



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES
CARRERA DE INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE FIJACIÓN DE CARBONO DE LOS
PROYECTOS DE FORESTACIÓN, REFORESTACIÓN Y CONSERVACIÓN
EJECUTADOS POR EL GAD COTOPAXI”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniería
de Medio Ambiente

Autora:

Remache Villacís Flor María

Tutora:

Ing. Tapia Borja Alexandra Isabel Mg.

Latacunga - Ecuador

Agosto – 2016

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Flor María Remache Villacís declaro ser autora del presente proyecto de investigación: “Determinación de la capacidad de fijación de carbono de los proyectos de forestación, reforestación y conservación ejecutados por el GAD Cotopaxi”, siendo la Ing. Alexandra Isabel Tapia Borja Mg., tutora del presente trabajo y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

.....
Flor María Remache Villacís

C.I.: 180459203-6

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **REMACHE VILLACÍS FLOR MARÍA**, identificada con C.C. N° **180459203-6**, de estado civil **SOLTERA** y con domicilio en la calle Av. El Sol y Valdivia Barrio “La Dolorosa” cantón Ambato, a quien en lo sucesivo se denominará **LA/EL CEDENTE**; y, de otra parte, el Ing. MBA. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA.- LA/EL CEDENTE es una persona natural estudiante de la carrera de Ingeniería en Medio Ambiente, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado de titulación de Proyecto de Investigación la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Unidad Académica según las características que a continuación se detallan:

Historial académico.- (OCTUBRE 2010 – FEBRERO 2011 hasta ABRIL – AGOSTO 2016).

Aprobación HCA.- (07 de Diciembre del 2016).

Tutor.- Ing. Alexandra Isabel Tapia Borja Mg.

Tema: **DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE FIJACIÓN DE CARBONO EN LOS PROYECTOS DE FORESTACIÓN, REFORESTACIÓN Y CONSERVACIÓN EJECUTADOS POR EL GADP COTOPAXI.**

CLÁUSULA SEGUNDA.- LA CESIONARIA es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA.- Por el presente contrato, **LA/EL CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA.- OBJETO DEL CONTRATO: Por el presente contrato **LA/EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.

b) La publicación del trabajo de grado.

c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.

d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.

f) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA.- El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA/EL CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA.- El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA.- CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD.- Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA/EL CEDENTE** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA.- LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS.- LA CESIONARIA podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA/EL CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA.- El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en las cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial,

a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA.- En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA.- Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 09 días del mes de Agosto del 2016.

Flor María Remache Villacís

Ing. MBA. Cristian Tinajero Jiménez

EL CEDENTE

EL CESIONARIO

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

“Determinación de la capacidad de fijación de carbono de los proyectos de forestación, reforestación y conservación ejecutados por el GAD Cotopaxi”, de Remache Villacís Flor María, de la carrera de Ingeniería en Medio Ambiente, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, Agosto, 2016

La Tutora

.....

Ing. Tapia Borja Alexandra Isabel Mg.

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, el postulante: Remache Villacís Flor María con el título de Proyecto de Investigación: Determinación de la capacidad de fijación de carbono de los proyectos de forestación, reforestación y conservación ejecutados por el GAD Cotopaxi han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

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

Latacunga, 03 de agosto del 2016

Para constancia firman:

Lector 1 (Presidente)
Nombre: Ing. Alicia Porras Mg.
CC: 050227947-4

Lector 2
Nombre: PhD. Isabel Ballesteros
CC: 175716861-0

Lector 3
Nombre: Ing. Cristian Lozano Mg.
CC: 060360931-4

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme un día más de vida y por la fortaleza y sabiduría para culminar con esta etapa de mi vida. A mis padres por haber confiado en mí y sacrificio que me han brindado durante toda mi vida. Al Ing. Vladimir Ortíz Director de la Dirección Ambiental del Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Cotopaxi (GADPC) por su valioso apoyo, guía, paciencia y comprensión en la realización de este trabajo. Y a mis amigos por su ayuda y compañía durante el periodo de estudio.

Flor Remache

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico a mis padres por su apoyo incondicional, amor, confianza y palabras de aliento en momentos difíciles que me han incentivado a seguir adelante. A mis hermanas que siempre han sido mi fuerza y siempre estuvieron motivándome para concluir con mis estudios.

Flor Remache

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TITULO: “Determinación de la capacidad de fijación de carbono de los proyectos de forestación, reforestación y conservación ejecutados por el GAD Cotopaxi”

Autora: Flor Remache

RESUMEN

El uso de ecosistemas forestales y conservación de páramos como reservorios de carbono cada día es más aceptado. Sin embargo en el Ecuador no existe suficiente información sobre este tipo de estudio. El objetivo de este trabajo fue la determinación de la capacidad de fijación de carbono de los proyectos de restauración forestal y conservación de páramos ejecutados por el GADPC en el año 2016. En primer lugar se estableció la metodología para la cuantificación de carbono donde se utilizó el método directo o destructivo el cual consistió en arrancar las plantas, pesarlas en fresco con una balanza digital y secarlas en una estufa a una temperatura de 75°C durante 72 horas y así obtener la cantidad de biomasa mediante la relación entre peso seco/peso húmedo, luego convertir los valores de biomasa a carbono multiplicamos por la constante de 0.5 y finalmente para determinar la cantidad de dióxido de carbono fijado se multiplica por el factor de conversión de 3.67. Para la investigación las especies vegetativas nativas encontradas en los diez proyectos de restauración forestal objeto de estudio fueron: acacia, aliso, arrayán, azahar y retamo-liso las cuales tenían aproximadamente un año de edad, diámetro menor a 3 cm, altura no mayor a 1.50 m en cuanto a los proyectos de conservación de páramos se tomó muestras de pajonal. Al analizar los resultados correspondientes, se concluye que los proyectos de conservación de páramo debido a sus condiciones ambientales es un gran captador de CO₂ y acumulador de carbono con 823.22 ton/ha y 3021.21 ton/ha de CO₂, en comparación con los proyectos de restauración forestal que acumulan 0.766 ton C/ha y 2.82 ton/ha de CO₂. Como resultado de la hipótesis planteada se manifestó que los páramos de las comunidades Tingo Collas, Pilacumbi y Yanahurco de Juigua existe una mayor cantidad de carbono y dióxido de carbono fijado que en los proyectos de restauración forestal ubicados en el: Colegio Nacional "Dr. Manuel Eduardo Cepeda, Cuerpo de Ingenieros del Ejército - Hospital de Sigchos, GAD

Parroquial Rural Chugchilán, GADPR 11 de Noviembre, Directorio de Agua de Riego RUNALARCA- Guaytacama, Comunidad Guangaje, Comunidad San Ramón de la Chilintosa, GADPR Las Pampas, Escuela General Leonidas Plaza Gutiérrez y el Colegio de Bachillerato Técnico "Luis Fernando Ruiz.

Palabras clave: método destructivo, especies forestales nativas, pajonal, biomasa, carbono y dióxido de carbono fijado.

