes a las fases de transformación y producción y 124 m^2 correspondientes a las áreas de abastecimiento, servicios públicos sanitarios, bienestar social y servicios médicos de urgencias) como se muestra a continuación:

$$Ai = \frac{Ppi \times Ce \times Ac}{1000}$$

Donde:

Ppi: Precipitación promedio mensual litros/m^2)

Ce: Coeficiente de escorrentía teja.

Ac: Área de Captación (m^2)

Ai: Abastecimiento correspondiente al mes i (m^3)

Así tenemos:

$$Ai = \frac{\frac{118{,}1 litros}{m^2} \times 0{,}9 \times 336\ m^2}{1000} = \frac{35{,}71 m^3}{mes} = \frac{1{,}19\ m^{3*}}{día}$$

* Los valores calculados se estiman suponiendo que todos los días se presente una precipitación aproximada de 118,1 mm/día (basados en el promedio mensual), sin embargo este valor está sujeto a las variaciones en cuanto a precipitación diaria , es decir se conoce que hay épocas secas en las cuales estos valores no serán alcanzados y será necesario acudir a la captación de agua en otras fuentes, así como épocas de altas precipitaciones donde este valor será superado y permitirá llevar a cabo un almacenamiento para las épocas de menor precipitación.

Como se mencionó anteriormente, es necesario realizar un lavado de los tejados previo al almacenamiento del agua en los tanques. Este volumen se calculó a partir del área lineal de cada tejado así:

$$336\ m^2 \times \frac{1l}{1m^2} = 336\ l$$

En estas condiciones tendríamos un volumen aprovechable para el lavado de las cocheras de:

$$1{,}19 m^3 - \ 0{,}336\ m^3 = 0{,}85 \frac{m^3}{día}$$

Este volumen final será almacenado en el tanque y posteriormente utilizado en labores de limpieza y aseo de cocheras.

- Comprar e instalar materiales necesarios para la construcción del SCAPT.

Ente ejecutor y tiempos ejecución: Ingeniero ambiental.

Lugar: Áreas Funcionales predio El Regalo.

Cronograma:

Actividad	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana…
Diseño y construcción de la red de recolección y distribución de aguas lluvias					
Instalación tanque de almacenamiento					
Captación, almacenamiento y distribución			Permanente, durante la etapa de funcionamiento		
Mantenimiento y limpieza de canales, tanque de almacenamiento				Revisión mensual	

Presupuesto: $ 4´000.000

Evaluación: m^3 de agua lluvia utilizados diariamente, cumplimiento del presupuesto.

Tecnología: Método SCAPT

Técnicas: Físicas; Captación, Filtración, conducción por gravedad

Proyecto: Abastecimiento de agua.

Meta: Suministrar 0,202 m^3 diarios de agua para las áreas propuestas.

Actividades: Mantenimiento y limpieza de bocatoma, tanque de almacenamiento e instalación de tuberías.

Ente ejecutor: Ingeniero ambiental.

Lugar: Área de captación, Áreas fundamentales y Principales.

Cronograma:

Actividad	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes…			
	Semana				Semana				Semana				Semana			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Bombeo y almacenamiento de agua superficial (*)	Permanente durante la etapa de funcionamiento															
Mantenimiento y limpieza de la red																

(*) El Bombeo se realizará una vez por semana durante 10 minutos.

Presupuesto: $8.200 (correspondientes al costo de combustible para bombeo por el ciclo completo).

Evaluación: m3 diarios de agua suministrada, cumplimiento del presupuesto.

Tecnología: Suministro de agua superficial - Aljibe-pozo

Técnicas: Física**;** Captación, filtración, conducción por gravedad, Malla de filtrado, desarenador, Bocatoma de fondo.

Proyecto: Uso eficiente del agua

Meta: Mantener el consumo de agua en menos de 3,5 m^3 semanales.

Actividades:

- Revisión y reparación periódica de tubería transportadora del recurso, así como instalación de medidores y revisión constante de consumos mensuales de agua.

Para esto se contará con un formato de revisión semanal en el cual el encargado recorrerá la tubería buscando posibles fugas y las reparará de ser necesario. A su vez dicha persona será responsable de revisar los valores de los medidores (2) de consumo una vez por mes. Estos registros servirán para evaluar el cumplimiento de las metas propuestas en este proyecto.

Revisión #	Fecha (dd/mm/aa)	Responsable	Medidor (Serie)	Ubicación	Lectura anterior	Lectura Actual	Consumo	Meta a cumplir (m3)	Cumple Con la meta	No Cumple
1										
2										
3										
4										
5										

Tabla 73 Formato a diligenciar para revisión de medidores. Fuente: Autores.

Revisión #	Fecha (dd/mm/aa)	Responsable	Novedad encontrada	Reparación realizada	Lugar	Materiales utilizados
1						
2						
3						
4						
5						

Tabla 74 Formato para reparaciones de tubería y conexiones dañadas. Fuente: Autores.

- Capacitaciones y desarrollo de actividades lúdicas que resalten la importancia de dar buen uso al recurso hídrico.

Dichas capacitaciones se llevarán a cabo con todas las personas que estén trabajando y/o viviendo al interior del predio, se programa una capacitación de duración máxima de una hora cada cuatro meses, donde el ingeniero ambiental explicará temas como ciclo del agua, la contaminación de la misma y las formas de reducir el consumo desde las actividades productivas y domésticas además de realizar un balance de los logros y metas propuestos, así como la propuesta de nuevas metas de consumo.

Ente ejecutor: Ingeniero Ambiental.
Lugar: Instalaciones del proyecto.
Cronograma:

Las actividades lúdicas y capacitaciones se programan para desarrollar una actividad por cada ciclo (cada 4 meses) a lo largo de la etapa de funcionamiento.

CRONOGRAMA	Mes 1				Mes 2				Mes 3			
	Semana				Semana				Semana			
Actividades	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Instalación de medidores												
Capacitaciones y desarrollo de actividades lúdicas para uso eficiente del recurso hídrico.												
Revisión y reparación tubería y accesorios del sistema de transporte hídrico.												

Presupuesto: 1'000.000 inicial, 400.000 continuidad etapa.
Evaluación: Numero de medidores propuestos/número de medidores instalados, Consumo de agua mes/consumo de agua mes anterior, Número de capacitaciones y/o talleres realizados anualmente.
Tecnología: Ahorro de agua
Técnicas: Reducción de pérdidas

9.1.2. Salidas de Agua

1 Subprograma para el manejo de vertimientos en fase de instalación

Objetivo: Disponer adecuadamente el agua de lavado.
Área de actuación: Finca "El regalo", área de obra de construcción.
Acciones a desarrollar: Reutilización de aguas Servidas grises
Entes participantes: Firma constructora
Cronograma: durante la etapa de instalación.
Presupuesto: $300.000
Evaluación: Cumplimiento proyectos planteados, cumplimiento del presupuesto.

Proyecto: Manejo de vertimientos

Meta: Emplear 5,8 m^3 de agua en el control de material particulado sobre las vías a lo largo de la etapa de instalación.
Actividades: Para el desarrollo del proyecto se elaborará un sistema de separación y recolección de agua en el cual se reutilicen únicamente las aguas correspondientes a lavamanos, duchas o lavado de equipos que no presenten elementos contaminantes. Inicialmente se captarán las aguas y posteriormente se realizará una dispersión de las mismas en las vías construidas en afirmado por las cuales transiten vehículos que estén transportando los materiales de construcción. Esto con el fin de reducir la cantidad de material particulado emitido a la atmosfera durante el desarrollo de actividades de transporte para la etapa de instalación.
Para la dispersión se instalará un tanque provisional de almacenamiento y una manguera a lo largo de la vía (Con longitud de 260 m lineales) la cual contará con pequeños orificios intercalados cada 2 metros. Cuando los vehículos vayan a transitar o estén transitando la vía se realizará el correspondiente riego abriendo el sistema y permitiendo que el agua fluya por gravedad, de ser necesario un bombeo se realizara por cortos periodos de tiempo (3-5 min).
Ente ejecutor y tiempos ejecución: Ingeniero Ambiental, firma constructora.
Lugar: Área de obra de construcción.
Cronograma: Durante la etapa de instalación.
Presupuesto: $ 300.000
Evaluación: m^3 regados/ m^3 agua generados, cumplimiento del presupuesto.
Tecnología: Tratamiento primario - Limpia
Técnicas: Física; Reutilización de agua

2 Subprograma para el manejo de vertimientos en fase de funcionamiento

Objetivo: Disponer de manera adecuada las aguas grises y residuales porcinas producto del funcionamiento de las áreas propuestas.
Área de actuación: Área de tecnologías ambientales (Sistema de tratamiento de aguas)
Acciones a desarrollar: Tratamiento de aguas grises a verter, disposición y manejo de aguas residuales porcinas.
Entes participantes: Ingeniero Ambiental.
Cronograma: Permanente en el funcionamiento
Presupuesto: $ 5'450.000
Evaluación: Número de proyectos realizados en totalidad/ Cumplimiento de los proyectos pertenecientes a este programa.

Proyecto: Manejo y aprovechamiento de aguas residuales porcinas

Meta: Tratar 0,5 m^3/día de aguas residuales porcinas producidas durante los últimos 15 días en la fase de ceba.
Actividades:

- Diseño e implementación de biodigestor tipo salchicha:

Para el desarrollo de esta actividad se debe tener en cuenta el diseño adecuado del biodigestor, este se compone de 4 fases principales: 1) Estimación de estiércol producido, 2) Estimación de agua necesaria y de mezcla diaria, 3) Estimación del tamaño del digestor y 4) Diseño de la fosa de pila de mezcla y efluente.

1) Estimación de estiércol producido: La cantidad de estiércol producido se calcula teniendo en cuenta la cantidad de animales que generan los desechos, los pesos que tendrán durante la fase final de la ceba o ceba2 y la cantidad de tiempo de estabulación de los cerdos o tiempo en que los cerdos permanecen despiertos durante el día, en este caso se calcula para un total de 40 cerdos, que van de un rango de peso de 87 a 100 Kg y un promedio de horas de estabulación de 16. Además, se tiene en cuenta que un cerdo de engorde en esta fase produce una cantidad de estiércol día de 6,25% de su peso vivo. A continuación, se muestran los cálculos usados para esta fase:

- $P * \%Pe = Estiercol\ de\ 1\ cerdo\ al\ día$
- $\frac{Estiercol\ de\ 1\ cerdo\ al\ día}{24\ h} = Estiercol\ por\ hora$
- $Estiercol\ por\ hora * n\ = Estiercol\ total$
- $Estiercol\ total * t = Estiercol\ total\ día$

Donde:
P: Peso vivo en Kg del cerdo.
Pe: Porcentaje de producción de estiércol.
n: Numero del lote de animales.
t: Tiempo de estabulación de los cerdos.

Así tenemos para un peso ejemplo de 87,45 Kg:

- $(87{,}45\ Kg) * \left(0{,}0626 \frac{animal}{día}\right) = 5{,}474\ Kilos/día/animal$
- $\frac{5{,}474\ Kilos/día/animal}{24\ h} = 0{,}228\ Kilos/hora/animal$
- $0{,}228\ Kilos/hora/animal\ * 40\ animales\ = 9{,}124\ Kilos/hora$
- $9{,}124 \frac{Kilos}{hora} * 16h = 145{,}983\ Kilos/día$

2) Estimación de agua necesaria y mezcla diaria: Para esta fase es importante el cálculo de la cantidad que debe combinarse en el lavado de la cerdaza producida que va a llegar al biodigestor, para este cálculo se busca llevar el porcentaje de sólidos presentes que es de un 22% para cerdos a un 8% que es el ideal, para lograr esta medida debe agregarse 2,75 medidas de agua por cada una de estiércol. Por tanto, la cantidad de agua requerida al día en Kg se determina multiplicando el valor del $Estiercol\ total\ día$ con la medida de agua establecida. Al calcular este para el ejemplo mostrado anteriormente se tiene una cantidad de agua de 401,454 Kg/día.
Para calcular la cantidad de mezcla necesaria se debe tener en cuenta que el estiércol tiene una densidad de 993 Kg/m^3 y el agua posee una densidad de 1000 Kg/m^3, al dividir los valores de agua y estiércol en Kg sobre sus densidades respectivas obtenemos la cantidad que debe entrar de cada uno en el biodigestor. Para el ejemplo se obtiene una cantidad de agua de 0,401 m^3/día, estiércol de 0,147 m^3/día y un total de mezcla de 0,548 m^3/día.

3) Estimación del tamaño del digestor: Para establecer el tamaño del biodigestor debemos calcular la capacidad o el volumen que debe tener para conservar la mezcla diaria, la cual se mantiene en un tiempo de retención hidráulico igual a 15 días ya que nos encontramos en una zona de 24 °C de temperatura. El cálculo matemático se hace multiplicando la mezcla diaria y el tiempo de retención. Como resultado se obtiene una capacidad de almacenamiento de 10 m^3 y decide diseñarse un biodigestor de 11 m^3 de capacidad por encima de su capacidad calculada para tener un espacio de almacenamiento mayor y suplir la inclusión de mayores cantidades de mezcla (**Ver Figura 30**).

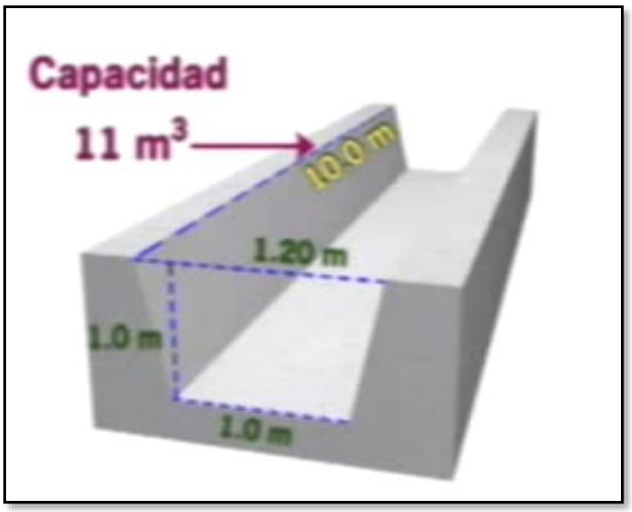


Figura 30 Vista frontal biodigestor tipo salchicha. Fuente: **(Alozanoc11, 2011)**.

4) Diseño de la fosa de pila de mezcla y efluente: Para establecer el tamaño de la fosa esta debe almacenar la cantidad de mezcla producida diariamente, en este caso se establece una fosa de 1 m^3 de capacidad adaptada al inicio del biodigestor. Esto pensando en una retención máxima de 1 día y medio de la mezcla en la fosa.

- Comprar e instalar materiales necesarios para la construcción del biodigestor.

Ente ejecutor: Ingeniero Ambiental
Lugar: Área de tecnologías apropiadas vinculada al área de producción
Cronograma:

Actividad	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana….
Diseño y preparación del área de construcción del Biodigestor					
Instalación de biodigestor					
Lavado, captación y retención de aguas residuales porcinas			Permanente, durante la etapa de funcionamiento		
Mantenimiento de biodigestor				Revisión mensual	

Presupuesto: $ 1’000.000
Evaluación: m^3 de mezcla tratada en el biodigestor durante fase de engorde de 87 a 100 Kg
Tecnología: Residuos, Biodigestor
Técnicas: Biológica, digestión anaerobia

Proyecto: Manejo de aguas residuales porcinas y sólidos para fertilización de tierras

Meta: Usar 2,93 m^3 de lodos generados en la fase de ceba cada 5 días en un ciclo productivo en fertilización de suelos y 4.030 Kg de residuos sólidos en un ciclo.

Actividades:

- Diseño y aplicación de losa de cemento para la producción de humus con lombriz roja californiana.

En esta actividad se pretende diseñar y destinar el espacio para la disposición de los residuos sólidos recogidos en las naves del área de transformación, el tratamiento de estos sólidos se hace con la lombriz roja californiana.

El estiércol se dispone en filas a través de la losa de cemento con una pendiente del 3% para secar el estiércol, este se voltea para generar aireación. Si el sustrato es muy acido e impide el crecimiento de las lombrices se deberá hacer la adición de cal. Luego se permitirá el ingreso de gallinas y pollos de engorde, con el fin controlar la producción de moscas sobre el compost y ayudar en la disminución de gastos en alimentación.

Después se lleva a las camas de lombricultura las cuales ocuparan un espacio de 16 m^2, espacio que será debidamente cerrado para evitar el paso de animales.

- Utilización de porcinaza fermentada y generación de abono orgánico producto de lombricultura.

Finalmente se destinará un espacio durante la semana para la fertilización de potreros con fumigadoras, esto debido a las altas pendientes de los potreros y la imposibilidad del diseño de un sistema de aspersión.

El embalaje y venta de abono tendrá lugar en el área de 16 m^2 previamente mencionada, la venta del humus y la lombriz será de forma directa dentro de las instalaciones del predio o por incursionamiento en el mercado local del pueblo, se pretende promocionar el producto en ferias de exposición que se efectúan en la plaza principal del pueblo cada 15 días en el mes.

Ente ejecutor: Ingeniero ambiental, obreros.

Lugar: Zona de tecnologías apropiadas

Cronograma: Construcción en fase de instalación y aplicación Durante toda la fase de funcionamiento

Presupuesto: $ 4`000.000

Evaluación: m^3 de agua residual generada en el ciclo/m^3 de agua residual que se usa en fertilización de potreros, Kg de estiércol solido/cantidad de humus generado y cumplimiento del presupuesto.

Tecnología: Sedimentador y lombricultura

Técnica: Sedimentación, fermentación y digestión aerobia

Proyecto: Tratamiento de aguas grises

Meta: Disponer y reutilizar diariamente 1,3 m^3 de aguas grises.

Actividades:

- Diseño de un biojardín.

Es importante identificar que las aguas grises son aquellas que han sido utilizadas en actividades de lavado y limpieza relacionados con las infraestructuras que no hacen parte directa de la actividad productiva, sino que sirven de apoyo a la misma y que por tanto no contienen altas cargas orgánicas sino más bien se componen de desechos de comida y detergentes entre otros.

Se pretende reducir el impacto que la disposición de estas aguas genera en el ambiente, conociendo que usualmente son vertidas directamente sobre los cuerpos de agua superficiales sin ningún tratamiento previo.

Inicialmente se debe conocer la cantidad de agua a la cual se le va a realizar un tratamiento para no sobreestimar o subestimar las dimensiones del biojardín. Conociendo que en promedio permanecerán 6-7 personas se estima un consumo diario de agua de 200 litros aproximadamente. Esto basados en el manual para la construcción de biojardineras (Asociación Centroamericana para la Economía, La salud y el Ambiente (ACEPESA), 2006).

Una vez establecido el consumo promedio se determinan las dimensiones del biojardín basados en la siguiente figura:

CARACTERÍSTICAS DE LA BIOJARDINERA	Unidades	Dimensiones para					
		4 personas (200 l/p-d)	4 personas (120 l/p-d)	7 personas (200 l/p-d)	7 personas (120 l/p-d)	10 personas (200 l/p-d)	10 personas (120 l/p-d)
Ancho: B =	m	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Largo: L =	m	5,70	3,50	10,00	6,00	14,00	8,50
Profundidad excavación: H =	m	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
Grava: L_1 =	m	4,56	2,80	8,00	4,80	11,20	6,80
Piedra: L_2 =	m	0,57	0,35	1,00	0,60	1,40	0,85
Diferencia entrada/salida: e =	m	0,06	0,04	0,08	0,06	0,14	0,09
Altura agua: h =	m	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Tiempo retención hidráulica =	días	3,21	3,28	3,21	3,21	3,15	3,19

Figura 31 Características del biojardín según el número de personas en el predio. Fuente: **(Asociación Centroamericana para la Economía, La salud y el Ambiente (ACEPESA), 2006)**.

Como resultado se tienen las dimensiones aplicadas para el diseño, de acuerdo con la siguiente figura.

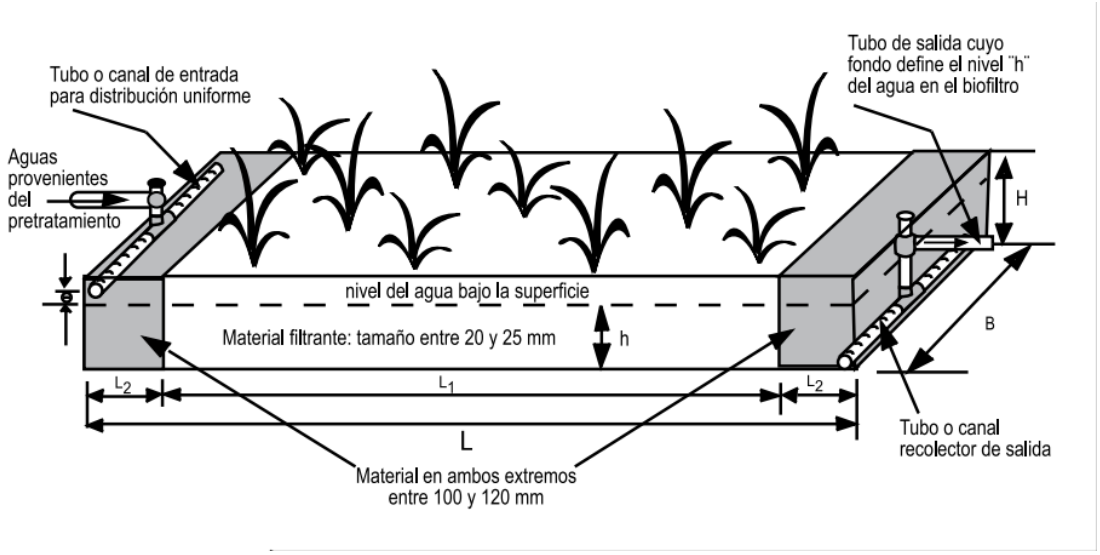


Figura 32 Diseño biojardín. Fuente: **(Asociación Centroamericana para la Economía, La salud y el Ambiente (ACEPESA), 2006)**

Cabe resaltar que adicional al diseño del biojardín es importante contar con un sistema de transporte de las aguas grises donde se haga un filtrado inicial mediante un filtro de malla, y una trampa de grasas. Allí se retendrán los desechos sólidos de tamaño representativo y que podrían afectar la calidad del recurso. Posteriormente las aguas serán depositadas en un tanque de PVC. Allí se dejarán por un periodo de 1 día con el objetivo de separar por sedimentación las partículas suspendidas y las grasas contenidas en el fluido. Dicho tanque contara con una válvula de salida en la parte inferior y dos válvulas en la parte superior, la primera para el ingreso de las aguas grises y la segunda para la salida.

- Instalación del biojardín.

Para la instalación del biojardín es necesario contar con los materiales necesarios tales como estacas, pita, pala, plantas, piedras de diámetro mínimo una pulgada (1 Pulg. = 2,54 cm) plástico de mínimo 1,4 mm de espesor y personal hábil en el manejo de las herramientas.

Inicialmente se establecerá el área donde se va a construir el biojardín. este sitio debe ser ni muy cerca a las instalaciones ni muy lejos (15m aproximadamente) y debe estar por lo menos 25cm por debajo de la altura del sitio donde provienen las aguas a disponer.

Teniendo claro el lugar, se procede a realizar las medidas necesarias para cavar colocando las estacas en los vértices del área y uniéndolos con la pita para utilizarlo como guía según el diseño. Una vez cavada el área se retiran las piedras que presenten un tamaño representativo y que puedan dañar la capa de plástico. paso seguido se coloca el plástico sosteniéndolo con piedras y procurando que quede dispuesto de manera homogénea. a continuación, se introducen los tubos que conducirán el agua (estos deben tener aberturas cada 3cm) posteriormente se distribuyen las capas de grava y gravilla (la cantidad se

establece en el diseño) y finalmente se procede a cubrir el área con una capa de tierra y las plantas a mantener dentro del jardín son introducidas.

Se debe tener en cuenta que los filtros utilizados deben ser revisados y limpiados periódicamente además de seleccionar adecuadamente el tipo de planta a utilizar en este caso se sugieren plantas ornamentales.

Ente ejecutor y tiempos ejecución: Ingeniero ambiental

Lugar: Área de tecnologías apropiadas.

Cronograma: Permanente durante la etapa de funcionamiento

Presupuesto: $450.000

Evaluación: m^3 de agua tratada /m^3 de agua gris que generada, cumplimiento del presupuesto.

Tecnología: Tratamiento secundario - Fitorremediación

Técnica: Biológica, lagunaje natural

9.1.3. Entradas de energía

1 Subprograma de aprovisionamiento de energía en etapa de instalación

Objetivo: Suministrar energía eléctrica para la adecuada realización de las actividades propuestas durante la etapa de instalación.
Área de actuación: Área de construcción.

Acciones a desarrollar: Conexión fuente de energía, construcción red de energía.

Entes participantes: Ingeniero Ambiental, Trabajadores de construcción, empresa de energía de Cundinamarca.

Cronograma: 1 mes

Presupuesto: $1'000.000

Evaluación: Instalación y funcionamiento de red de energía, cumplimiento del presupuesto.

Proyecto: Suministro de energía eléctrica

Meta: Proveer 2,3 Kw/día para iluminación y consumo dentro del área del predio.
Actividades:

- Solicitud de conexión a fuente de energía más cercana

Esta solicitud será radicada ante la empresa de energía de Cundinamarca, allí se especificarán los consumos y el lugar de conexión necesario para el adecuado desarrollo de las actividades planteadas en la etapa de instalación. es de vital importancia que dicha solicitud sea radicada por lo menos con un mes de anticipación al inicio de las obras para que durante la etapa de instalación no exista desabastecimiento de energía y se retrasen las actividades.

- Instalación cableado provisional para conexión eléctrica.

Una vez solicitada la conexión se debe conectar el área a construir con la fuente de energía aprobada por la empresa de energía de Cundinamarca, para esto será necesario contar con el apoyo técnico de la empresa, pero se deben tener claros los sitios estratégicos de conexión al interior del predio para instalar una red al interior del predio que sirva para abastecer las áreas en construcción de manera planeada.

Ente ejecutor y tiempos ejecución: Empresa de energía de Cundinamarca, firma constructora.

Lugar: Predio, área de construcción.

Cronograma: Permanente

Presupuesto: $1'000.000

Evaluación: Kw/día abastecidos/ Kw por día necesarios.

Tecnología: Aprovisionamiento de Energía eléctrica - Adoptada
Técnicas: Físicas**;** Conducción, Reducción.

2 Subprograma de aprovisionamiento de energía en etapa de funcionamiento

Objetivo: Abastecer de la energía eléctrica y el gas natural requerido para el funcionamiento de las áreas propuestas.

Área de actuación: Áreas fundamentales, principales e importantes

Acciones a desarrollar:

Abastecimiento de energía eléctrica

Abastecimiento de gas natural

Entes participantes: Empresa de energía de Cundinamarca e Ingeniero Ambiental.

Cronograma: Permanente durante la etapa de funcionamiento

Presupuesto: $2’400.000

Evaluación: Número de proyectos realizados en totalidad/ Cumplimiento de los proyectos pertenecientes a este programa, cumplimiento del presupuesto.

Proyecto: Suministro de gas natural

Meta: Abastecer y mantener el consumo de gas natural en el valor promedio de 0,59 m^3/día

Actividades:

Instalación de la red de gas natural

Construcción de biodigestor

Monitoreo y verificación del estado de la conducción de gas natural

Mantenimiento y supervisión del biodigestor.

Ente ejecutor: Ingeniero Ambiental

Lugar: Biodigestor (20 m^2) área de tecnologías apropiadas.

Cronograma:

Actividad	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana…
Instalación de la red de gas natural					
Construcción de biodigestor					
Monitoreo y verificación del estado de la conducción de gas natural					
Mantenimiento y supervisión de biodigestor					Revisión mensual durante funcionamiento

Presupuesto $ 400.000.

Evaluación: m^3 de gas consumidos, cumplimiento del presupuesto.

Tecnología: Abastecimiento y Regulación del consumo de Gas - Adaptada
Técnicas: Físicas; Reducción**,** Válvula controladora del flujo de gas cuando está en desuso.

Proyecto: Suministro de energía eléctrica

Meta: Proveer y mantener el consumo de energía eléctrica en 195,52 Kw/día para el funcionamiento de las áreas propuestas
Actividades Revisión de las redes eléctricas, Control del consumo de energía eléctrica mediante sensores.
Ente ejecutor: Ingeniero Ambiental y empresa de energía de Cundinamarca
Lugar: Áreas fundamentales, principales e importantes.
Cronograma: Permanente durante la etapa de funcionamiento
Presupuesto: $ 2`000.000
Evaluación: Kw/día de consumo en cada área, cumplimiento del presupuesto.
Tecnología: Regulación del consumo de energía eléctrica - Limpia
Técnicas: Física; Conducción, Reducción.

9.1.4. Salidas de energía

1 Subprograma para el manejo eficiente de emisiones de energía en etapa de funcionamiento

Objetivo: Promover una cultura del uso eficiente de la energía e Implementar medidas encaminadas al control de la propagación de olores ofensivos generados por las excretas de los animales.
Área de actuación: Áreas Funcionales del proyecto.
Acciones a desarrollar:
Implementación de una barrera viva acorde a las necesidades del proyecto.
Controlar las emisiones lumínicas y el desperdicio de energía destinada para iluminación y aparatos eléctricos.
Entes participantes: Ingeniero ambiental, Porcicultor.
Cronograma: Permanente en la etapa de funcionamiento.
Presupuesto: $ 1´000.000
Evaluación: Proyectos ejecutados en su totalidad.

Proyecto: Control de la calidad del aire y Mitigación de malos olores.