UNIVERSITY TECHNICAL OF COTOPAXI

TITLE: “Determination of carbon sequestration capacity of afforestation project reforestation and conservation executed by GAD Cotopaxi”

Author: Flor Remache

ABSTRACT

The use of forest ecosystems and conservation of moors as carbon reservoirs is increasingly accepted. However, in Ecuador there isn't enough information about this type of study. The objective this work was to determine the carbon sequestration capacity of forest restoration projects and conservation of moorland executed by GADPC in 2016. First the methodology for quantifying carbon was used direct or destructive method which consisted of pulling up the plants, weigh them fresh with a digital scale and dried in an oven at 75 °C for 72 hours establishing the amount of biomass through the relationship between dry weight / wet weight, then converting biomass carbon values multiplied by the constant 0.5 and finally to determine the amount of carbon dioxide set is multiplied by the conversion factor 3.67. To research the native vegetative species found in ten forest restoration projects under study were: acacia, alder, bayberry, orange blossom and retamo-smooth which were about one year old, less than 3 cm in diameter, height no more than 1.50 m in terms of conservation projects of moors pajonal samples was taken. In analyzing the financial results, it is concluded that conservation projects wasteland because of its environmental conditions is a great gauge of CO₂ and battery of carbon with 823.22 ton / ha and 3021.21 ton / ha respectively, compared to forest restoration projects which they set 0.766 ton / ha C and 2.82 ton / ha CO₂. As a result of the hypothesis it was stated that the moors of communities Tingo Collas, Pilacumbi and Yanahurco of Juigua there is a greater amount of carbon and carbon dioxide fixed in the forest restoration projects located in: National College "Dr. Manuel Eduardo Cepeda, Army Corps of Engineers - Hospital Sigchos, GAD Parish Rural Chugchilán, GADPR November 11, Directory Irrigation Water RUNALARCA-Guaytacama, Guangaje Community, San Ramon de la Chilintosa Community, GADPR Las Pampas General School Leonidas Plaza Gutierrez and College of Technical baccalaureate "Luis Fernando Ruiz.

Keywords: destructive method, native forest species, grassland, biomass, carbon and fixed carbon dioxide.

ÍNDICE

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR	iii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	vi
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN	vii
AGRADECIMIENTO	viii
DEDICATORIA	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xii
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	2
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	3
4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	3
5. OBJETIVOS	5
5.1. General	5
5.2. Específicos	5
6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	6
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA	7
7.1. Contaminación del aire	7
7.1.1. Causas de la contaminación del aire	7
7.1.2. Fuentes de contaminación del aire	8
7.1.3. Contaminantes del aire	8
7.2. Gases de efecto invernadero (GEI)	9
7.2.1. Concentraciones de los GEI	9
7.3. El carbono y la contaminación del aire	10
7.4. La forestación, reforestación y conservación de páramos	10
7.5. La fijación del carbono	11
7.6. Especies vegetales del estudio	12
7.6.1. Acacia	12
7.6.1.1. Información taxonómica	12
7.6.1.2. Origen y distribución	12
7.6.1.3. Descripción botánica	12

7.6.1.4. Usos	13
7.6.2. Arrayán	13
7.6.2.1. Información taxonómica.....	13
7.6.2.2. Origen y distribución	13
7.6.2.3. Descripción botánica	13
7.6.2.4. Usos.....	14
7.6.3. Aliso	14
7.6.3.1. Información taxonómica.....	14
7.6.3.2. Origen y distribución	14
7.6.3.3. Descripción botánica	14
7.6.3.4. Usos.....	15
7.6.4. Azahar	15
7.6.4.1. Información taxonómica.....	15
7.6.4.2. Origen y distribución	15
7.6.4.3. Descripción botánica	15
7.6.5. Retamo-liso	16
7.6. 5.1. Información taxonómica.....	16
7.6.5.2. Origen y distribución	16
7.6.5.3. Descripción botánica	16
7.6.5.4. Usos.....	16
7.6.6. Paja de páramo.....	17
7.6.6.1. Información taxonómica.....	17
7.6.6.2. Origen y distribución	17
7.6.6.3. Descripción botánica	17
7.6.6.4. Usos.....	17
7.7. El ciclo del carbono.....	17
7.8. Beneficios de la fijación de carbono	18
8. PREGUNTAS CIENTIFICAS O HIPOTESIS.....	19
9. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL.....	19
9.1. Áreas de estudio	19
9.1.1. Proyecto N° 1: Directorio de agua de riego RUNALARCA - Guaytacama. 19	
9.1.1.1. Ubicación geográfica	19

9.1.1.2. Clima	20
9.1.1.3. Suelos	20
9.1.1.4. Vegetación.....	20
9.1.2. Proyecto N° 2: Escuela General Leonidas Plaza Gutiérrez.....	21
9.1.2.1. Ubicación geográfica	21
9.1.2.2. Clima	21
9.1.2.3. Suelos	21
9.1.2.4. Vegetación.....	22
9.1.3. Proyecto N° 3: Comunidad San Ramón de la Chilintosa	22
9.1.3.1. Ubicación geográfica	22
9.1.3.2. Clima	22
9.1.3.3. Suelos	23
9.1.3.4. Vegetación.....	23
9.1.4. Proyecto N° 4: Colegio Nacional "Dr. Manuel Eduardo Cepeda"	23
9.1.4.1. Ubicación geográfica	23
9.1.4.2. Clima	24
9.1.4.3. Suelos	24
9.1.4.4. Vegetación.....	24
9.1.5. Proyecto N° 5: Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial - Las Pampas	24
9.1.5.1. Ubicación geográfica	24
9.1.5.2. Clima	25
9.1.5.3. Suelos	25
9.1.5.4. Vegetación.....	25
9.1.6. Proyecto N° 6: Cuerpo de Ingenieros del Ejército-Hospital de Sigchos.....	25
9.1.6.1. Ubicación geográfica	25
9.1.6.2. Clima	26
9.1.6.3. Suelos	26
9.1.6.4. Vegetación.....	26
9.1.7. Proyecto N° 7: Gobierno Autónomo Descentralizado de la Parroquia Once de Noviembre	26
9.1.7.1. Ubicación geográfica	26
9.1.7.2. Clima	27

9.1.7.3. Suelos	27
9.1.7.4. Vegetación	27
9.1.8. Proyecto N° 8: Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural (GADPR) Chugchilán	27
9.1.8.1. Ubicación geográfica	27
9.1.8.2. Clima	27
9.1.8.3. Suelos	28
9.1.8.4. Vegetación	28
9.1.9. Proyecto N° 9: Comunidad Guangaje	28
9.1.9.1. Ubicación geográfica	28
9.1.9.2. Clima	28
9.1.9.3. Suelos	29
9.1.9.4. Vegetación	29
9.1.10. Proyecto N° 10: Colegio de Bachillerato Técnico "Luis Fernando Ruiz" ..	29
9.1.10.1. Ubicación geográfica	29
9.1.10.2. Clima	30
9.1.10.3. Suelos	30
9.1.10.4. Vegetación	30
9.1.11. Proyecto N° 11: Comunidad Tingo Collas	31
9.1.11.1. Ubicación geográfica	31
9.1.11.2. Clima	32
9.1.11.3. Suelos	32
9.1.11.4. Vegetación	32
9.1.12. Proyecto N° 12: Comunidad Pilacumbi	32
9.1.12.1. Ubicación geográfica	32
9.1.12.2. Clima	33
9.1.12.3. Suelo	33
9.1.12.4. Vegetación	33
9.1.13. Proyecto N° 13: Comunidad Yanahurco de Juigua	33
9.1.13.1. Ubicación geográfica	33
9.1.13.2. Clima	34
9.1.13.3. Suelo	34

9.1.13.4. Vegetación.....	34
9.2. Fase de campo	35
9.3. Fase de laboratorio	36
9.4. Estimación de biomasa, carbono y dióxido de carbono.....	36
10. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	37
10.1. Análisis de los resultados.....	37
10.1.1. Metodología Aplicada	37
10.1.2. Caracterización de las especies	37
10.1.3. Cálculos de carbono fijado en los proyectos	37
10.1.3.1. Proyecto N° 1.....	38
10.1.3.2. Proyecto N° 2.....	39
10.1.3.3. Proyecto N° 3.....	40
10.1.3.4. Proyecto N° 4	41
10.1.3.5. Proyecto N° 5.....	42
10.1.3.6. Proyecto N° 6.....	43
10.1.3.7. Proyecto N° 7.....	44
10.1.3.8. Proyecto N° 8	45
10.1.3.9. Proyecto N° 9.....	46
10.1.3.10. Proyecto N° 10.....	47
10.1.3.10. Proyectos de Conservación de páramos	50
10.2. Discusión	52
11. IMPACTOS (SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS).....	53
11.1. Impacto Social	53
11.2. Impacto Ambiental	53
11.3. Impacto Económico	53
12. PRESUPUESTO PARA LA PROPUESTA DEL PROYECTO.....	54
13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	55
13.1. Conclusiones	55
13.2. Recomendaciones	55
14. BIBLIOGRAFIA.....	56

15. ANEXOS.....	62
15.1. Anexo 1. Gases de efecto invernadero directos	62
15.2. Anexo 2. Gases de efecto invernadero indirectos	63
15.3. Anexo 3. Proyectos de restauración forestal y conservación de páramos	64
15.4. Anexo 4. Fase de campo y laboratorio	65
15.5. Anexo 5. Marco Legal.....	66
15.6. Anexo 6. Hoja de vida	70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Beneficiarios directos e indirectos	3
Tabla 2: Coordenadas geográficas.....	20
Tabla 3: Coordenadas geográficas.....	21
Tabla 4: Coordenadas geográficas.....	22
Tabla 5: Coordenadas geográficas.....	23
Tabla 6: Coordenadas geográficas.....	24
Tabla 7: Coordenadas geográficas.....	25
Tabla 8: Coordenadas geográficas.....	26
Tabla 9: Coordenadas geográficas.....	27
Tabla 10: Coordenadas geográficas.....	28
Tabla 11: Coordenadas geográficas.....	29
Tabla 12: Coordenadas geográficas.....	32
Tabla 13: Coordenadas geográficas.....	33
Tabla 14: Coordenadas geográficas.....	34
Tabla 15: Cantidad de biomasa, carbono y dióxido de carbono fijado por las diferentes especies forestales nativas.....	38
Tabla 16: Cantidad de biomasa, carbono y dióxido de carbono fijado por las especies forestales nativas.....	39
Tabla 17: Cantidad de biomasa, carbono y dióxido de carbono fijado por las diferentes especies forestales nativas.....	40
Tabla 18: Cantidad de biomasa, carbono y dióxido de carbono fijado por las diferentes especies forestales nativas.....	41
Tabla 19: Cantidad de biomasa, carbono y dióxido de carbono fijado por las especies forestales nativas.....	42
Tabla 20: Cantidad de biomasa, carbono y dióxido de carbono fijado por las diferentes especies forestales nativas.....	43
Tabla 21: Cantidad de biomasa, carbono y dióxido de carbono fijado por las especies forestales.....	44
Tabla 22: Cantidad de biomasa, carbono y dióxido de carbono fijado por las especies forestales.....	45
Tabla 23: Cantidad de biomasa, carbono y dióxido de carbono fijado por las especies forestales.....	46
Tabla 24: Cantidad de biomasa, carbono y dióxido de carbono fijado por las especies forestales.....	47
Tabla 25: Cantidad total de biomasa, carbono y dióxido de carbono contenido en los proyectos.....	48

Tabla 26: Cantidad de biomasa, carbono y dióxido de carbono fijado por los pajonales	50
Tabla 27: Cantidad de biomasa, carbono y dióxido de carbono de acuerdo a la superficie de los proyectos expresado en toneladas por hectárea	51

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Valores totales estimados de biomasa, carbono y dióxido de carbono acumulado por los proyectos de restauración forestal expresado en toneladas por hectárea	49
Gráfico 2: Valores totales estimados de biomasa, carbono y dióxido de carbono de los proyectos de conservación de páramos	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de los Proyectos de Restauración Forestal	31
Figura 2: Mapa de los Proyectos de Conservación de Páramos.....	35
Figura 3: Trazado del transecto.....	36

**FORMULARIO DE PRESENTACIÓN DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN
PROYECTO DE TITULACIÓN II**

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto: Determinación de la capacidad de fijación de carbono en los proyectos de forestación, reforestación y conservación ejecutados por el GADP Cotopaxi.

Fecha de inicio: 12 de octubre del 2015.

Fecha de finalización: 09 de agosto del 2016.

Lugar de ejecución: Cantones Latacunga (Guaytacama, Once de Noviembre, Mulaló, Ignacio Flores, Toacaso), Pujilí (La Matriz, Guangaje), Sigchos (La Matriz, Chugchilán, Las Pampas) y Salcedo (Cusubamba).

Unidad Académica que auspicia: Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.

Carrera que auspicia: Ingeniería de Medio Ambiente.

Proyecto de investigación vinculado:

Equipo de Trabajo:

Investigadora: Flor Remache

Tutora: Ing. Alexandra Tapia Mg.

Área de Conocimiento: Ciencias de la vida.

Línea de investigación: Ambiente.

Sub líneas de investigación de la Carrera: Aprovechamiento y conservación de los recursos naturales.

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

En la actualidad el cambio climático se genera por la influencia de las actividades antropogénicas, causando gran preocupación a muchas organizaciones, públicas, privadas, así como a los gobiernos centrales y descentralizados; las consecuencias que produce el cambio climático puede llegar a ser negativo perjudicando al sector: ambiental, económico, social, agrícola, entre otros.

La investigación pretende contar con información actualizada y fiable sobre la cuantificación de carbono fijado por las distintas especies forestales nativas y pajonales y así determinar su tasa de acumulación, proporcionando datos sobre este tipo de estudios en el cual la provincia tiene poca experiencia.

Además, se requiere contar con resultados de investigaciones que den cuenta de las cantidades de carbono existente en los ecosistemas. Este trabajo es claramente práctico y de gran utilidad, tanto para el GADP de Cotopaxi así como para otros GADs de la provincia que se sientan interesados en este tipo de temas, la metodología puede ser adoptada a otros estudios de bosques nativos y exóticos, con nuevas investigaciones que se generarán a partir de los resultados obtenidos en el presente estudio.

El GADPC y la UTC consciente de la problemática ambiental, y con el objetivo de mejorar la calidad de vida de los cotopaxenses, han decidido realizar esta investigación para conseguir un manejo sustentable de los recursos naturales. Es así, que el GADPC a través de la Dirección del Ambiente viene desarrollando proyectos de restauración forestal, conservación y protección de páramos; mediante la capacitación a las comunidades en temas relacionados al cuidado del ambiente y así no alterar el equilibrio de los ecosistemas.

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Tabla 1: Beneficiarios directos e indirectos

Beneficiarios		Cantidad aproximada
Directos	Provincia de Cotopaxi	409.205 hab.
Indirectos	Región 3	1456.302 hab.

Fuente: INEC, 2010

4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

De acuerdo con Frohmann y Olmos (2013), el cambio climático está catalogado como uno de los desafíos más grandes que afronta la humanidad, fenómeno caracterizado por un aumento de las temperaturas en el planeta ocasionado directamente por actividades humanas, dando como resultado el acumulamiento de gases que permanecen atrapados en la atmósfera, conocido como “efecto invernadero”. Estos gases absorben las radiaciones que emite la tierra atrapando el calor e impidiendo que la energía vuelva al espacio.

Actualmente la temperatura de la superficie del planeta es de aproximadamente 15°C y se estima que para el 2100 la temperatura ascenderá entre 1.4 y 5.8°C, si la temperatura global sube a más de 2°C el impacto será la destrucción de todos los recursos naturales y junto con ello la escasez de alimentos, aumento del nivel del mar, pérdida de los ecosistemas como manglares y páramos, y miles de personas quedarán desplazadas por los desastres naturales.