Meta: Percepción nula de olores ofensivos a 10 m de las naves
Actividades:

- Diseño de barrera viva:
- Para lograr el éxito de implementación de la barrera viva se debe evaluar el cumplimiento de los estándares indicados a continuación:
- Se deben emplear varios estratos arbóreos (fustales, brinzales y latizales).
- Se deben utilizar especies arbóreas que no requieran altas cantidades de riego.
- Se deben usar especies endémicas de la región.
- Si es posible se debe recurrir a especies que generen beneficios adicionales (Conservación de biodiversidad, protección a la variación climática, producción de productos maderables, corredores biológicos, control de erosión, salud animal, etc.)
- La barrera debe establecerse con especies de copas no muy grandes y que conserven las hojas durante todo el año.
- Se busca que las especies de la línea externa sean de rápido crecimiento y tengan una altura superior a 10m.
- La densidad de la barrera viva debe ser no mayor a 8 m. dispuestas alrededor de las naves.

A partir de los requerimientos de la barrera viva se propone realizar en tres estratos distribuidos de la siguiente manera alrededor de cada una de las naves.

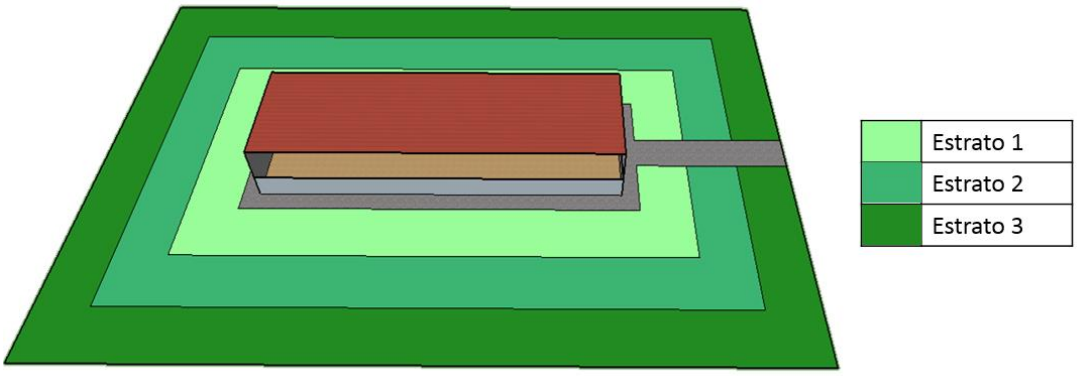
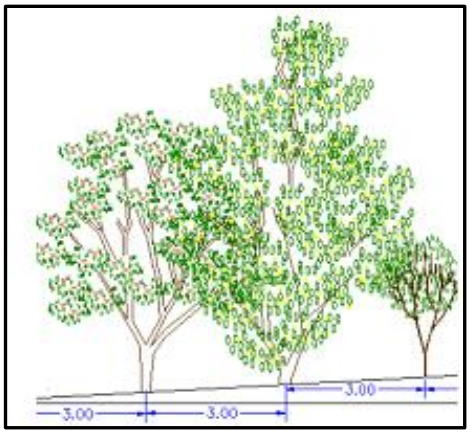


Figura 33 Distribución en el área productiva. Fuente: Autores

El diseño (*Billia columbiana* + *Vochysia ferruginea* + *Genipa americana*) se adapta de la formula previamente presentada por (Mora Pamplona, 2012) en una zona aledaña al predio con características climáticas similares a las del predio. Se verifico que cumpliese con los estándares mencionados previamente. Sin embargo, si al momento de la implementación del

diseño es difícil el desarrollo del mismo esta especie se reemplazará por una que cumpla con la misma función.



- Estrato 1:

Este estrato limita con el sendero peatonal que rodea las naves, debe considerar una distancia de siembra del sendero no inferior a 1m, con el fin de evitar que cuando estos individuos sean adultos, provoquen daños en las estructuras cercanas. La especie escogida para este nivel es la Jagua dado que cumple con la altura requerida y ha sido reportada en zonas aledañas a la zona (Honda), las características principales se muestran en la **Tabla 75.**

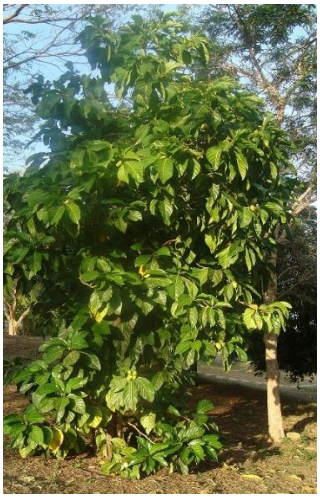
ESTRATO 1		**Nombre común:**	Jagua
		Nombre científico:	*Genipa americana l*
		Altura máxima:	5m
		Forma de la copa:	Umbeleada - redondeada
		Intrusividad:	Baja
		Crecimiento:	Rápido

Tabla 75 Características de la Genipa americana I "Jagua". Fuente: **(Mora Pamplona, 2012)**

- Estrato 2

En este estrato se recomienda que se utilicen especies dominantes en establecerse, que presenten un crecimiento rápido a la vez que favorezcan condiciones físicas del suelo y microclimaticas, facilitando el establecimiento de las otras especies.

Cumpliendo con estas condiciones para este estrato se propone el establecimiento de *Vochysia ferruginea*, especie conocida por el nombre de sonoscuro (presente en Mariquita) las características principales se observan en la **Tabla 76.**

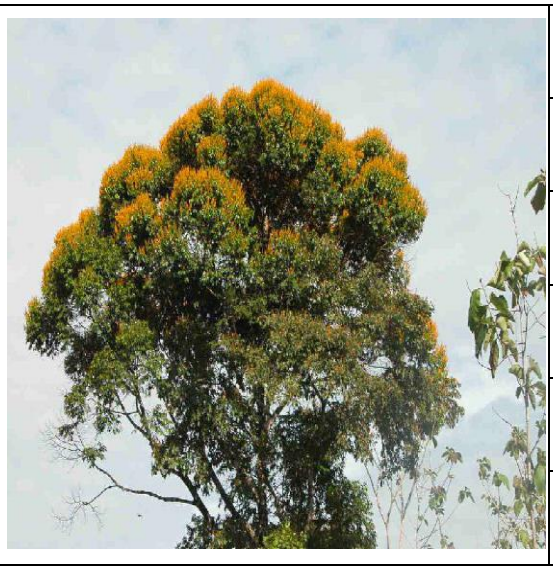
ESTRATO 2		**Nombre común:**	Sonoscuro
		Nombre científico:	*Vochysia ferruginea*
		Altura máxima:	30 - 50 m
		Forma de la copa:	Redondeada muy densa
		Intrusividad:	Baja
		Crecimiento:	Muy rápido

Tabla 76 Características de *Vochysia ferruginea* **(Mora Pamplona, 2012)**.

- Estrato 3

Este estrato es el borde externo de la barrera viva debe tener una copa densa y hojas durante todo el año ya que este estrato es el que va a recibir el golpe de viento con más intensidad y tiene la función de reducir la intensidad del mismo.

Por lo cual se propone para este estrato la especie *Billia columbiana.* Las características se observan en la **Tabla 77**.

ESTRATO 3		**Nombre común:**	Cariseco
		Nombre científico:	*Billia columbiana*
		Altura máxima:	30
		Forma de la copa:	Ovalada
		Intrusividad:	Baja
		Crecimiento:	Rápido

Tabla 77 Características de la especie *Billia columbiana* "Cariseco". Fuente: **(Mora Pamplona, 2012)**.

- Plantación de barrera viva:
- La plantación proyecta una adecuada articulación de las especies según el estrato esto con el fin de evitar competencia entre especies y fortalecer esta área como un pequeño hábitat principalmente para la avifauna.

- El modelo de distribución propuesto se muestra en la **Figura 34.**

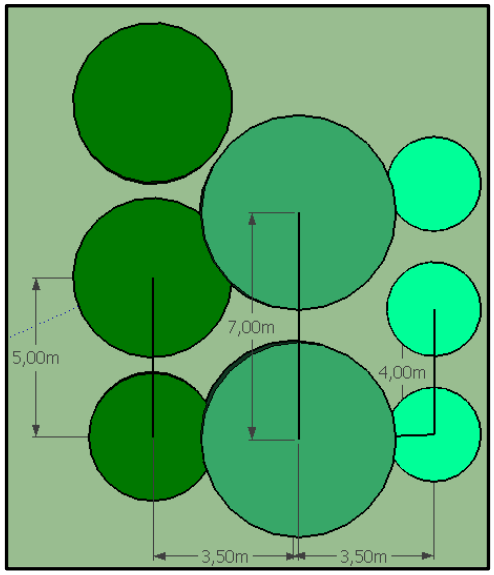


Figura 34 Modelo de plantación alrededor de las naves. Fuente: Autores.

- Se distribuirá a partir de la especie dominante, la cual se ubica en el estrato No. 2. Las líneas a su vez tienen unas distancias de siembra determinadas, quienes pueden incrementar según la necesidad que se presente en el terreno, pero no pueden ser inferiores por la competencia de nutrientes que se presentaría.

- Para la plantación deben conseguirse las plántulas correspondientes a cada una de las especies, verificando: estado fitosanitario, desarrollo de raíces secundarias y una adecuada condición.

- Se deberá acondicionar el terreno, realizando una limpieza sin que conlleve al aprovechamiento de especies que se encuentren en la zona, lo cual no implica la tala sino una replantación u otra actividad según sea el caso.

- Se trazarán las líneas de siembra, marcando por medio de estacas u otro elemento el punto exacto donde deberá ir cada uno de los individuos, en caso de presentar ajustes por condiciones propias del terreno se debe aclarar y buscar de manera inmediata el sitio más apropiado para la plantación del individuo sin olvidar las recomendaciones dadas anteriormente.

- Se realizará el ahoyado de acuerdo al porte de cada una de las especies que se van a plantar y del estado fenológico en el que se encuentren las plántulas.

- Se debe realizar una fertilización la cual va a ser determinada por el estado actual del suelo, garantizando propiedades edáficas suficientes para el adecuado crecimiento de las plántulas.

- Transporte de plántulas al punto carreteable más cercano a el sitio de siembra, se debe garantizar que este no sea superior a 300m, en el caso de llegar a presentarse este caso se hará necesario otro medio de transporte que garantice las adecuadas condiciones de las plantas.

- Se debe realizar una instalación definitiva de las plántulas (plantación), en los sitios previamente destinados, se debe procurar al máximo que este procedimiento no perjudique las raíces y se mantenga el sustrato con el que provienen las plantas. Se debe gestionar que la plantación se realice bajo las adecuadas condiciones climáticas y disminuir al máximo el tiempo desde la salida del vivero de las plántulas al momento de siembra.

- Replanteo, en caso de presentar mortalidad se realizará una nueva plantación esta actividad debe disminuirse al máximo y procurar un adecuado desarrollo previo.

- Mantenimiento y monitoreo de barrera viva:

Se generará un protocolo de mantenimiento el cual se llevará a cabo con una frecuencia mensual e incluirá las actividades de poda, fertilización, revisión fitosanitaria y replanteo para cada uno de los estratos, según corresponda y de manera articulada se ejecutará un monitoreo de cada uno de los estratos**.**

Ente ejecutor: Ingeniero ambiental, técnico forestal
Lugar: Área de tecnologías de la finca "El Regalo".
Cronograma:

Actividad	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana...
Diseño de barrera viva					
Plantación de barrera viva					
Mantenimiento y monitoreo de barrera viva					frecuencia mensual

Presupuesto: $ 800.000
Evaluación: (Personas que percibieron olores ofensivos a 10m de las naves/ Total de encuestados) *100.
Tecnología: Control de olores, barrera viva.
Técnicas: Barreras interceptoras.

Proyecto: Uso eficiente de la energía eléctrica

Meta: Mantener el consumo de energía por debajo de los 236 Kw/mes.
Actividades:

La eficiencia energética es el conjunto de acciones que permiten optimizar la relación entre la cantidad consumida y productos y servicios finales obtenidos. (CONAFE, 2013) Esto se puede lograr a través de la implementación de diversas medidas e inversiones a nivel tecnológico, de gestión y principalmente de hábitos culturales en las personas.

El objetivo principal de este proyecto consiste en usar bien la energía a través de acciones en cada uno de los habitantes y/o trabajadores del predio. Para lograr esto se realizarán talleres didácticos en donde se enseñe algunas de estas acciones que finalmente se ven traducidas en la reducción del consumo energético y en el mayor aprovechamiento posible de la energía.

Estos talleres se realizarán una vez cada seis meses, adicionalmente se realizará un monitoreo de los consumos de energía comparando los consumos mensuales anteriores con los consumos del mes actual. En caso de no cumplir con el objetivo se buscarán alternativas en cuanto a dinámicas al interior del predio en relación a las prácticas de consumo y ahorro.

Algunas prácticas de consumo eficiente se muestran a continuación:

- Desconectar los electrodomésticos cuando no se estén utilizando
- Aprovechar la luz natural en vez de encender los bombillos.
- Pintar las paredes y los techos de colores claros.
- Comprar bombillos ahorradores de energía.
- Procurar no abrir los refrigeradores muchas veces para que conserven el frío al interior de los mismos.
- No mantener conectados equipos de apoyo a la producción mientras no se estén usando.

Ente ejecutor: Ingeniero Ambiental.
Lugar: Área total del predio.
Cronograma: Permanente.
Presupuesto: $100.000 mensuales durante la etapa de funcionamiento.
Evaluación: Consumo mensual / Consumo mes anterior, Cumplimiento de la meta en consumo.
Tecnología: Gestión la energía – Limpia.
Técnicas: Reducción.

9.1.5. Entradas de materia prima

1 Subprograma para provisión de materia prima en fase de instalación

Objetivo: Emplear de manera eficiente los materiales necesarios para la realización de la construcción del proyecto de inversión.
Área de actuación: Finca "El Regalo"
Acciones a desarrollar: Control y organización de materiales de construcción
Entes participantes: Ingeniero Ambiental, Firma constructora
Cronograma: 4 meses
Presupuesto: $ 900.000
Evaluación: Cumplimiento del proyecto de control y organización de materiales de construcción

Proyecto: Control y selección de espacios adecuados y construcciones termo reguladas

Meta: Construcción de 1 centro de acopio y uso del 100% de materiales en obra.
Actividades:

- Evaluación del posicionamiento del centro de acopio y materiales adecuados para su construcción

En esta actividad se seleccionan materiales para la construcción de un centro de acopio temporal de 20 m^2, el cual tiene como objetivo la recepción de materiales de construcción que puedan afectarse por las condiciones climáticas y esta acondicionado para mantenerlos en buen estado. Se evalúan la consecución de materiales baratos y fáciles de montar en el campamento (**Ver Figura 35**).