Desde algún tiempo atrás Hofstede (2005) argumenta que algunos científicos han puesto en aviso sobre los efectos causados por el incremento de CO₂ en la atmósfera, mismo que contribuye al efecto invernadero.

En el Ecuador el incremento del parque automotriz, las industrias y deforestación son algunas de las causas de emisiones de CO₂. De acuerdo con Guayanlema (2013), los resultados de las mediciones de CO₂ en 2007 a nivel nacional fueron de 27'871.5 Gg de CO₂ y las emisiones generadas por biomasa fueron de 43.16 Gg, siendo los medios de transporte los principales generadores de emisiones con un total de 33473.66 Gg de CO₂.

En cuanto a la provincia de Cotopaxi los bosques representan apenas un 26,1%, con la transformación de los bosques a plantaciones se han generado daños ambientales. Muchos de los sectores tienen claramente diferenciados a los bosques de las plantaciones forestales, puesto que los bosques son formaciones naturales y las plantaciones son bosques artificiales con fines comerciales. Como resultado, los beneficios e impactos de unos y otros son diferentes (Martínez, 2006).

El deterioro ambiental en las zonas altas se dan principalmente al avance de la frontera agrícola, la inadecuada forestación, reforestación, quema de pajonales y sobrepastoreo ocasionado por la ganadería es una amenaza constante en los páramos de la provincia. De acuerdo con Hofstede (2005) el pajonal posee un máximo de 40 toneladas por hectárea de materia seca en su vegetación, y al ser quemados se pierden máximo 20 toneladas de carbono elemental. Otro problema que se evidencia es el aumento de la deforestación y colonización desordenada lo que ha puesto en peligro a los ecosistemas existentes. De igual manera con el crecimiento de las industrias se han originado fuentes de contaminación que afectan a los recursos naturales (Encalada & Martínez, 2005).

Las comunidades desde siempre han conservado este tipo de ecosistema, pero lamentablemente por necesidad han sido empujados a intervenir en estas zonas desarrollando actividades de agricultura y ganadería que están degradando el lugar (Limaico, 2011).

Con respecto al retroceso de glaciares en un último estudio realizado sobre la cobertura glacial del Cotopaxi, Antisana y Chimborazo se evidencia una reducción glacial en un promedio del 38% durante 40 años. Un claro ejemplo se puede evidenciar en el volcán Cotopaxi que en los últimos 30 años se ha incrementado. En consecuencia Jordan *et al.* (2005) explica que el Cotopaxi en el período 1979-1997 experimentó una pérdida del 28.8%, para el período 1997-2006 tuvo un retroceso glacial del 22.5%; al comparar ambos períodos es claro que se aceleró a casi el doble. La reducción para el período 1976-2006 corresponde al 42%.

Para combatir la problemática sobre el cambio climático el GADP de Cotopaxi ha propuesto varios proyectos de restauración forestal y conservación de páramos, cuyo objetivo es recuperar y mantener ecosistemas existentes en el territorio.

En la actualidad si la población sigue con el mismo ritmo de vida, las emisiones de gases de efecto invernadero continuarán aumentando a una velocidad mayor a la pronosticada en los diferentes estudios. Así que es necesario tomar medidas compensatorias y que se actúe de una manera decidida para evitar graves consecuencias.

5. OBJETIVOS

5.1. General

- Determinar la capacidad de fijación de carbono de los proyectos de forestación, reforestación y conservación de páramos ejecutados por el gobierno provincial de Cotopaxi.

5.2. Específicos

- Establecer la metodología para la cuantificación de carbono de los proyectos de forestación, reforestación y conservación de páramos.
- Caracterizar las especies vegetativas utilizadas en los proyectos.
- Calcular la cantidad de carbono fijado en los proyectos de restauración forestal y conservación de páramos.

6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Objetivos	Actividades	Resultado de la actividad	Técnicas e instrumentos
1. Establecer la metodología para la cuantificación de carbono de los proyectos de forestación, reforestación y conservación de páramos.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Recopilar información bibliográfica. 	Método destructivo seleccionado para la cuantificación de biomasa, carbono y dióxido de carbono.	Se realizaron lecturas rápidas para la selección de referencias para lo cual principalmente se basó en una Guía para la determinación de biomasa, carbono y dióxido de carbono.
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Visitas de campo ▪ Mapeo de las áreas de los proyectos. 	Mapas elaborados de los proyectos.	Mediante observaciones <i>in situ</i> se conoció el estado actual de los lugares, en la cual se utilizó dispositivos de precisión como: GPS y cámara fotográfica.
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Caracterizar los lugares. 	Datos tomados referentes al tipo de suelo, clima y vegetación de los lugares donde se encuentran los proyectos ejecutados.	Se efectuaron lecturas rápidas y entrevistas directas para recolectar datos de los lugares.
2. Caracterizar las especies arbóreas utilizadas en los proyectos.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Descripción taxonómica de las especies vegetativas. 	Datos estimados de las especies como: altura total, DAP y edad.	Se investigó la información general sobre las especies y se midieron las variables anteriormente mencionadas, utilizando fichas de levantamiento vegetal.

3. Calcular la cantidad de carbono fijado en los proyectos de restauración forestal.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Recolección de especies forestales. 	Material vegetativo obtenido (acacia, aliso, arrayán, azahar, retamo-liso y paja).	Se arrancó el material vegetativo manualmente, para posteriormente colocarlas en bolsas de papel y plástico para su transporte.
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Determinación de peso verde y seco de las muestras vegetativas. 	Pesado de las muestras en fresco. Secado de las muestras vegetativas. Pesado de las muestras en seco.	Las muestras del material vegetativo se pesaron en fresco y seco en una balanza digital. Para el secado de las muestras se utilizó una estufa MEMMERT.
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Estimación de la cantidad de biomasa, carbono y dióxido de carbono. 	Fórmulas aplicadas para la cuantificación de la biomasa, carbono y dióxido de carbono.	Se realizaron lecturas rápidas y se aplicaron las fórmulas respectivas con la ayuda del programa Microsoft EXCEL.

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

7.1. Contaminación del aire

Díaz y Pantoja (2011) considera que la contaminación del aire es la presencia de contaminantes como polvo, humo, gases, nieblas o vapores, que causan daño a la salud humana, flora, fauna y ambiente en general.

Las actividades antropogénicas son responsables de los problemas de contaminación que hoy en día amenaza la vida de los seres vivos del planeta, como por ejemplo los Recursos Naturales son afectados por la emisión de vapores ácidos producidos por las industrias ocasionando la lluvia ácida, afectando también a lagos y lagunas volviéndolos inertes.

7.1.1. Causas de la contaminación del aire

Las causas de la contaminación son varias, siendo los principales contaminantes provocadas por las emisiones de vehículos e industrias, este problema ya no es solo local o regional ha pasado a ser global, ya que si la población continúa emitiendo gases contaminantes, tal como el dióxido de

carbono, a través de la quema de pajonales, bosques, combustibles fósiles y otros. Todas estas actividades hacen que el dióxido de carbono se vaya acumulando en la atmósfera junto con otros gases, provocando que la radiación solar quede atrapada en la superficie de la tierra originándose así el calentamiento global denominado como efecto invernadero (Catota & Moreno, 2011).

7.1.2. Fuentes de contaminación del aire

Según la Organización Panamericana de la Salud (OPS, 2005), los contaminantes del aire se dividen en dos grupos: primarios y secundarios. Los contaminantes primarios son aquellos donde una fuente emite directamente al ambiente mientras que, los secundarios se forman en el ambiente a través de reacciones químicas y fotoquímicas de los contaminantes primarios, estas a su vez se clasifican en:

- a) **Fuentes fijas o estacionarias:** Se refiere a todo tipo de instalación cuya actividad desarrolla procesos industriales, comerciales y de servicio. Se incluyen a los sectores químico, petrolero, acero entre otros.
- b) **Fuentes móviles:** Son toda clase de vehículos que circundan por aire, mar y tierra.