Figura 35 Centro de acopio. Fuente: **(Ministerio de ganadería, agricultura y pesca , 2009)**

- Construcción de cajones para almacenamiento de materiales en espacios confinados

En esta actividad se diseña los cajones que irán dentro del dentro de acopio y conservaran materiales de construcción, como arenas, cementos, ladrillos, pétreos o productos de arcilla (**Ver Figura 36**), además se diseñaran los espacios para la ubicación de tuberías, hierros, pinturas y otros materiales con sus respectiva señalización, la inclusión de zonas verdes como lugares de zonas de acopio se evaluara solo para insumos de gran tamaño que puedan ser expuestos al medio y no generen ningún tipo de contaminación por afectación del clima hacia el suelo.

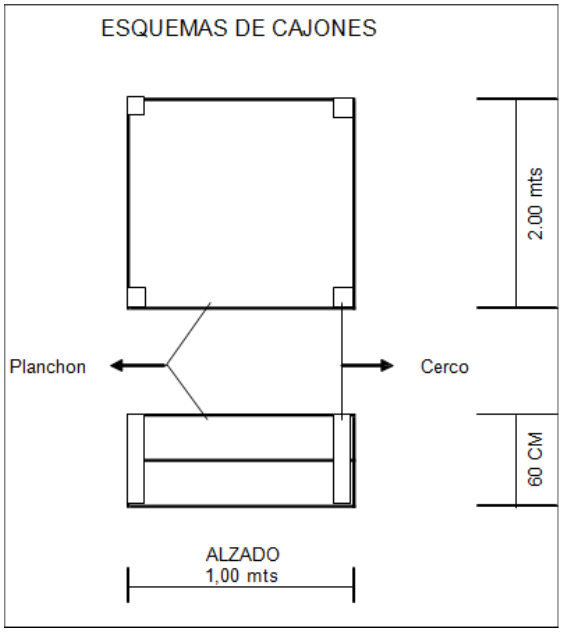


Figura 36 Esquema de cajones en centro de acopio. Fuente: **(Instituto de desarrollo urbano, 2009)**

Ente ejecutor: Ingeniero ambiental, jefe de obra y obreros
Lugar: Inicio de la zona de construcción
Cronograma: una semana al inicio de la obra.
Presupuesto: $ 700.000
Evaluación: Cantidad de materiales usados sobre los proyectados, calidad del centro de acopio.
Tecnología: Arquitectura bioclimática, Bóveda
Técnicas: Solar térmica

Proyecto: Disposición adecuada de materiales de construcción

Meta: Llevar el manejo, control e inventario del 100% de los materiales de construcción.
Actividades:

- Recepción y clasificación de los materiales que llegan al campamento
- Desarrollo de procedimientos para la disposición de materiales de construcción en centro de acopio

Ente ejecutor: Ingeniero ambiental, jefe de obra y obreros.
Lugar: Campamento y centro de acopio.
Cronograma: Durante toda la ejecución de la obra
Presupuesto: $ 200.000
Evaluación: Cantidad de materiales proyectados sobre cantidad de materiales recibidos. Cantidad de material utilizado sobre el volumen de materiales puestos al frente de la obra de trabajo.

Tecnología: Gestión integral de materiales
Técnicas: Reducción de pérdidas, prevención

2 Subprograma para provisión de materia prima en fase de funcionamiento

Objetivo: Evaluar y establecer los subproductos y las dietas apropiadas en los cerdos asociadas a la reducción de costos en la compra de alimento.
Área de actuación: Área de tecnologías apropiadas asociada a las áreas de abastecimiento, transformación y producción.
Acciones a desarrollar: Adecuación de área para siembra de policultivos, diseño de plan de dietas para cerdos.
Entes participantes: Ingeniero ambiental, veterinario.
Cronograma: Durante todo el funcionamiento cada 2 ciclos.
Presupuesto: 2'700.000
Evaluación: Número de proyectos realizados en totalidad/ Cumplimiento de los proyectos pertenecientes a este programa, cumplimiento del presupuesto.

Proyecto: Control y evaluación de diferentes tipos de dietas para la actividad porcícola.

Meta: Reducir los costos de alimentación entre un 25 a 30% probando 4 tipos diferentes de dieta.
Actividades:

- Evaluación de dietas propuestas

Para llevar a cabo cada fase de esta evaluación se analiza las disponibilidad y oportunidad de este recurso en la finca el regalo, es decir la presencia del subproducto evaluado y las características del medio que favorecen la siembra de este, además los beneficios que traen en la crianza de cerdos y los rendimientos presentados en estudios realizados por (Instituto Colombiano Agropecuario, 2003). A continuación, se enlistan 3 dietas diferentes a evaluar, resaltando el producto principal para cada una: 1) Ramio con concentrado, 2) Bore con concentrado y 3) Yuca fresca con harina de soya.

1) Ramio con concentrado: En esta dieta se proponen dos distribuciones de alimentos en fases diferentes del ciclo, para el levante y ceba. En la primera 1,3 Kg de concentrado y 1,9 Kg de ramio fresco picado y en la ceba 2,1 Kg de concentrado y 3,3 Kg de ramio. Este tipo de alimentación da aumentos de peso de 0,750 Kg diarios y disminución del consumo de concentrado de un27,8 y 27,6 % en cada fase.

2) Bore con concentrado: Esta dieta se propone para la ceba de cerdos a partir de los 70 Kg de peso. Se debe reemplazar en un 20% de la cantidad diaria de comida suministrada. Produce disminuciones de consumos del 35 al 40% a medida que aumenta de peso el cerdo.
3) Yuca fresca con harina de soya: Para esta dieta la harina de soya hace parte fundamental aportando la proteína necesaria para complementar la dieta.
En cerdos con peso de 20 a 35 Kg se les suministra 3 Kg de yuca y 558 gramos de suplemento con 43% de proteína.
En cerdos con peso de 35 a 60 Kg se les suministra 3 Kg de yuca y 651 gramos de suplemento con 43% de proteína.
En cerdos con peso de 60 a 100 Kg se les suministra 5 Kg de yuca y 700 gramos de suplemento con 43% de proteína.

- Selección de dieta y planeación de distribución en cerdos

En esta actividad se escoge una de las 3 dietas anteriormente descritas y se planifica la distribución y cantidades de alimentos a suministrar para un lote de 10 cerdos durante todo el ciclo de producción.

- Análisis de rendimientos en reducción de costos para alimentación

Se compara la cantidad de alimento que dejo de suministrársele a los cerdos y los costos que estos generan, con el costo de haber producido el alimento suplementario e la dieta seleccionada.
Ente ejecutor: Ingeniero ambiental, Veterinario zootecnista.
Lugar: Áreas de abastecimiento, transformación y producción
Cronograma:

Actividad	Semana 1	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Semana 14
Evaluación de dietas propuestas					
Distribución de dieta seleccionada					
Análisis de rendimiento de dieta					

Presupuesto: $ 700.000
Evaluación: Cantidad de dietas evaluadas / cantidad de dietas propuestas, porcentaje en disminución de costos real / porcentaje propuesto.
Tecnología: Agricultura sostenible
Técnicas: Cultivo en franjas, laboreo mínimo, rotación de cultivos.

Proyecto: Sistema de abastecimiento productos alimenticios secundarios

Meta: Producir 90 a 92 toneladas/ha/año de Ramio, 140 toneladas/ha/año de Bore o 156 toneladas/ha/ciclo de yuca/soya.

Actividades:

- Evaluación de tipo de policultivo y diseño espacial

En esta actividad se selecciona el tipo de cultivo adecuado y su asociación respectiva de acuerdo a lo requerido para la alimentación de los cerdos, los tipos de cultivos que se pueden dar son los mixtos, en franjas, de rotaciones o de cobertura. Su distribución espacial puede ser dependiendo el cultivo como en la **Figura 37**.

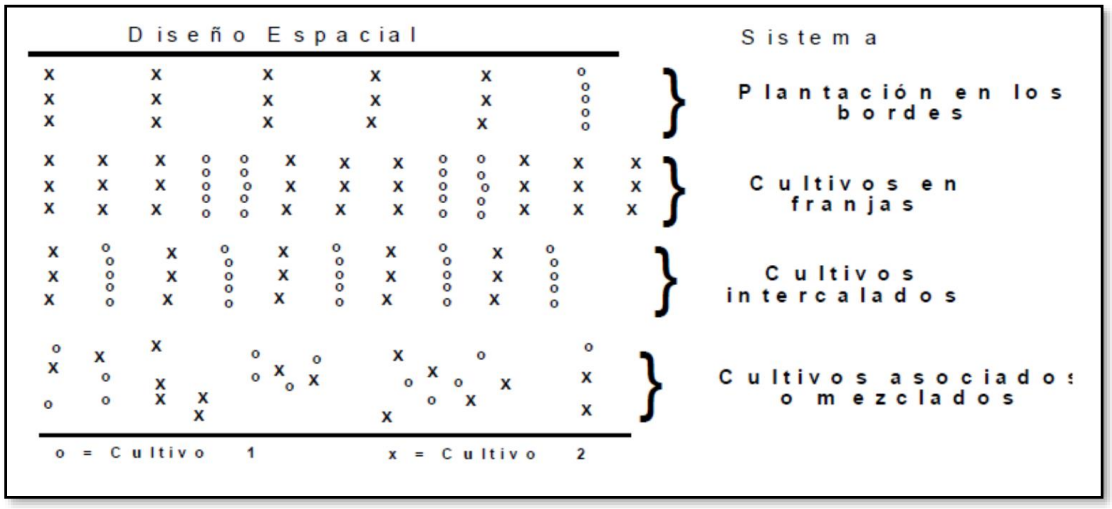


Figura 37 Diseño espacial de policultivos. Fuente: **(Flores, 2011)**

- Preparación de área de siembra y cosecha

Teniendo en cuenta el producto principal que se busca explotar con la siembra, se evalúan características como enraizamiento, desarrollo radical, necesidad de nitrógeno o represores de agentes patógeno o malezas que impidan el desarrollo. De esta manera establecer los tiempos de siembra y las necesidades de cada elemento dentro del policultivo.

- Manejo del suelo post-cosecha

Es importante tener en cuenta el desgaste del suelo y lo susceptible que es después de que se recoge una cosecha, en esta actividad se evalúan situaciones que se deben evitar tales como dejar el suelo descubierto mientras se dan las rotaciones, no tener la disponibilidad de especies que eviten el crecimiento de la maleza, no establecer especies que aumente la fertilidad del suelo. También es importante tener en cuenta o se recomienda lograr una máxima producción de biomasa que aporte materia orgánica al suelo, hacer planes de

rotación de cultivos a largo plazo y aprovechar la luz por área foliar mediante aprovechamiento del espacio aéreo.

Ente ejecutor: Ingeniero ambiental.

Lugar: Áreas de tecnologías apropiadas y abastecimiento.

Cronograma:

El establecimiento debe hacerse con anterioridad al comienzo del ciclo de producción porcícola y va asociado a los días de corte de los productos sembrados para evaluar las dietas.

Actividad	Semana 1	Mes 1	Semana…
Evaluación de tipo de cultivo			
Preparación de área de cosecha y siembra			
Manejo del suelo post-cosecha			Durante el funcionamiento

Presupuesto: $ 2`000.000

Evaluación: 90 a 92 toneladas/ha/año de Ramio, 140 toneladas/ha/año de Bore o 156 toneladas/ha/ciclo de yuca/soya proyectadas sobre la cantidad obtenida.

Tecnología: Agropecuaria, permacultura

Técnicas: Rotación de cultivos, control biológico, policultivos, abono orgánico.

9.1.6. Salida de materia prima

1 Subprograma para el manejo de residuos sólidos en etapa de instalación

Objetivo: Aprovechar y disponer el material vegetal retirado en la remoción de la cobertura vegetal y sobrantes en las fases de construcción.

Área de actuación: Área de construcción y zonas verdes en el predio.

Acciones a desarrollar: Reutilización y disposición del material vegetal extraído y materiales de construcción.

Entes participantes: Ingeniero ambiental, firma constructora.

Cronograma: una semana al inicio de la construcción, último mes.

Presupuesto: $700.000

Evaluación: Número de proyectos realizados en totalidad/ Cumplimiento de los proyectos pertenecientes a este programa, cumplimiento del presupuesto.

Proyecto: Uso de tierras removidas y cobertura vegetal extraída

Meta: Reutilizar 300 m^3 de tierra extraída en excavación y descapote del terreno y reubicar 9 individuos entre árboles y arbustos.
Actividades: Selección y Adecuación del material extraído, explanación y compactación.
Ente ejecutor: Ingeniero Ambiental, firma constructora
Lugar: Área de obra de construcción (4491,77 m^2) y zonas verdes (4941,93 m^2)
Cronograma:

	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4			
Actividades	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**
Selección del material extraído																
Reutilización																

Presupuesto: $400.000
Evaluación: Toneladas de material usadas/ toneladas extraídas de material, cumplimiento del presupuesto.
Tecnología: Adaptada
Técnicas: Física; explanación y nivelación, revegetalización.

Proyecto: Disposición adecuada de residuos sólidos

Meta: Disponer, deducir o reutilizar el 90% de los residuos generados en el proceso de instalación.

Actividades:

- Diseño del plan de reducción, reutilización y recolección de residuos

Esta fase comprende las capacitaciones, instrucciones y acciones que deben enseñarse a los trabajadores de la obra, de tal forma que evite el desperdicio, mal uso y mala disposición de los materiales utilizados para la construcción de las diferentes edificaciones y espacios del proyecto.

- Adecuación de zona de disposición en el centro de acopio

En el centro de acopio se destinará una zona para la disposición de los residuos que no puedan ser reutilizados en la construcción, clasificados en bolsas de diferente color o en los cajones donde se encontraban anteriormente los materiales que se pueden esparcir en el ambiente por condiciones naturales. Las bolsas irán clasificadas en 3 colores diferentes, verde para residuos ordinarios no reciclables, beige para residuos orgánicos biodegradables, y gris para residuos reciclables aprovechables. Además, será una disposición temporal y posterior a la terminación de la obra o de acuerdo a la capacidad de las bolsas se ira transportando fuera del área del proyecto para su transporte y disposición final.

Ente ejecutor: Firma constructora, Ingeniero Ambiental.

Lugar: Centro de acopio (20 m^2)

Cronograma: 1 Semana al inicio de la obra y capacitaciones durante fase de instalación.

Presupuesto: $ 300.000

Evaluación:

(Kg de residuos almacenados / kg de residuos generados) *100

(Kg de residuos reutilizados / cantidad de residuos generados) *100

(Kg de residuos utilizados en otro proceso / kg de residuos generado) *100

Tecnologías: Gestión integral de residuos sólidos -Limpia

Técnicas: Física; Reducción y reutilización.

2 Subprograma para el manejo de residuos sólidos en etapa de funcionamiento

Objetivo: Disponer de forma correcta los residuos sólidos para su posterior aprovechamiento o entrega para disposición final.

Área de actuación: área de tecnologías específicamente centro de acopio, área de abastecimiento y áreas principales.

Acciones a desarrollar: Clasificación en la fuente de los residuos y disposición adecuada, diseño del proceso de compostaje de la mortalidad.

Entes participantes: Trabajadores de las áreas de transformación y el área de comercialización y consumo.