7.1.3. Contaminantes del aire

De acuerdo con Díaz y Pantoja (2011) los principales contaminantes atmosféricos son los siguientes:

- a) **Partículas en suspensión.** Son sustancias sólidas o líquidas que se encuentran suspendidas en el aire en diferentes formas como polvo, humo y hollín. La mayoría se origina del tráfico vehicular su tamaño es grande 10 PM y las más pequeñas de 2,5 PM.
- b) **Dióxido de azufre (SO₂).** Son gases incoloros que se forman por las moléculas de azufre y oxígeno. Producido principalmente por la combustión del carbón, aceite combustible y diésel. Si se combina con el agua hace que se forme la lluvia ácida causando daños en las infraestructuras.
- c) **Monóxido de carbono (CO).** Este componente es el que se encuentra en mayor proporción en la atmósfera. Es un gas inflamable que se produce por la combustión de combustibles fósiles especialmente en los motores de los vehículos.
- d) **Ozono troposférico (O₃).** Es un gas que respiramos de color azulado y olor agradable, está compuesto por tres átomos de oxígeno. Tiene efectos positivos ya que nos protege de las radiaciones de alta intensidad emitidas por el sol. Pero cuando este ozono se encuentra

en la troposfera llega a ser tóxico en concentraciones elevadas. El ozono troposférico se forma a partir de luz solar y óxidos de nitrógeno, que son emitidos por procesos naturales (erupción de volcanes, incendios) y antropogénicos (procesos industriales).

- e) **Compuestos orgánicos volátiles (COVs).** Formada por una molécula de carbono y moléculas de halógenos, hidrógeno, oxígeno, azufre y otros. Estos compuestos constituyen la formación de smog fotoquímico.
- f) **Metales pesados.** Se encuentran en este grupo el arsénico, plomo, cadmio, cromo, cobre, mercurio, níquel, vanadio y zinc. Sus partículas son finas que proceden de la combustión del carbón, el metal más pesado es el plomo ya que puede permanecer durante largo tiempo en los ecosistemas.

7.2. Gases de efecto invernadero (GEI)

Según la Convención Marco sobre el Cambio Climático (CMCC, 2001), señala que “los gases de efecto invernadero son aquellos componentes gaseosos de la atmósfera, tanto naturales como antropogénicos, que absorben y remiten radiación infrarroja” (p. 14). Estos se clasifican en dos GEI: directos e indirectos.

- a) **GEI directos:** Son gases que contribuyen al efecto invernadero, los cuales son el dióxido de carbono, metano, óxido nitroso y compuestos halogenados (Ver Anexo 1).

El efecto de cada gas dependerá de la capacidad para absorber y remitir radiaciones infrarrojas del suelo y del promedio de vida en la que permanece en el aire.

- b) **GEI indirectos:** Son contaminantes de carácter local que favorecen al efecto invernadero directo, los cuales son óxidos de nitrógeno, compuestos orgánicos volátiles y monóxido de carbono (Ver Anexo 2).

7.2.1. Concentraciones de los GEI

Los incrementos de los GEI se deben principalmente a las emisiones de la quema de combustibles fósiles, agricultura y cambio de uso del suelo. El dióxido de carbono está asociado a actividades antropogénicas y su incremento se dio desde la revolución industrial. Las emisiones con respecto a combustibles fósiles en las últimas décadas fueron de 7,2 GtC/año y en lo referente a cambio de uso de suelo está dentro de un rango de 0,5 a 2,7 GtC/año (IPCC, 2007).

7.3. El carbono y la contaminación del aire

Si el balance neto de los flujos de carbono, absorciones y emisiones resulta positivo nos encontraremos con ecosistemas terrestres que actúan activamente como sumideros de carbono. En caso contrario, los ecosistemas en los que la liberación de carbono a la atmósfera supera a la absorción corresponderán fundamentalmente a los sistemas en degradación, ya sea por causas naturales o antrópicas. Un ejemplo de ello serían los ecosistemas en los que las existencias de carbono almacenadas en la vegetación y el suelo se han visto afectadas significativamente por fenómenos naturales, como incendios o cambios de uso de la tierra. También es el caso de aquellos ecosistemas que han sido sometidos a extracciones de materia prima no equilibradas con su ritmo de crecimiento.

7.4. La forestación, reforestación y conservación de páramos

Según el Instituto Forestal (2009) los bosques y selvas tropicales son esenciales para la regulación climática, el mantenimiento de caudales de agua, conservación de suelos y protección del sistema hídrico. Además contienen grandes cantidades de CO₂ que al ser destruidos son liberados hacia la atmósfera.

- a) **Forestación.** Es el establecimiento de una cubierta vegetativa donde nunca había existido. Por lo tanto se refiere a una plantación y cultivo de plantas en terrenos no forestales con propósitos de conservación, restauración o producción comercial (Varela, Reyes & Becerra, 2010).
- b) **Reforestación.** Es repoblar zonas que en el pasado reciente estaban cubiertas de bosques que por distintas razones, como por ejemplo la ampliación de la frontera agropecuaria, incendios o explotación de la madera, fueron eliminados (Varela, Reyes & Becerra, 2010).

En fin los proyectos de forestación y reforestación no buscan reducir la emisión de gases de efecto invernadero, sino que buscan captar o secuestrar el dióxido de carbono de la atmósfera y almacenarlo en la biomasa de un bosque, u otro tipo de ecosistema. Además, con estos tipos de proyectos se empieza a recuperar la funcionalidad de los ecosistemas boscosos para que vuelvan a aportar los bienes y servicios ambientales como control de la erosión de suelos, la captación de agua, la fijación de carbono, el suministro de otros bienes más tangibles como proteínas silvestres, agua para la población, entre otros.

- a) **Conservación de páramos.** Los páramos son ecosistemas frágiles que acumulan grandes cantidades de agua y vegetación, en la actualidad este ecosistema se encuentra gravemente amenazado por actividades como el sobrepastoreo, cambio climático, avance de la frontera agrícola y quema de pajonales. Es por eso la gran importancia de proteger este ecosistema ya que es una gran fuente de agua dulce. Debido a su clima frío y suelo rico en materia orgánica, son ideales para recoger, filtrar y regular el agua de la lluvia, neblinas y deshielos, liberando así agua limpia y pura de forma constante (Campana, 2014).

En el Anexo 3 se muestran los proyectos ejecutados por el GAD Provincial de Cotopaxi.

7.5. La fijación del carbono

El carbono fijado o capturado, es una medida que representa el crecimiento de la biomasa. La biomasa total se calcula a partir de las mediciones de los árboles y se realiza una proyección con los datos de la tasa de crecimiento anual (Manson, 2008). La estimación de carbono varía de acuerdo a las características de las especies, condiciones climáticas y topográficas.

La superficie de la tierra está cubierta por bosques con un 30%, para lo cual se estima que aproximadamente un 80% del carbono se encuentra almacenado en la biomasa y un 40% se encuentra en las raíces, residuos de material vegetal y animal y suelos de los ecosistemas forestales. Es así que los bosques son sumideros de carbono por almacenar grandes cantidades en sus tejidos, pero también son fuentes de emisión debido a la deforestación, incendios y descomposición de materiales (Montero, 2005). Para la cuantificación de carbono fijado existen cinco grupos:

- **Carbono fijado en la vegetación (Cv):** Carbono en la biomasa aérea y raíces.
- **Carbono en descomposición (Cd):** Es el contenido de carbono en la materia en descomposición la cual se deposita sobre el suelo.
- **Carbono en el suelo (Cs):** Es el carbono que está en los perfiles del suelo y por la descomposición de materia conocida como humus.
- **Carbono en productos (Cp):** Este se encuentra en productos de madera durante el tiempo que esté en uso.
- **Carbono ahorrado por sustitución de combustibles fósiles (Cf):** Uso de biomasa para generar energía.