Cronograma Permanente

Presupuesto: $1`300.000

Evaluación Número de proyectos realizados en totalidad/ Cumplimiento de los proyectos pertenecientes a este programa, cumplimiento del presupuesto.

Proyecto: Disposición adecuada de residuos sólidos

Meta: Lograr el 100% del manejo y disposición de los residuos sólidos generados durante el proceso de producción porcícola y todas las actividades que la complementen.

Actividades:

- Instalación de puntos ecológicos para posterior almacenamiento de residuos sólidos

Los puntos ecológicos estarán dispuestos dentro de la granja en los lugares más concurridos por los trabajadores y las zonas de abastecimiento de productos, esto se debe a que en esas zonas se tiende la generación de residuos. Los desechos se clasificarán como residuos ordinarios no reciclables, residuos orgánicos biodegradables y residuos reciclables aprovechables. Cada uno de estos se identificará con un color especifico y sus contenedores llevaran este color y los tipos de productos que deben ser depositados allí (**Ver Figura** 38).



Figura 38 Diseño contenedores de puntos ecológicos. Autor: Adaptado de **(Raiza Oliveros, 2011)**

- Adecuación del centro de acopio

El centro de acopio será adecuado del utilizado en la fase de instalación para recepción de materias primas y manejo de residuos. Y llevara 4 contendores marcados con los colores de los tipos de residuos que se pueden generar en la granja, además de los residuos peligrosos generados por tratamientos en el área de servicios médicos de urgencias y de medicamentos suministrados a los cerdos, este último contenedor ira señalizado de color rojo y los residuos que contienen llegaran de forma directa en el momento que sean producidos.

- Señalización de puntos ecológicos dentro de la granja
- Capacitación sobre clasificación de residuos a trabajadores

Ente ejecutor: Ingeniero ambiental, trabajadores de la granja

Lugar: Área de tecnologías ambientales aplicadas, centro de acopio (20 m²)

Cronograma:

Actividades	**Mes 1**				**Mes 2**				**Mes 3**			
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
Instalación puntos ecológicos												
Adecuación centro de acopio												
Señalización de puntos ecológicos												
Capacitación a trabajadores	Durante la fase de funcionamiento y del proyecto											

Presupuesto: $ 600.000

Evaluación: kg de residuos dispuestos / kg de residuos generados. Cantidad de personal capacitado / total de habitantes de la granja.

Tecnologías: Gestión integral de residuos sólidos -Limpia

Técnicas: Física; Separación en la fuente, reducción.

Proyecto: Compost de la mortalidad

Meta: Disponer adecuadamente el 100% de los individuos muertos para la generación de compost.

Actividades:

- Conocer en qué consiste el proceso de compostaje y especialmente el compost de la mortalidad.

El compostaje es un proceso que ocurre de forma natural en el que bacterias, hongos y otros microorganismos convierten el material orgánico en un producto estabilizado y excelente para la agricultura. Por otra parte, el compost de mortalidad porcina, es una mezcla de porcinaza fresca con una humedad entre el 45-55%, material vegetal seco, cadáveres y otros, dispuestos en capas que después de un tiempo se estabilizan por la descomposición bioxidativa.

Dentro del animal, microorganismos anaerobios trabajan para degradarlo, liberando fluidos y gases. El proceso aeróbico produce un calor considerable, elevando la temperatura del compost, alcanzando temperaturas superiores de hasta 70°C, eliminando virus y bacterias comunes que pueden estar presentes en el cadáver del animal.

La degradación de la materia orgánica se da en tres fases:

Fase mesófila: Es la primera fase donde actúan las bacterias mesófilas (aquellas que tienen su mayor velocidad de crecimiento a temperaturas comprendidas entre 30°C y 40°C). Dichas bacterias se multiplican y al tener procesos metabólicos exotérmicos elevan la temperatura del compost pudiendo superar los 70°C. Esta fase es corta, puede durar hasta 8 días después de la disposición del cadáver en el cajón.

Fase termófila: En esta fase las bacterias que actúan degradan la materia orgánica bajo condiciones de temperatura entre 40 y 77°C durante un promedio de 20 días.

Fase de maduración: En esta fase actúan mohos y actinomicetos, la temperatura se va reduciendo lentamente hasta alcanzar unos 30°C Durante esta fase la materia orgánica alcanza la maduración adecuada para ser usada libre de patógenos.

El compost de mortalidad de porcinos, es un compuesto rico en materia orgánica y en nutrientes, por lo tanto, su uso en la agricultura como mejorador de suelos y fertilizante orgánico tiene un gran potencial. Además, mejora las propiedades físicas del suelo, la materia orgánica favorece la estructura, reduce la densidad aparente, aumenta la porosidad y permeabilidad, y aumenta la capacidad de retención de agua.

Según unas pruebas realizadas en el Eje cafetero (Asociación Colombiana de Porcicultores, Fondo Nacional de la porcicultura, 2013) se tiene que; con el proceso descrito a continuación, se obtiene un compost maduro después de 90 días de poner la primera capa de mortalidad.

- Asegurar el alimento y las condiciones adecuadas para que los microorganismos puedan realizar su trabajo de forma rápida y eficaz.

- Hay cuatro condiciones especiales a tener en cuenta para el proceso de compostaje; estas son el carbono, el flujo de aire, el contenido de humedad y la temperatura.

- **Carbono:** dado que los animales tienen un alto contenido de Nitrógeno, se debe añadir cantidades considerables de carbono en forma de agente de carga (Viruta, Aserrín, pasto, etc.) con el fin de proporcionar el entorno adecuado para los microorganismos. El proceso solo se dará de manera correcta si existe una relación adecuada entre estos dos elementos. considerando que si hay un exceso de nitrógeno se generará amoniaco lo cual se traducirá en la producción de malos olores y si por el contrario hay demasiado carbono, el bajo suministro de nitrógeno puede limitar la actividad microbiana dando como resultado una lenta descomposición de los cadáveres así con bajas temperaturas.

- **Flujo de aire:** Los organismos aerobios necesitan oxígeno para funcionar, es importante que el oxígeno se pueda mover al interior del compostaje y que el dióxido de carbono y vapor de agua logren escapar. esto significa que el tamaño de la partícula debe permitir el movimiento de aire, pero no debe ser excesivamente grande pues dejaría pasar demasiado aire enfriando la pila y por consiguiente retardando el proceso de descomposición.

- **Contenido de Humedad:** El medio necesario para las reacciones químicas, así como para el transporte de nutrientes y movimiento de los microorganismos es el agua. Un compost con una humedad por debajo del 45% afecta la función de los microorganismos así como demasiada humedad inhibe el flujo de oxigeno dando lugar a malos olores.

- **Temperatura:** Este factor es tanto una necesidad como un resultado del trabajo de los microorganismos. Cuanto más caliente está el compostaje (con un límite de 70°C) más rápido será el trabajo de los microorganismos. Si la temperatura es demasiado baja los microorganismos serán menos activos lo que significa que la descomposición tardara más tiempo en lograrse.

- Selección del sitio para la implementación de la compostera.

En la selección del sitio para la construcción de la compostera se debe tener en cuenta:

- Evitar áreas húmedas o llanuras de inundación.
- Evitar colocar la estructura directamente junto con la producción.
- Evitar colocar la estructura a la vista del público.
- Debe tener en cuenta la posibilidad de vientos predominantes.
- La ubicación de los cajones se debe hacer cerca de la zona de manejo de porcinaza para facilitar la disponibilidad de ésta en la preparación del compost.
- Diseño de la Compostera de mortalidad

Para el diseño de la compostera se toma como base que $1m^2$ de cajón permite alojar 120 kg de mortalidad y un sistema de tres cajones donde el llenado inicial se hace en los cajones laterales y el volteo se hace en el cajón del centro del cual se retira el producto terminado.

En la Tabla 72 se muestran las dimensiones de los cajones, según el tamaño de la granja, con mortalidades de 3% y con una capacidad de procesar un 20% más, para sortear contingencias según la Asociación Colombiana de Porcicultores (2013).

Tamaño de la Granja	A	B
Hasta de 250 Cerdos	1,0	1,2
Entre 250 y 500	1,2	2,0
Entre 500 y 750	1,5	2,5
Entre 750 y 1.000	2,0	2,5

Tabla 78 Dimensiones de cajones por tamaño de la granja. Fuente: (Asociación Colombiana de Porcicultores, Fondo Nacional de la porcicultura, 2013)

Debido a que la granja logrará tener un máximo de 150 Lechones simultáneamente se toman como referencia los parámetros de hasta 250 Cerdos, es decir, los valores correspondientes serían: (a)= 1.0 y (b)=1.2 como se muestra en la siguiente figura.

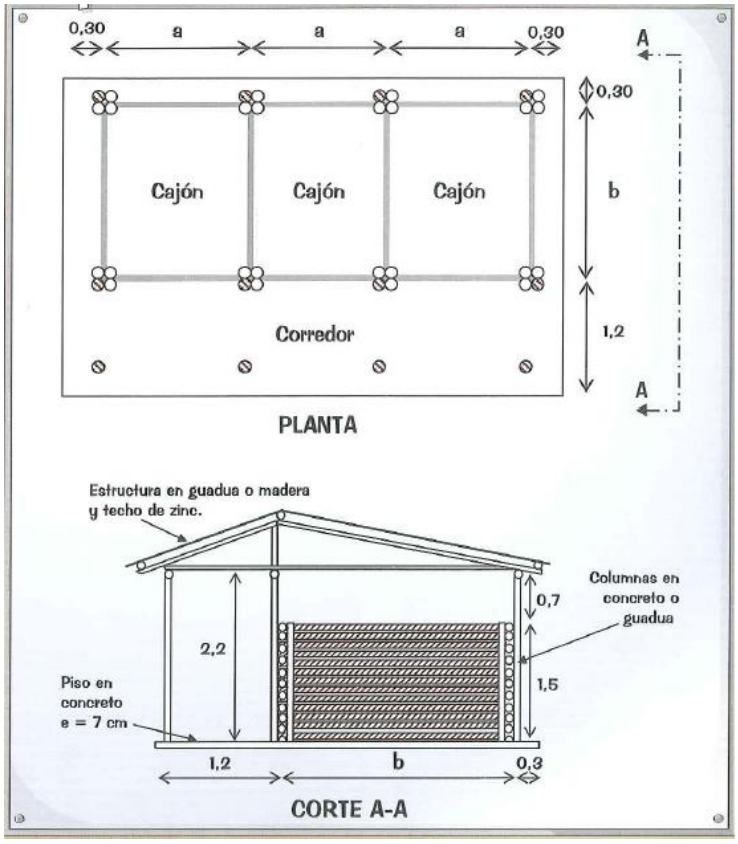


Figura 39 Esquema de diseño de la compostera. Fuente: Manejo de la mortalidad por medio del compost. **(Asociación Colombiana de Porcicultores, Fondo Nacional de la porcicultura, 2013)**

Es importante tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Las casetas de compostaje deben ser construidas en sitios con suficiente aireación y a una distancia tal de los galpones que no haya riesgo de que el viento lleve partículas del compost hasta los animales vivos
- Se recomienda tener una barrera viva entre las casetas de compost y los galpones.
- El piso debe ser construido en concreto para evitar que se presente percolación de los lixiviados en el suelo cuando la mezcla no está bien realizada. Un buen compost no debe generar lixiviados.
- La caseta debe estar en zonas libres de inundaciones y debe contar con canales alrededor que eviten el ingreso de aguas de escorrentías.
- Las divisiones entre cajones se deben hacer en guadua o madera removible de tal manera que permita hacer el llenado del compost, el volteo y el retiro.
- Es importante que las casetas tengan un pasillo para poder manipular la mortalidad. la porcinaza y el material vegetal sin ser afectados por la lluvia, de igual manera debe tener un corredor lateral de 30cm para el mismo efecto.

- La estructura de la cubierta se hace en madera o guadua y techo de zinc, plástico o fibrocemento y debe tener aleros para protegerse de la lluvia.
- Compostaje de la mortalidad.

Prevenir la mortalidad en la granja es el primer paso para el manejo de este tipo de material, pues la reducción en la generación de residuos es fundamental en las prácticas de producción más limpia.

Primero que todo es necesario llevar la mortalidad a las casetas de compost evitando que se rieguen los fluidos, para esto se debe transportar en recipientes adecuados y en buen estado. Previo a esto se debe llenar uno de los cajones laterales con una capa de 20 cm de porcinaza seca, luego otra capa de 15cm de material vegetal seco como aserrín o viruta de madera, bagazo de caña, pasto seco picado o residuos de cosechas picadas y secas.

Encima del material vegetal se ponen los cadáveres, cuidando que queden retirados unos 15cm de las paredes y bien esparcidos, evitando que queden amontonados. A continuación, se cubren con otra capa de porcinaza seca de 15 cm de espesor, una vez se llene esa capa, se pone otra de material vegetal y se siguen haciendo las capas hasta llegar a una altura de 1,5 m. Cuando el primer cajón esté lleno se deja en reposo durante 30 días mientras tanto se va llenando el otro cajón lateral.

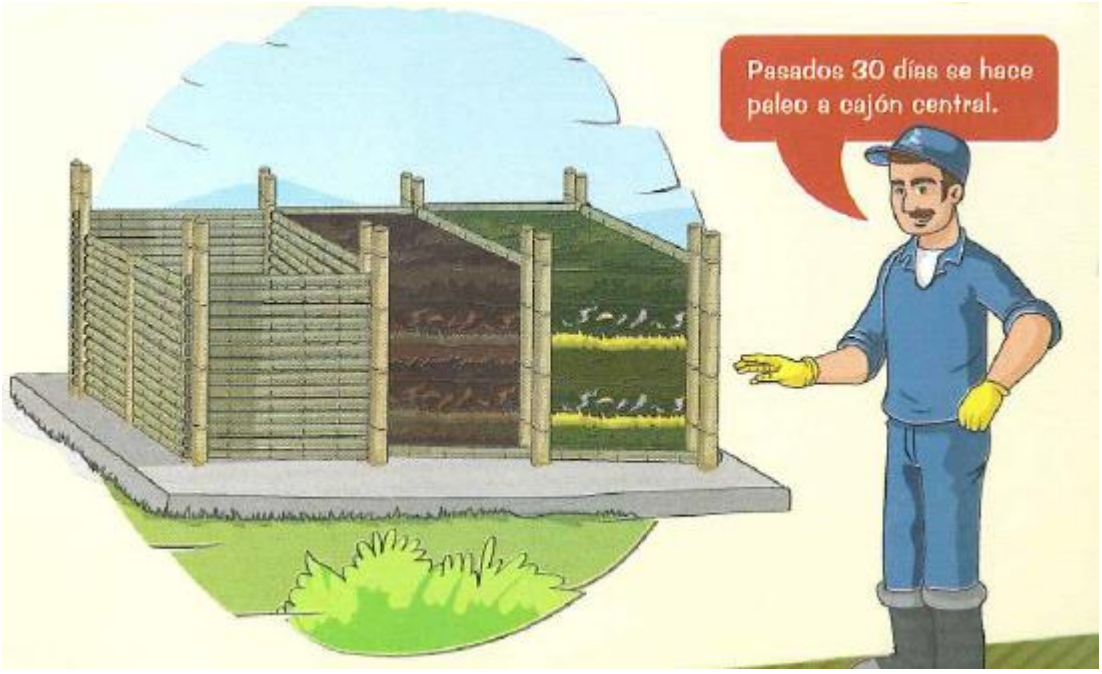


Figura 40 Paleo a estructura central cuando hayan transcurrido 30 días. Fuente: **(Asociación Colombiana de Porcicultores, Fondo Nacional de la porcicultura, 2013)**

Pasados los 30 días es necesario voltear con ayuda de una pala, el compost hacia el cajón del centro, allí se deja en reposo por otros 30 días. Después de este tiempo, extrae y se empaca el producto procesado. En caso de que se observen huesos en esta fase del proceso se deben reincorporar al proceso. El compost generado se puede utilizar en cultivos o fertilización de los suelos.

Ente ejecutor: Ingeniero ambiental

Lugar: Área de Tecnologías apropiadas.

Cronograma: Permanente durante la etapa de funcionamiento.

Presupuesto: $ 700.000 (construcción estructura).

Evaluación: compost de mortalidades generados en el año/ Número total de mortalidades anuales, cumplimiento del presupuesto.

Tecnologías: Compostaje

Técnicas: Digestión aerobia

9.2 Programa de Seguridad Industrial

Tomando como base el decreto 1443 de 2014 donde se establece que debe existir un programa relacionado con la seguridad y salud en el trabajo (SST) y donde además se determinan algunas consideraciones con las cuales éste debe cumplir se establece el presente programa de seguridad y salud en el trabajo el cual tiene como objetivos:

- Identificar los peligros, evaluar y valorar los riesgos y establecer los respectivos controles.
- Proteger la seguridad y salud de todos los trabajadores de la empresa EcoPorc durante la etapa de instalación y funcionamiento.
- Cumplir la normatividad nacional vigente aplicable en materia de riesgos laborales.

Este programa comprende los siguientes subprogramas y sus respectivos proyectos.

9.2.1. Subprograma: Manejo de riesgos antrópicos para la etapa de instalación

Objetivo: Mantener un entorno laboral seguro, controlando y previniendo causas potenciales de daño a la integridad física de los trabajadores durante la etapa de instalación.

Área de actuación: Campamento y áreas de intervención.

Acciones a desarrollar:

- Identificación y control de los elementos y/o escenarios de riesgo.
- Dotación de elementos de protección personal y capacitaciones.
- Ruta de evacuación, señalización, primeros auxilios y atención de emergencias.
- Control y Monitoreo de le Gestión del riesgo

Entes participantes: Trabajadores de la etapa de instalación del proyecto y personal profesional en el área de medicina preventiva y del trabajo.

Cronograma: Se realizarán mínimo tres capacitaciones con intervalos de una semana

Actividades	Semana 1	Semana 2
Identificación y control de los elementos y/o escenarios de riesgo		
Dotación de elementos de protección personal		
Plan de evacuación y señalización		
Control y Monitoreo de la Gestión del riesgo	Permanente durante la Etapa de instalación.	

Presupuesto: $ 3’400.000

Evaluación: Número de proyectos realizados en totalidad/ Cumplimiento de los proyectos pertenecientes a este programa.

1 Proyecto: Prevención y control de accidentes laborales por manipulación de herramientas y trabajo en alturas.

Meta: Disminuir a cero los accidentes ocurridos al interior del predio generados por el desarrollo de trabajos en alturas y el manejo de diferentes herramientas de construcción durante la etapa de instalación.

Actividades:

Entendiendo el Riesgo como la combinación de la probabilidad de que ocurra una o más exposiciones o eventos peligrosos y la severidad del daño que puede ser causada por estos (Decreto 1443 de 2014) y que estos riesgos se clasifican en físicos, Químicos, Biológicos, ergonómicos y psicosociales se procede a realizar una revisión tanto de las instalaciones como de las actividades realizadas por los trabajadores. La identificación de los riesgos engloba las siguientes labores:

- Identificar los peligros presentes, por áreas y/o por puestos de trabajo.
- Identificar quién puede sufrir daños, contemplando la posibilidad de que haya colectivos especialmente sensibles a determinados riesgos.
- Evaluar los riesgos e identificar medidas que se deben adoptar.
- Documentar los hallazgos, detallando las medidas ya adoptadas y las pendientes.
- Planificar las medidas pendientes e implementarlas.
- Revisar la evaluación y actualizarla cuando sea necesario.

Además, se realizará un control del riesgo mediante señalización, Brigadas de Primeros Auxilios, dotación de los empleados con los elementos de protección personal requeridos para el desempeño de cada una de sus funciones.



Ilustración 41 Elementos de protección personal. Fuente: **(Aprovintec, 2013)**.

Durante la etapa de instalación se realizará un monitoreo del uso de los elementos de protección, así como la prevención de accidentes de trabajo mediante las capacitaciones ya mencionadas. Esta labor se efectuará permanentemente hasta finalizar la etapa.

Ente ejecutor: Profesional capacitado en el área de seguridad industrial (medicina preventiva y de trabajo).

Lugar: Área total del proyecto y donde sean desarrolladas actividades de la etapa de instalación.

Cronograma: Permanente durante la etapa de instalación.

Presupuesto: $ 1’400.000

Evaluación: Número de accidentes ocurridos durante la etapa de instalación.

9.2.2. Subprograma: Manejo de riesgos naturales para la etapa de funcionamiento

Objetivo: Contar con las herramientas necesarias para dar una primera respuesta ante una amenaza natural.

Área de actuación: Campamento y áreas de intervención.

Acciones a desarrollar:

- Identificación y control de los escenarios de riesgo.
- Construcción de un directorio telefónico con números de los organismos de la unidad administrativa de gestión del riesgo de desastres y los vecinos de la vereda para poder brindar una ayuda mutua en caso de emergencia.
- Ruta de evacuación, señalización, primeros auxilios y atención de emergencias.
- Control y Monitoreo de le Gestión del riesgo

Entes participantes: Profesional en el área de medicina preventiva y del trabajo, trabajadores.

Cronograma: Se realizarán mínimo dos capacitaciones con intervalos de una semana cada 6 meses.

Actividades	**Semana 1**	**Semana 2**
Identificación y control de los elementos y/o escenarios de riesgo		
Plan de evacuación y señalización		
Control y Monitoreo de la Gestión del riesgo	Permanente durante la Etapa de instalación.	

Presupuesto: $ 1’000.000

Evaluación: Número de proyectos realizados en totalidad/ Cumplimiento de los proyectos pertenecientes a este programa.

1 Proyecto: Prevención y capacitación ante desastres naturales.

Meta: Realizar dos capacitaciones semestrales a los trabajadores del predio.

Actividades:

- Planeación de las capacitaciones a desarrollar.
- Identificar quién puede sufrir daños, contemplando la posibilidad de que haya colectivos especialmente sensibles a determinados riesgos.
- Evaluar los riesgos e identificar medidas que se deben adoptar.
- Realizar simulacros con todos los trabajadores y habitantes del predio.
- Planificar las medidas pendientes e implementarlas.
- Capacitar a los trabajadores en primeros auxilios y atención de desastres con el apoyo de entidades gubernamentales tales como bomberos, defensa civil entre otros.

Existe un riesgo que no podemos controlar y es la posible ocurrencia de un desastre natural ya sea terremoto o incendio. Es importante conocer los números de contacto de los entes de atención a emergencias y desastres de la región tales como la defensa civil, la cruz roja, el ejército, la policía, los bomberos y demás responsables que puedan prestar atención a cualquier emergencia ocurrida en la zona. A continuación, se presentan algunos números de contacto a tener en cuenta:

Defensa Civil Colombiana Seccional Guaduas Tel: 0911 846 60 33 o 144
Cruz roja: 132

Policía Nacional: 112 o 123

Bomberos: 119

Por otra parte, es importante contar con un punto de encuentro identificado y socializado con los trabajadores, así como una señalización de posibles rutas de evacuación.



Entes participantes: Profesional en el área de medicina preventiva y del trabajo, trabajadores.

Cronograma: Se realizarán dos capacitaciones con intervalos de una semana cada 6 meses.

Actividades	Semana 1	Semana 2
Identificación y control de los elementos y/o escenarios de riesgo		
Plan de evacuación y señalización		
Control y Monitoreo de la Gestión del riesgo	Permanente durante la Etapa de instalación.	

Presupuesto: $ 1’000.000

Evaluación: Número de capacitaciones realizadas por semestre.

9.2.3. Subprograma: Manejo de riesgos antrópicos para la etapa de funcionamiento.

Objetivo: Mantener un entorno laboral seguro, controlando y previniendo causas potenciales de daño a la integridad física de los trabajadores aplicando políticas de sanidad y bioseguridad

Área de actuación: Áreas de transformación, abastecimiento, almacenamiento, bienestar social, servicios públicos sanitarios y tecnologías apropiadas.

Acciones a desarrollar:

Cabe resaltar que los riesgos identificados y las medidas de manejo empleadas serán diferentes para cada proyecto.

Por otra parte, las actividades que mayor riesgo generen en la seguridad de los trabajadores serán enfocadas a la actividad productiva, por ejemplo, la elaboración del compost de la mortalidad, manipulación de alimentos y lavado de naves, manipulación de excretas y el funcionamiento del biodigestor. Estos requieren el uso de elementos de protección para las vías respiratorias y extremidades de los trabajadores.

Entes participantes: Ingeniero Ambiental personal profesional en el área de medicina preventiva y del trabajo.

Cronograma: Permanente durante la etapa de funcionamiento.

Presupuesto: $2’000.000

Evaluación: Número de proyectos realizados en totalidad/ Cumplimiento de los proyectos pertenecientes a este programa.

1 Proyecto Control de sanidad, plagas y roedores

Meta: Evitar la generación de eventos (inferior a 1) relacionado a plagas, roedores o parásitos que afecten el entorno de los operarios y los cerdos durante el ciclo productivo.

Actividades:

- Delimitación del perímetro de la granja para evitar el ingreso de otros animales, personas o vehículos a esta.
- Mantener en buen estado de higiene en naves, equipos y animales, por medio de aseo y limpieza diarios.
- Desinfección de equipos, instalaciones y animales buscando eliminar presencia de gérmenes.
- Fumigación para evitar la presencia de agentes transmisores de enfermedades como parásitos externos (piojos, ácaros, garrapatas).
- Vermifugación para evitar la reproducción de parásitos internos dentro de los animales, generalmente inyectables, se realizan al inicio del ciclo y 21 días después.

Ente ejecutor: Profesional capacitado en el área de seguridad industrial, veterinario, personal de servicios generales.

Lugar: Área de transformación, producción, abastecimiento, almacenamiento, servicios públicos sanitarios, tecnologías apropiadas y bienestar social.

Cronograma: Permanente durante la etapa de funcionamiento.

Presupuesto: $ 1’200.000

Evaluación: # casos de generación de eventos asociados a malos manejos - # casos de generación de eventos proyectados.

2 Proyecto prevención orientada a políticas de bioseguridad

Meta: Evitar la contaminación de operarios (inferior a 1) por contacto con excretas y enfermedades en los cerdos por agentes externos durante el ciclo productivo.

Actividades:

- Distribución y diferenciación de operarios en zonas específicas y funciones relacionadas con el contacto de los cerdos y la manipulación de excretas.
- Restricción en ingreso y registros a operarios o personas que ingresen a la granja y hayan tenido contacto con otros cerdos en diferentes granjas.
- Asegurar el uso de vestimenta por parte de los operarios proveniente de la granja, es decir que se haya usado para realizar actividades específicas en la esta y no haya sido expuesta a factores externos. Además de limpieza por medio de duchas desinfectantes antes de ingresar a las áreas de producción de la granja o de manejo de tecnologías.
- Lavado y desinfección de vehículos que ingresan o salen de la granja en el caso requerido.

Ente ejecutor: Ingeniero Ambiental, profesional o técnico capacitado en el área de medicina preventiva y del trabajo.

Lugar de ejecución: Áreas de transformación, almacenamiento, abastecimiento y bienestar social.

Cronograma: Permanente durante la etapa de funcionamiento.

Presupuesto: $800.000

Evaluación: # casos de contaminación o enfermedades asociadas a malos manejos - # casos de contaminación o enfermedades proyectados.

9.3 Programa de Salud Ocupacional

9.3.1. Subprograma de medicina preventiva y de trabajo en fase de instalación

Objetivo: Prevenir y controlar la aparición de patologías en los trabajadores que intervienen en la etapa de instalación del proyecto.

Área de actuación: Área de obra de construcción.

Acciones a desarrollar: Realizar campañas para evaluar el estado de salud de los trabajadores.

Entes participantes: Firma constructora, trabajadores en la etapa de instalación.

Cronograma: permanente durante la etapa de instalación

Presupuesto: $ 250.000

Evaluación: Número de proyectos realizados en totalidad/ Cumplimiento de los proyectos pertenecientes a este programa

1 Proyecto enfermedades laborales

Meta: Garantizar el completo estado de salud de los cinco trabajadores vinculados en la etapa de instalación.

Actividades:

- Verificación del examen médico de ingreso a los trabajadores

Se hace una validación de los exámenes médicos de salud ocupacional realizados a los trabajadores, donde se verifica el estado óptimo y la validez de los resultados del examen con la empresa que los realizo. Esto con el objetivo de conocer el estado de salud de los trabajadores y las posibles situaciones que puedan atentar contra su salud mientras se realizan las obras.

- Examen médico tras retiro del trabajador

Se realizará un examen de salida para evaluar los efectos sobre la salud generados durante la fase de instalación, dicho examen será equivalente al examen de ingreso.

Ente ejecutor: Convenio ARL, Ingeniero Ambiental

Lugar: Área de obra de construcción.

Cronograma: Evaluación médica en la semana 1 y revisión médica en la semana 16.

Presupuesto: $ 250.000

Evaluación: Número de empleados con estado completo de salud al ingreso / número de empleados con estado completo de salud al momento de salida.

9.3.2. Subprograma de medicina preventiva y de trabajo en fase de funcionamiento

Objetivo: Conseguir y mantener un alto nivel de bienestar físico, psíquico y social de los trabajadores en el entorno laboral.

Área de actuación: Todas las áreas de trabajo (administrativa, vigilancia, transformación, comercialización, almacenamiento, abastecimiento)

Acciones a desarrollar:

Conformación del COPASST

Registro y control de la salud de los trabajadores

Entes participantes: firma constructora, especialista en seguridad industrial y salud ocupacional

Cronograma: Permanente

Presupuesto: $ 600.000

Evaluación: Número de proyectos realizados en totalidad/ Cumplimiento de los proyectos pertenecientes a este programa

1 Proyecto enfermedades laborales

Meta: Garantizar el completo estado de salud de los trabajadores vinculados en la etapa de Funcionamiento.