7.6. Especies vegetales del estudio

7.6.1. Acacia

7.6.1.1. Información taxonómica

Nombre común: Acacia australiana, acacia aroma, aroma australiano, aroma negro

Nombre científico: *Acacia melanoxylon*

Foto 1: *Acacia melanoxylon*

Familia: Mimosaceae

Género: Acacia

Especie: melanoxylon

7.6.1.2. Origen y distribución

Según Florez y Umaña (2006), mencionan que esta especie es originaria de Australia y Tasmania, también existe plantaciones en zonas montañosas de la India, Ceilán y África. Actualmente se encuentra distribuida en Centro y Sudamérica. En Ecuador se ha observado a una altitud entre 2000 a 3200 msnm.



Es un árbol de rápido crecimiento y tolera diversos ambientes, pero se desarrolla mejor en climas fríos, vive en suelos que contengan bastante materia orgánica sean húmedos bien drenados; en las primeras etapas de crecimiento requiere de una alta demanda de luz.

7.6.1.3. Descripción botánica

De acuerdo con Padilla y Asanza (2002), señalan que es un árbol siempre verde que alcanza una altura de 6 m y un DAP de 17.20 cm; sus hojas son bipinadas cuando son jóvenes, en cambio en la etapa adulta éstas son reemplazadas por hojas foliadas de textura liso. Flores de color crema, redondas y dispuestas en racimos generalmente florecen en marzo - mayo. Sus frutos son vainas de color negro que contiene varias semillas. Las semillas son de color negro y están rodeadas por un cordón rosado a rojo.

7.6.1.4. Usos

Su madera es utilizada para leña y postes, es muy apreciada para cortina rompe-vientos y cercas vivas en plantaciones forestales; es una planta fijadora de nitrógeno y muy útil para la recuperación de suelos y control de erosión (Florez & Umaña, 2006).

Es utilizada para leña y fabricación del carbón. También es una excelente alternativa para plantar cerca de ríos, esteros, canales, tranques o lagunas, y así controlar la erosión (Educación Tecnológica, 2013). En nuestro país sus hojas son indispensables en la preparación de la colada morada (Ulloa, 2006).

7.6.2. Arrayán

7.6.2.1. Información taxonómica

Nombre común: Arrayán o palo colorado

Foto 2: *Luma apiculata*

Nombre científico: *Luma apiculata*

Familia: Myrtaceae

Género: Luma

Especie: apiculata



7.6.2.2. Origen y distribución

El arrayán es originario del sur de Chile y Argentina. Se encuentra distribuido en Perú, Chile y Bolivia. En el Perú puede observarse en áreas de sierra central y sur del país (Reynel & Marcelo, 2009). En el Ecuador se desarrolla en bosques húmedos con rangos altitudinales entre 1600 msnm a 3300 msnm, a veces se lo puede encontrar en altitudes más bajas como en estratos de bosque siempre verde andino montano, bosque siempre verde andino pie de monte y bosque verde andino de ceja andina (Palacios, 2011).

7.6.2.3. Descripción botánica

Árbol siempre verde muy ramificado alcanza una altura entre 8 y 10 m, DAP entre 0.30 a 0.70 m, su corteza de color anaranjado con manchas blancas en los ejemplares adultos. De color castaño en los ejemplares jóvenes. Hojas siempre verdes, opuestas de forma aovada. De flores blancas y fruto (baya) de color negro o morado intenso (Educación Tecnológica, 2013).

7.6.2.4. Usos

Es utilizada para leña y fabricación del carbón. También es una excelente alternativa para plantar cerca de ríos, esteros, canales, tranques o lagunas, y así controlar la erosión (Educación Tecnológica, 2013). En nuestro país sus hojas son indispensables en la preparación de la colada morada (Ulloa, 2006)

7.6.3. Aliso

7.6.3.1. Información taxonómica

Nombre común: Aliso del cerro, aliso del río, aliso montano

Foto 3: *Alnus acuminata*

Nombre científico: *Alnus acuminata* O. Kuntze

Familia: Betulaceae

Género: *Alnus*

Especie: *acuminata*



7.6.3.2. Origen y distribución

Es nativa de México, aunque algunas especies se localizan en Norteamérica, Centroamérica y Sudamérica. En Ecuador se desarrolla a partir de los 1200 msnm hasta 3450 msnm. Se ha observado la especie en zonas con temperaturas de 7°C a 20°C. Se lo puede encontrar en laderas montañosas en condiciones secas en suelos de textura arenosa y cerca de las riberas de los ríos; cabe mencionar que esta especie tiene la facilidad de adaptarse a diversos tipos de suelos (Hofstede, 2003).

7.6.3.3. Descripción botánica

Según Pérez (2014), el aliso es un árbol que alcanza aproximadamente los 25 m de altura, su fuste tiene diámetro de 0.45 m y su corteza es lisa de color gris oscuro. Sus hojas son simples y ovaladas, borde aserrado, ápice agudo y base redondeada. Sus flores están agrupadas en inflorescencias masculinas y femeninas de color verdoso y al madurar se vuelve de color marrón. Sus frutos son cilíndricos de color marrón y sus semillas son pequeñas de color castaño.

7.6.3.4. Usos

El aliso sirve para fijar CO₂ ya que su madera es durable y de muy buena calidad. Su madera es utilizada en ebanistería y elaboración de palillos, también se utiliza como combustible puesto que la leña y el carbón tienen un gran poder calorífico (Florez y Umaña, 2006).

Reynel y Marcelo (2009) mencionan que la corteza contiene taninos que son empleados en la curtiembre del cuero. Las hojas son ricas en nitrógeno y los agricultores las utilizan como alimento para el ganado en tiempos de escasez de otros forrajes. Además el aliso aporta con grandes cantidades de nitrógeno al suelo fertilizándolo de manera natural, aumentando la porosidad y la capacidad de infiltración.

7.6.4. Azahar

7.6.4.1. Información taxonómica

Nombre común: Azahar

Foto 4: *Eugenia foetida*

Nombre científico: *Ligustrum japonicum* Thunb..

Familia: Olaceae

Género: Ligustrum

Especie: japonicum



7.6.4.2. Origen y distribución

El azahar es nativo de Cuba y Florida. Forma bosquecillos en los terrenos pedregosos de las costas y montes bajos. También se lo puede encontrar en bosques calizos húmedos y secos de la costa suroeste de Puerto Rico.

7.6.4.3. Descripción botánica

Árbol que alcanza una altura de 5 m, con DAP de 25 cm, copa globosa, ramificación dicotómica de corteza externa gris. Sus hojas simples de 4-5 cm x 7-9 cm, haz brillante, pecíolo rojizo. Posee una inflorescencia en panículas en forma de cónica. Flores blancas cremosas con dos estambres amarillos con 4 pétalos terminales blancos. Fruto baya de color negro azulado. Semillas de 1 a 4 semillas de color negro azulado.

7.6.5. Retamo-liso

7.6. 5.1. Información taxonómica

Nombre común: Retamo-liso o retamilla

Foto 5: *Genista monspessulana*

Nombre científico: *Genista monspessulana* L. A. S.