Actividades:

- Verificación del examen médico de ingreso a los trabajadores

Se hace una validación de los exámenes médicos de salud ocupacional realizados a los trabajadores, donde se verifica el estado óptimo y la validez de los resultados del examen con la empresa que los realizo. Esto con el objetivo de conocer el estado de salud de los trabajadores y las posibles situaciones que puedan atentar contra su salud mientras se realizan las obras.

- Seguimiento a condiciones de trabajo de los empleados

En esta fase se verifica el estado óptimo de las condiciones de trabajo de los empleados, tales como el deterioro de las instalaciones, las complicaciones para la realización de algunas tareas de esfuerzo físico y la confortabilidad en el espacio de trabajo.

- Examen médico regular del trabajador

Se realizarán jornadas de exámenes médicos a los trabajadores de la granja para verificar su estado de salud, los exámenes serán de tipo oftalmológicos, de estado visual, exámenes de sangre y generales. También el estado mental del trabajador.

Ente ejecutor: Convenio ARL, Ingeniero Ambiental

Lugar: Áreas principales, fundamentales e importantes.

Cronograma: Permanente

Presupuesto: $ 500.000

Evaluación: Número de empleados con estado completo de salud al ingreso / número de empleados con estado completo de salud al momento de salida.

2 Proyecto Conformación y puesta en marcha del COPASST

Meta: Conformación y puesta en marcha del COPASST en el primer bimestre de funcionamiento.

Actividades:

- ✓ Convocatoria a los trabajadores para pertenecer al COPASST
- ✓ Votación en asamblea general para elección de los representantes de los trabajadores
- ✓ Creación de acta de conformación
- ✓ Reunión del COPASST de manera mensual

Ente ejecutor: Trabajadores, representantes administrativos, ingeniero ambiental

Lugar: Todas las áreas funcionales.

Cronograma: Conformación en el primer bimestre y reuniones de forma permanente

Presupuesto: $ 100.000

Evaluación: Existencia del COPASST tras 2 meses de funcionamiento - Número de reuniones del COPASST anuales.

9.3.3. Subprograma de higiene industrial en fase de instalación

Objetivo: Prevenir y controlar efectos adversos sobre la salud de los trabajadores mediante la gestión de sistemas de prevención

Área de actuación: Área de construcción.

Acciones a desarrollar: Capacitación y creación de sistema de prevención con trabajadores.

Entes participantes: Ingeniero ambiental, trabajadores en la etapa de instalación.

Cronograma: Durante la fase de instalación.

Presupuesto: $ 1`000.000

Evaluación: Número de proyectos realizados en totalidad/ Cumplimiento de los proyectos pertenecientes a este programa.

1 Proyecto control y prevención de efectos adversos en la salud por condiciones ambientales.

Meta: Diseñar el sistema de gestión preventivo y capacitar a los trabajadores en este.

Actividades:

- Diseñar el sistema de gestión preventivo basándose en las condiciones del frente de construcción

La importancia del sistema de gestión preventiva es la base para lograr un ambiente seguro de trabajo, para la fase de instalación se pretende seguir el modelo de prevención (**ver Figura 42**), este se propone ya que las condiciones de trabajo son similares y han sido evaluadas en ocasiones anteriores, además es la base para gestionar los procesos de salud ocupacional y seguridad industrial a futuro en la granja.

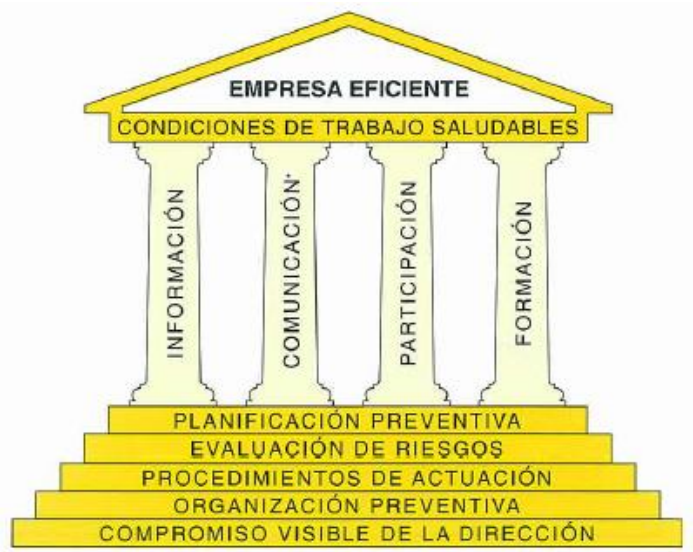


Figura 42 Construcción del sistema preventivo. Fuente: **(Instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo, 2010)**

Ente ejecutor: Ingeniero ambiental, jefe de obra

Lugar de ejecución: Toda el área de construcción.

Cronograma: 2 semanas antes del inicio de la obra y durante la ejecución.

Presupuesto: $ 1`000.000

Evaluación: Construcción total del sistema de gestión preventivo y capacitación a trabajadores.

9.3.4. Subprograma de higiene industrial en fase de funcionamiento

Objetivo: Mejorar las condiciones de trabajo y el amiente laboral en la granja EcoPorc basándose en las experiencias de los trabajadores que laboran en esta.

Área de actuación: Todas las áreas de la granja

Acciones a desarrollar: Evaluación de condiciones ambientales en la granja EcoPorc

Entes participantes: Ingeniero ambiental

Presupuesto: $ 250.000

Evaluación: Número de proyectos realizados en totalidad/ Cumplimiento de los proyectos pertenecientes a este programa.

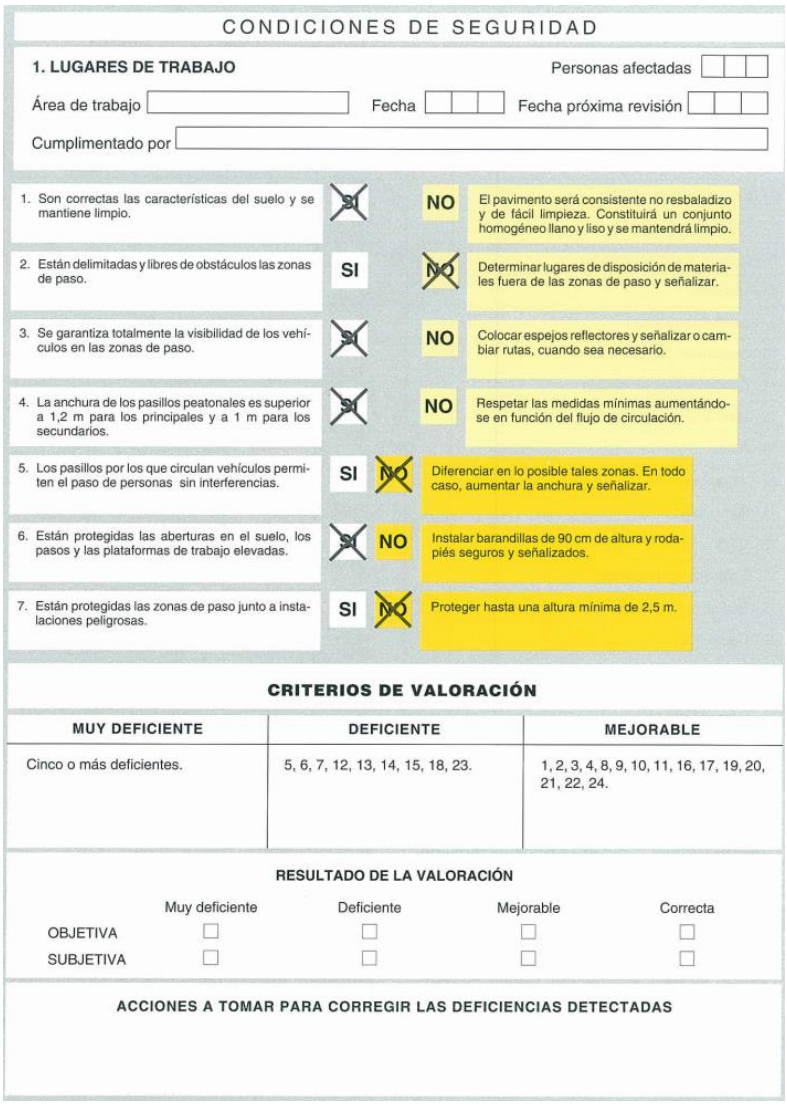
1 Proyecto Evaluación de condiciones ambientales

Meta: Evaluar la totalidad de las condiciones ambientales que puedan generar un riesgo en la granja.

Actividades:

- Estudios de identificación de agentes de riesgo

Para esta actividad se identifican las condiciones ambientales presentes que pueden generar riesgos, aquí se tiene en cuenta los agentes químicos, agentes biológicos, ventilación y climatización, ruido, vibraciones, iluminación, condiciones de calor y frio, radiaciones ionizantes o radiaciones no ionizantes. De acuerdo a las actividades a realizar y las condiciones, se hace una encuesta enfocada a los trabajadores en sus áreas de trabajo (**ver Figura 43**).



CONDICIONES DE SEGURIDAD

1. LUGARES DE TRABAJO Personas afectadas

Área de trabajo Fecha Fecha próxima revisión

Cumplimentado por

1. Son correctas las características del suelo y se mantiene limpio.	~~SI~~	NO	El pavimento será consistente no resbaladizo y de fácil limpieza. Constituirá un conjunto homogéneo llano y liso y se mantendrá limpio.
2. Están delimitadas y libres de obstáculos las zonas de paso.	SI	~~NO~~	Determinar lugares de disposición de materiales fuera de las zonas de paso y señalizar.
3. Se garantiza totalmente la visibilidad de los vehículos en las zonas de paso.	~~SI~~	NO	Colocar espejos reflectores y señalizar o cambiar rutas, cuando sea necesario.
4. La anchura de los pasillos peatonales es superior a 1,2 m para los principales y a 1 m para los secundarios.	~~SI~~	NO	Respetar las medidas mínimas aumentándose en función del flujo de circulación.
5. Los pasillos por los que circulan vehículos permiten el paso de personas sin interferencias.	SI	~~NO~~	Diferenciar en lo posible tales zonas. En todo caso, aumentar la anchura y señalizar.
6. Están protegidas las aberturas en el suelo, los pasos y las plataformas de trabajo elevadas.	~~SI~~	NO	Instalar barandillas de 90 cm de altura y rodapiés seguros y señalizados.
7. Están protegidas las zonas de paso junto a instalaciones peligrosas.	SI	~~NO~~	Proteger hasta una altura mínima de 2,5 m.

CRITERIOS DE VALORACIÓN

MUY DEFICIENTE	DEFICIENTE	MEJORABLE
Cinco o más deficientes.	5, 6, 7, 12, 13, 14, 15, 18, 23.	1, 2, 3, 4, 8, 9, 10, 11, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 24.

RESULTADO DE LA VALORACIÓN

	Muy deficiente	Deficiente	Mejorable	Correcta
OBJETIVA	☐	☐	☐	☐
SUBJETIVA	☐	☐	☐	☐

ACCIONES A TOMAR PARA CORREGIR LAS DEFICIENCIAS DETECTADAS

Figura 43 Cuestionario muestra. Fuente: **(Instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo, 2010)**.

- Estudio de seguimiento de evolución y predominación de agentes de riesgo

La forma de valorar el riesgo es hacer mediciones que indiquen la magnitud en que se encuentra el contaminante en el ambiente y la medida en que afecta o incide sobre el trabajador, basándose en la exposición a la que se encuentra, la concentración de sustancias químicas, nivel de presión sonora, temperatura o humedad es un ejemplo de estas. Como resultados de la evaluación se gestiona un formato correspondiente a las condiciones ambientales revisadas (**ver Figura 44**).


RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN

Área de trabajo | Fecha | Próxima revisión

Cumplimentado por

	OBJETIVA				SUBJETIVA			
	C	M	D	MD	C	M	D	MD
CONDICIONES MEDIOAMBIENTALES								
10.- Contaminantes químicos	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
11.- Contaminantes biológicos	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
12.- Ventilación y climatización	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
13.- Ruido	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
14.- Vibraciones	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
15.- Iluminación	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
16.- Calor y frío	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
17.- Radiaciones ionizantes	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
18.- Radiaciones no ionizantes	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

C=Correcto **M**=Mejorable **D**=Deficiente **MD**=Muy deficiente

Figura 44 Formato para resultados de evaluación. Fuente: Adaptado del Instituto Nacional de seguridad e higiene en el trabajo **(2010)**.

Ente ejecutor: Ingeniero ambiental

Lugar de ejecución: Toda la granja.

Cronograma: Durante todo el funcionamiento cada dos ciclos de producción.

Presupuesto: $ 250.000

Evaluación: Número de riesgos identificados/ Número de riesgos controlados.

10 CONCLUSIONES

La formulación del plan de manejo ambiental es una base fundamental para determinar el potencial y la capacidad de desarrollo que tiene un territorio en este caso la finca "El regalo". También es una herramienta útil para la planeación y coordinación de las actividades que deben desarrollarse dentro del proyecto de producción porcícola y a la vez aporta los fundamentos técnicos para el debido aprovechamiento de los recursos naturales y mitigación de los impactos negativos generados por la actividad pecuaria sobre el medio ambiente.

La caracterización del área de estudio muestra como la finca el regalo a pesar de los años y los fenómenos de expansión agrícola, posee un grado de conservación alto, presentando importantes áreas de extensión con una importancia ecosistémica para la protección de nacimientos de agua, además de suelos pertenecientes a la clase agrologica VIII. En lo socioeconómico se destaca y confirma la baja capacidad de desarrollo técnico en las actividades económicas que se desarrollan actualmente, además de la falta de organización y personal que las ejecute, por ello la importancia de proponer un proyecto que genere un beneficio económico importante sobre el área.

Las actividades principales determinadas en el área de estudio fueron el desarrollo agropecuario tradicional y la posibilidad de inclusión de infraestructura de turismo o agropecuaria, también se destaca la protección de áreas de importancia ecosistémica como un uso compatible y condicionado para las granjas porcícolas. La elección y desarrollo de ingeniería del proyecto de producción porcícola se determina por la capacidad de desarrollo sobre el área de estudio, ya que la inclusión de nuevas estructuras que lo soporten, el manejo tecnificado-tradicional que se propone dentro del proyecto y la distribución espacial que no interviene las áreas de importancia ecosistémica hacen o pretenden llevarlo hacia la sostenibilidad.

La actividad económica seleccionada es compatible con el uso del suelo establecido en el PBOT del municipio de Guaduas. La propuesta de producción porcícola como actividad agropecuaria tradicional está determinada por la capacidad de producción mas no por la tecnificación u organización de los procesos para desarrollarla, es una actividad que se viene desarrollando en el predio de años atrás y se tiene un conocimiento y manejo empírico, por ello la propuesta es mejorarla en cuanto a su desarrollo tecnológico pero limitada en cuanto a su capacidad de producción por el uso de recursos naturales, en este caso el agua.

Como propuesta de estructura para el desarrollo del plan de manejo técnico ambiental se propusieron 11 subprogramas dentro del programa técnico distribuidos de acuerdo a las entradas y salidas de recursos o insumos como el agua, energía y materia prima, donde se proponen los proyectos necesarios para mitigar los impactos negativos sobre estos generados en todas las fases del proyecto, también se proponen 2 subprogramas para el programa de seguridad industrial y 4 subprogramas para el programa se salud ocupacional distribuidos para las fases de instalación y funcionamiento del proyecto.

11 RECOMENDACIONES

El presente plan de manejo técnico ambiental es una herramienta que debe ser implementada en el control de los impactos que la actividad porcícola genera. El éxito del mismo radica en el desarrollo adecuado de cada uno de los proyectos planteados además de la aplicación de las correcciones identificadas durante este proceso.

Uno de los factores que implica mayor costo del proyecto es la alimentación. Para este proceso se recomienda destinar unas áreas del predio para la siembra de productos complementarios a la dieta, esto no solo reduciría los costos de producción, sino que mejoraría el bienestar de los animales.

Es importante como ingenieros ambientales la preservación y conservación del medio ambiente, pero también la capacidad de lograr un equilibrio entre las actividades productivas y dicha conservación. Por tanto, es de vital importancia proyectar la finca como un ejemplo de prácticas amigables con el medio ambiente, apoyando la actividad productiva con acciones de protección, recuperación y conservación de las áreas de importancia ecosistémica con las que cuenta el predio.

Los alcances del programa de manejo ambiental en cuanto a bienestar del trabajador se limitan a las prácticas y lineamientos de seguridad y salud, sin embargo, es importante que el trabajador maneje unas prácticas de higiene básicas antes, durante y después de su labor con los animales. Esto para evitar enfermedades tanto en el trabajador como en los marranos.

La aplicación exitosa de las medidas de manejo ambiental planteadas en el presente documento son una herramienta aplicable a otras granjas porcícolas que pretendan mitigar el impacto que la actividad genera sobre el medio ambiente, sin embargo, deben ser ajustadas a las necesidades de cada sitio en el que se apliquen basados en la producción, tamaño, cantidad de residuos y otras condiciones particulares de cada región.

Teniendo en cuenta que no existe reglamentación nacional frente a la producción de tilapia, y entendiendo que es importante tener un control sobre dicha actividad se recomienda llevar a cabo muestreos periódicos sobre las aguas destinadas para alimentar a estos peces. Esto, con el fin de verificar que la presencia de coliformes fecales y de streptococcus Sp sea inferior a 1000 NMP y 100 NMP respectivamente. Tomando como fuente a (Morales, Blanco, Arías, & Chaves, 2004)

12 BIBLIOGRAFÍA

Acosta, J., & Ulloa, C. (2002). *Mapa Geológico del departamento de Cundinamarca-Memoria explicativa.* Bogotá, Colombia: Ingeominas.

Alcaldía municipal, D. D. (2012). *Plan de desarrollo municipal 2012-2015 Villa de Guaduas - Cundinamarca.* Guaduas, Cundinamarca, Colombia.

Alozanoc11 (Dirección). (2011). *Construya un biodigestor* [Película].

Anguita, P. M. (2006). Desarrollo rural sostenible. Madrid, España: Mc Graw Hill.

Aprovintec. (2013). *Elementos de protección personal*. Recuperado el 6 de Agosto de 2015, de http://www.aprovintec.com/posts/elementos_proteccion_personal

Asociación Centroamericana para la Economía, La salud y el Ambiente (ACEPESA). (Octubre de 2006). Creando Jardines para limpiar nuestra agua- Manual para la construcción de Biojardineras. 34. Costa Rica: Segura Hermanos S.A.

Asociación Colombiana de Porcicultores, Fondo Nacional de la porcicultura. (2013). Compost de la mortalidad. 3-11.

Asociación Colombiana de porcicultores-Fondo Nacional de porcicultura. (Febrero de 2015). Obtenido de http://asoporcicultores.co/porcicultores/images/porcicultores/rondas/2015/Semana06de2015.pdf

Barreto, M. (30 de 01 de 2008). Pisciultura asocida con porcicultura. *ABC rural*.

Brundtland, C. (1987). *Our common Future, Chapter 2*. Recuperado el 15 de Enero de 2013, de http://www.un-documents.net/ocf-02.htm#I

Bunge, V. (2010). *La capacidad de carga en la planeación territorial: una propuesta para su análisis*. Obtenido de http://www.ine.gob.mx/descargas/ord_ecol/2010_doc_trabajo_capacidad_carga.pdf

CAR. (2012). *Plan de Gestion Ambiental Regional (PGAR)* . Bogotá.

Carrero, H. (Febrero de 2005). Manual de Producción Porcícola. Tulua, Valle del Cauca, Colombia: SENA.

Carrión, G. (2008). *Debilidades del nivel regional en el ordenamiento territorial colombiano. Aproximación desde la normatividad política administrativa y de usos del suelo.* Bogotá.

Carvalho, H. (1993). *Normas de sostenibildad: un paso hacia el desarrollo sostenible.* Curitiba: mimeo.

Centro panamericano de ingeniería sanitaria y ciencias del ambiente. (2003). Captación de agua lluvia para consumo humano: especificaciones técnicas. Lima, Perú.

CONAFE. (2013). *Uso eficiente de la Energía*. Obtenido de http://www.conafe.cl/clientehogar/Paginas/UsoEficientedelaEnergia.aspx

Concesión minera . (2005). Mina de carbon "EL REFUGIO" – Guaduas. *Estudio Ambiental*.

Corporación Autonóma Regional de Cundinamarca. (2007). *Estudio diagnostico, prospectiva y formulación cuenca Río Negro* (Vols. Versión I- Capitulo 3). Bogotá, Cundinamarca, Colombia.

Decreto 2041 de 2014. (15 de Octubre de 2014). *Por el cual se reglamenta el titulo VIII de la ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales*. Recuperado el 22 de Diciembre de 2013, de título I, Disposiciones generales:

https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/decretos/34-DECRETO%202041%20DEL%2015%20DE%20OCTUBRE%20DE%202014.pdf
FEDEGÁN. (Noviembre de 2006). Plan Estratégico de la Ganadería Colombiana 2019. Bogotá, Cundinamarca, Colombia: San martín Obregón & Cía.
Flores, R. M. (2011). Policultivos y cultivos asociados.
Gallopín, G. (2003). *Sostenibilidad y desarrollo sostenible: un enfoque sistémico.* Santiago de chile: Cepal.
Glaser, G. (2005). *Geosfera Biosfera.* Barcelona: Planeta.
Gonzalez, E., & Romero, O. (2003). *Estudio preliminar de la disponibilidad, demanday calidad de agua en la subcuenca de la quebrada Mejías.* Mérida, Venezuela: ULA. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales.
group, P. i. (17 de 08 de 2015). *PIC.* Obtenido de http://www.pic.com/cms/Mexico/230.html
Holdridge, L. R. (1979). Ecología basada en zonas de vida. 9. San José, Costa Rica: Colección Libros y Materiales Educativos.
IDEAM. (2010). Leyenda Nacional de coberturas de la tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia escala 1: 100.000.
IED Miguel Samper Agudelo. (s.f.). Recuperado el 08 de Abril de 2014, de https://sites.google.com/site/iedmiguelsamperguaduasonline/nuestro-colegio/sedes
Infojardín. (2002-2015). Obtenido de Trasplante de arboles: http://articulos.infojardin.com/arboles/trasplante-arboles.htm
Instituto Colombiano Agropecuario. (2003). *Opciones tecnologicas para pequeños y medianos productores.* Bogota D.C.
Instituto de desarrollo urbano. (2009). *Programa de materiales de construcción.* Bogotá.
Instituto Geográfico Agustín Codazzi . (1979). *Propiedades químicas de los suelos, Puntaje y Apreciación de la Fertilidad de los suelos.* Bogotá.
Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2000). *Estudio general de Suelos y zonificación de tierras del departamento de Cundinamarca.* Bogotá, Cundinamarca, Colombia: Cartoprint Ltda.
Instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo. (2010). *Evaluación de las condiciones de trabajo.* Barcelona: Centro nacional de condiciones de trabajo.
Ley 388 de 1997. (s.f.). *Por la cual se modifica la ley 9 de 1989, y la ley 2 de 1991 y se dictan otras disposiciones*. Recuperado el 22 de Diciembre de 2013, de Titulo II, Articulo 5: http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=339
Lovelock, J. (2006). *La venganza de la tierra.* Barcelona: Planeta.
Marquez, G. (1996). La gallina de los huevos de oro: Un debate sobre el concepto de desarrollo sostenible. *CEREC/Ecofondo*. Bogotá, Cundinamarca, Colombia.
Massiris, A. (2006). *Políticas Latinoamericanas de ordenamiento territorial: Realidad y desafios.* Tunja: Universidad pedagógica y tecnológica de Colombia.
Mesa, M. (19 de Mayo de 2014). Presidente, Junta de Acción Comunal Vereda Ceniceros. (O. B. Ávila, Entrevistador)
Ministerio de ganadería, agricultura y pesca . (2009). Obtenido de http://www.cebra.com.uy/presponsable/recursos-naturales/medio-ambiente/
Ministerio del medio ambiente, Dirección general ambiental sectorial. (2002). *Guía ambiental para el subsector porcícola.* Bogotá.
Mora Pamplona, J. W. (2012). *Propuesta de recuperación de la ronda Hídrica de un tramo de 2,3 kilometros en la cuenca alta del río dulce, municipio de Sasaima mediante*

rehabilitación forestal. Recuperado el 03 de Abril de 2015, de http://repository.unilibre.edu.co/bitstream/10901/5866/1/MoraPamplonaJonnyWinston2012.pdf

Morales, G., Blanco, L., Arías, L., & Chaves, C. (Diciembre de 2004). Evaluación de la calidad bacteriologica de tilapia fresca proveniente de la zona norte de Costa Rica. Caracas.

Pachon, G. (02 de 02 de 2015). Administrador, Granja Porcícola. (O. Bermudez, Entrevistador)

Pérez K. y Zabala N. (2005-2006). *Diccionario de Acción humanitaria y Cooperación al Desarrollo*. Recuperado el 16 de Enero de 2014, de http://www.dicc.hegoa.ehu.es/listar/mostrar/214

Pierri N. y Foladori G. (2005). *¿Sustentabilidad? Desacuerdos sobre el desarrollo sustentable.* Mexico, D.F.

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). (Enero de 2010). *El cambio climático en Colombia y en el Sistema de las Naciones Unidas.* Recuperado el 03 de Mayo de 2014, de Revisión de riesgos y oportunidades asociados al cambio climático: http://www.pnud.org.co/img_upload/6162646162643434353537373735353535/Brochure%20resumen%20Proyecto.pdf

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2011). *Informe sobre Desarrollo Humano 2011*. Nueva york: PNUD.

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2013). *Informe sobre Desarrollo Humano 2013. El ascenso del sur; progreso humano en un mundo diverso.* Nueva york: PNUD.

Raiza Oliveros, M. S. (2011). *Formulación del plan de manejo ambiental para el proceso de transformación de extractos vegetales derivados del árbol Nim.* Bogotá.

Ramirez, M. (1996). La gallina de los huevos de oro: un debate sobre el concepto de desarrollo sostenible. *CEREC/Ecofondo*. Bogotá, Cundinamarca, Colombia.

RODRIGUEZ-M., J. M. (2006). Libro rojo de los mamiferos de Colombia. 42. Colombia.

Salas, M. (2008). *La ordenación del territorio y la vocación de uso agrícola de la tierra en Venezuela.* (Vol. 49). Venezuela: Revista Geográfica Venezolana.

Secretaría de agricultura y desarrollo rural, o. d. (2000). Mapa de Uso actual y Cobertura vegetal de los suelos. *Plancha 247 IV b*. Guaduas, Cundinamarca, Colombia.

Secretaría de planeación municipal. (2012-2015). *Plan Básico de Ordenamiento territorial Diagnostico por subsistemas*. Recuperado el 20 de Febrero de 2014, de http://www.planeacion.cundinamarca.gov.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/sig_doc_2000%20guaduas%202Diagn%C3%B3stico%20biof%C3%ADsico.pdf

Servicio Geológico Colombiano. (1976). Plancha Geológica 207. *Geología- Honda*. Honda, Cundinamarca, Colombia.

Servicio Geológico Colombiano. (2014). *Mapa Nacional de Amenaza Sísmica*. Recuperado el 15 de 05 de 2014, de http://aplicaciones7.sgc.gov.co/M%C3%81PA_NACIONAL_AMENAZA_SISMICA/default.aspx

Sevilleja, R., Torres, J., Sollows, J., & Little, D. (s.f.). *Deposito de documentos de la FAO.* Obtenido de http://www.fao.org/docrep/006/y1187s/y1187s09.htm

SISBEN. (2014). *Total población sisbenizada al 31 de marzo de 2014. Vereda Ceniceros.* Alcaldía Municipal Guaduas, Cundinamarca, Guaduas.

Ussa, J. (2011). *Guía de manejo técnico ambiental.* Bogota: Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas.

Zuñiga H. y Zuñiga P. (2012). *Valoración comercial del suelo rural de acuerdo a su Capacidad de carga territorial.* Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Zúñiga, H. (2009). *Elaboremos un estudio de impacto ambiental (Documento Técnico).* Bogotá, Colombia: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Zúñiga, H. (2009). *Técnicas y tecnologías ambientales*. Recuperado el 15 de Enero de 2014, de Zuñiga, H. Tecnicas y tecnologías ambientales. Extrhttp://comunidad.udistrital.edu.co/hzuniga/files/2012/06/manejo_z.pdf

Zuñiga, H. (2010). *La pendiente compleja atributo del territorio, util en el ordenamiento espacial del territorio. (Ensayo Técnico).* Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Zúñiga, H. (2010). *Valoración apropiada de la permeabilidad del suelo, cualidad importante en la determinación de la erosionabilidad del territorio*. Bogotá, Cundinamarca, Colombia: Universidad Distrital Francisco Jose de Caldad.

Zuñiga, H. (2011). *La inestabilidad natural del suelo y del terreno en el ordenamiento del territorio municipal.* Bogotá, Cundinamarca, Colombia: Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas.

Zuñiga, H. (2012). *Hagamos el ordenamiento territorial del sector rural de nuestro municipio.* Bogotá, Cundinamarca, Colombia: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Zúñiga, H. (2012a). *Los bienes y servicios ambientales primarios, secundarios y recursos naturales. Una respuesta desu interpretación.* Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Zúñiga, H. (2012b). *Estudio de valoración económica alternativa del terreno de inmuebles en clase agrológica II del municipio de La Calera - Cundinamarca. Trabajo de grado de Maestria de Desarrollo Sustentable y Gestión Ambiental.* Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Zuñiga, H. (2013). Apuntes de clase- Manejo técnico Ambiental . Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas - Ingeniería ambiental.