Familia: Fabaceae

Género: Genista

Especie: monspessulana



7.6.5.2. Origen y distribución

Arbusto leñoso perenne y leguminoso, es una especie nativa del Mediterráneo, y es considerada como especie invasora en algunas zonas donde fueron introducidas. Actualmente se encuentra en Centro y Sudamérica hasta el sur de Chile, se ha observado entre 2000 y 3600 msnm. Esta especie se desarrolla mejor en suelos secos arenosos debido a su sistema radicular agresivo (Ríos, 2005).

7.6.5.3. Descripción botánica

Arbusto que alcanza una altura de 2 m a 5 m es una especie melífera (tiene miel) de floración llamativa. Sus ramas son verdes y delgadas. Hojas trifoliadas siempre verdes. Flores amarillas agrupadas en cortos racimos. Su fruto es una vaina con semillas. Una vez que la planta alcanza su madurez puede vivir de 10 a 20 años y puede producir 10.000 semillas por estación (Expediciones Botánicas, 2010).

7.6.5.4. Usos

Es una especie fijadora de nitrógeno, sirve para recuperación de suelos y control de erosión, se utiliza también como forraje, sirve como estrategia de conservación de agua en clima árido. Además, es utilizada como una planta ornamental. Los pueblos lo usan para protección de taludes en la carretera, como cerca viva y sus ramas son usadas a manera de escoba (Expediciones Botánicas, 2010).

7.6.6. Paja de páramo

7.6.6.1. Información taxonómica

Nombre común: Paja de páramo

Foto 6: *Calamagrostis intermedia*

Nombre científico: *Calamagrostis intermedia*

Familia: Poaceae

Género: Calamagrostis



7.6.6.2. Origen y distribución

Calamagrostis intermedia de origen griego kalamos que significa calamo y agrostis que quiere decir hierba, también llamada paja blanca. Se encuentra distribuido principalmente en los páramos de los Andes. En Ecuador crece desde los 2800 msnm hasta los 3500 msnm encontrándose en los páramos y subpáramos de Cotopaxi (Gerrit, Sousa & Chater, 2006).

7.6.6.3. Descripción botánica

Son hierbas que llegan a medir hasta 1 m de altura y un diámetro de 80 cm. Sus hojas son lineares llegando a medir hasta 80 cm de largo; sus bordes están doblados dando la apariencia de cilindros. Posee unas inflorescencias que miden hasta 90 cm y están compuestas por varias espigas doradas. Sus flores son pequeñas que no sobrepasan los 10 mm de largo (Missouri Botanical Garden, 2016).

7.6.6.4. Usos

La paja es una de las especies que se encuentra en la mayor parte de los páramos y es utilizada para el techo de casas y chozas, también como forraje para los animales (Gutiérrez, 2014).

7.7. El ciclo del carbono

De acuerdo con el IPCC (2005) la captación y el almacenamiento de dióxido de carbono (CO₂) (CAC) constituyen un proceso consistente en la separación del CO₂ emitido por la industria y fuentes relacionadas con la energía, su transporte a un lugar de almacenamiento y su aislamiento de la atmósfera a largo plazo. Se considera la CAC como una de las opciones de la cartera de medidas de mitigación para la estabilización de las concentraciones atmosféricas de gases de efecto invernadero.

El servicio ambiental que brinda la vegetación del bosque, consistente en convertir en oxígeno el dióxido de carbono (CO_2) que recoge del aire, mediante el proceso de la fotosíntesis, y fijarlo como biomasa orgánica, evita la acumulación excesiva de dióxido de carbono y conduce a reducir el efecto invernadero, cuyas consecuencias económicas y humanas son incalculables.

Es así como los ecosistemas que se encuentran en la etapa de desarrollo y crecimiento fijan más carbono del que emiten. Es el caso de las cosechas agrícolas al momento que se retira una parte de biomasa, esta no altera significativamente en el balance de carbono dentro de aquella plantación (FEMP, s.f.).

Este servicio beneficia a la comunidad local, nacional e internacional, pero es generalmente aceptado que los países industrializados son los que más contribuyen a aumentar el riesgo del efecto invernadero, por las emanaciones de gases derivadas de sus actividades económicas e industriales; de allí su mayor disponibilidad a compensar los esfuerzos por disminuir la concentración de carbono en la atmósfera. Es por ello que dichos países están dispuestos a pagar a aquellos que tienen bosques, para que los conserven, ya que el efecto invernadero es de dimensiones globales.

7.8. Beneficios de la fijación de carbono

Los bosques son uno de los sumideros de carbono más importantes, su vegetación y suelos guardan gran cantidad de carbono. Asimismo, garantizan el descenso de la temperatura y mantienen la humedad.

De acuerdo con el IPCC (2005) la captación y el almacenamiento de dióxido de carbono (CO_2) (CAC) constituyen un proceso consistente en la separación del CO_2 emitido por la industria y fuentes relacionadas con la energía, su transporte a un lugar de almacenamiento y su aislamiento de la atmósfera a largo plazo. Se considera la CAC como una de las opciones de la cartera de medidas de mitigación para la estabilización de las concentraciones atmosféricas de gases de efecto invernadero.

El servicio ambiental que brinda la vegetación del bosque, consistente en convertir en oxígeno el dióxido de carbono (CO_2) que recoge del aire, mediante el proceso de la fotosíntesis, y fijarlo como biomasa orgánica, evita la acumulación excesiva de dióxido de carbono y conduce a reducir el efecto invernadero, cuyas consecuencias económicas y humanas son incalculables.

Es así como los ecosistemas que se encuentran en la etapa de desarrollo y crecimiento fijan más carbono del que emiten. Es el caso de las cosechas agrícolas al momento que se retira una parte de biomasa, esta no altera significativamente en el balance de carbono dentro de aquella plantación (FEMP, s.f.).

Este servicio beneficia a la comunidad local, nacional e internacional, pero es generalmente aceptado que los países industrializados son los que más contribuyen a aumentar el riesgo del efecto invernadero, por las emanaciones de gases derivadas de sus actividades económicas e industriales; de allí su mayor disponibilidad a compensar los esfuerzos por disminuir la concentración de carbono en la atmósfera. Es por ello que dichos países están dispuestos a pagar a aquellos que tienen bosques, para que los conserven, ya que el efecto invernadero es de dimensiones globales.

8. PREGUNTAS CIENTIFICAS O HIPOTESIS

¿Existen diferencias en la cantidad de carbono fijado entre los proyectos de restauración forestal y los proyectos de conservación de páramos?

9. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

9.1. Áreas de estudio

La primera actividad para el levantamiento de datos de campo consistió en la ubicación geográfica de los trece proyectos de forestación, reforestación y conservación de páramos ejecutados por el Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial (GADP) de Cotopaxi, distribuidos en los cantones: Latacunga, Salcedo, Pujilí y Sigchos.

La investigación se llevó a cabo en los siguientes lugares:

9.1.1. Proyecto N° 1: Directorio de agua de riego RUNALARCA - Guaytacama

9.1.1.1. Ubicación geográfica

Según el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT, 2015) del Gobierno Autónomo Descentralizado de Guaytacama, se encuentra a 12 km de distancia de la ciudad de Latacunga, siendo sus límites: al Norte: Toacaso y Tanicuchí; al Sur: San Felipe y Poaló; al Oriente: el río Cutuchi y al Occidente: Saquisilí.

El barrio La Floresta solicita al GADPC la donación de plantas forestales nativas para realizar la reforestación en los terrenos de los beneficiarios del sistema de riego RUNALARCA.

Realizando la georeferenciación del barrio con los siguientes puntos:

Tabla 2: Coordenadas geográficas

Puntos	Detalle	X	Y	Altitud (msnm)
1	Inicio del recorrido	0762575	9909431	2.901
2	Mitad del recorrido	0762567	9909378	2.934
3	Final del recorrido	0762577	9909448	2.935

Elaborado por: Remache, F., 2016

9.1.1.2. Clima

La parroquia se ubica a 2906 msnm, su temperatura oscila entre los 8°C y los 18°C, y la humedad relativa es de 74,1%. La precipitación media anual de acuerdo con la estación Cotopaxi-Clirsén es de 1205,6 mm (Estación Cotopaxi-Clirsén, 2011). El clima de la zona es templado dividiéndose en dos tipos: Ecuatorial mesotérmico semi-húmedo y Mesotérmico semifrío.

9.1.1.3. Suelos

Los suelos que predominan son los Vitradepts, troprothens y ustipsamments, se caracterizan por presentar gran cantidad de carbón orgánico y alto contenido de materiales piroclásticos. Son suelos de texturas arenosas, francas, franco arenoso y algunas gravillosas (PDOT, 2015).

9.1.1.4. Vegetación

De acuerdo a las zonas de vida de Holdridge corresponde al tipo Bosque húmedo Montano (BhM) y Bosque siempre verde Montano Alto (BsvMA), encontrando la flora que lo caracteriza en las laderas de quebradas y riberas de los ríos (MAE, 2015).

9.1.2. Proyecto N° 2: Escuela General Leonidas Plaza Gutiérrez

9.1.2.1. Ubicación geográfica

La parroquia San Francisco de Mulaló se localiza a 19 km de la ciudad de Latacunga, limitando al Norte el Cantón Mejía, al Sur las parroquias Aláquez y Joséguango Bajo, al Este la Provincia de Napo, y al Oeste, las parroquias Pastocalle, Tanicuchí y Guaytacama.

La comunidad San Agustín de Callo solicita al GADPC la donación de plantas forestales nativas para realizar la reforestación en los espacios verdes de la Escuela General Leonidas Plaza (PDOT, 2011).

La escuela está ubicada en las siguientes coordenadas:

Tabla 3: Coordenadas geográficas

Puntos	Detalle	X	Y	Altitud (msnm)
1	Inicio del recorrido	0769882	9919265	3.031
2	Mitad del recorrido	0769864	9919191	3.108
3	Final del recorrido	0769800	9919187	3.105

Elaborado por: Remache, F., 2016

9.1.2.2. Clima

La parroquia Mulaló posee una altitud aproximada de 3000 msnm. El clima en las partes bajas es templado tórrido y en las partes altas los fríos de páramo, diferenciándose así los siguientes tipos de climas: Ecuatorial de Alta Montaña y Ecuatorial Mesotérmico semi-húmedo, de acuerdo con el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI, 2002), el lugar presenta una precipitación que varía desde 500 msnm hasta los 1500 msnm anual. Así mismo la temperatura media anual fluctúa entre los 0°C a 24°C.

9.1.2.3. Suelos

Los tipos de suelos presentes en la parroquia son Entisoles, Histosoles, Inceptisol, siendo los inceptisoles los que cubren la mayor parte del territorio. Estos suelos son de origen volcánico de textura limosa, franco limoso, franco arcillosos, y con un pH ligeramente ácido (PDOT, 2011).

9.1.2.4. Vegetación

Según la información del Ministerio del Ambiente (MAE, 2010) en la parroquia se diferencian las zonas de vida: Páramo, Montano Alto, Montano y la zona de nieve perpetua en el volcán Cotopaxi. La flora está compuesta principalmente por: molle, arrayán, quishuar, ciprés, eucalipto, álamo entre otros.

9.1.3. Proyecto N° 3: Comunidad San Ramón de la Chilintosa

9.1.3.1. Ubicación geográfica

La parroquia San Francisco de Mulaló se localiza a 19 km de la ciudad de Latacunga, limitando al Norte el Cantón Mejía, al Sur las parroquias Aláquez y Joséguango Bajo, al Este la Provincia de Napo, y al Oeste, las parroquias Pastocalle, Tanicuchí y Guaytacama. La comunidad San Ramón de la Chilintosa solicita al GADPC la donación de plantas forestales nativas para la reforestación en las calles principales de la comunidad (PDOT, 2011).

La comunidad está ubicada geográficamente en los siguientes puntos:

Tabla 4: Coordenadas geográficas

Puntos	Detalle	X	Y	Altitud (msnm)
1	Inicio del recorrido	0771629	9916754	3.118
2	Mitad del recorrido	0772034	9917013	3.127
3	Final del recorrido	0771222	9916447	3.095

Elaborado por: Remache, F., 2016

9.1.3.2. Clima

La parroquia Mulaló posee una altitud aproximada de 3000 msnm. El clima en las partes bajas es templado tórrido y en las partes altas los fríos de páramo, diferenciándose así los siguientes tipos de climas: Ecuatorial de Alta Montaña y Ecuatorial Mesotérmico semi-húmedo, de acuerdo con el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI, 2002), el lugar presenta una precipitación que varía desde 500 msnm hasta los 1500 msnm anual. Así mismo la temperatura media anual fluctúa entre los 0°C a 24°C.

9.1.3.3. Suelos

Los tipos de suelos presentes en la parroquia son Entisoles, Histosoles, Inceptisol. Estos suelos son de origen volcánico de textura limosa, franco limoso, franco arcillosos, y con un pH ligeramente ácido (PDOT, 2011).

9.1.3.4. Vegetación

Según la información del Ministerio del Ambiente (MAE, 2010) en la parroquia se diferencian las zonas de vida: Páramo, Montano Alto, Montano y la zona de nieve perpetua en el volcán Cotopaxi. La flora está compuesta principalmente por: molle, arrayán, quishuar, ciprés, eucalipto, álamo entre otros.

9.1.4. Proyecto N° 4: Colegio Nacional "Dr. Manuel Eduardo Cepeda"

9.1.4.1. Ubicación geográfica

El cantón Pujilí se encuentra a una distancia de 10km de la ciudad de Latacunga, ubicado a 2961 msnm, siendo sus límites al Norte: Sigchos, Saquisilí y Latacunga; al Sur: Pangua y la provincia de Tungurahua; al Este: Saquisilí, Latacunga y Salcedo y al Oeste: La Maná y Pangua (PDOT, 2014).

En la parroquia La Matriz, se ubica el Colegio Nacional "Dr. Manuel Eduardo Cepeda" quienes solicitaron al GADPC plantas forestales nativas para realizar la reforestación de las áreas verdes en la institución.

Las coordenadas de ubicación son:

Tabla 5: Coordenadas geográficas

Puntos	Detalle	X	Y	Altitud (msnm)
1	Inicio del recorrido	0761820	9889200	2.964
2	Mitad del recorrido	0761813	9889228	2.967
3	Final del recorrido	0761768	9889192	2.967

Elaborado por: Remache, F., 2016

9.1.4.2. Clima

Debido a su relieve, la temperatura del cantón varía entre los 6 y 28 °C., presentando cuatro tipos de clima: Tropical Mesotérmico húmedo y Ecuatorial de Alta Montaña, Ecuatorial Mesotérmico seco y Ecuatorial Mesotérmico semi-húmedo. Los niveles de precipitación están entre 958 y 2791 mm anuales (B&G Consultores Asociados, 2014).

9.1.4.3. Suelos

El cantón, tienen suelos desarrollados de origen volcánico con textura arenosa fina y gruesa; con un bajo porcentaje de materia orgánica lo que quiere decir que tiene baja fertilidad. Sus suelos representativos son: Entisoles, Mollisoles e Inceptisoles (B&G Consultores Asociados, 2014).

9.1.4.4. Vegetación

Pujilí posee zonas de vida que muestran las transiciones entre los páramos, valles y subtrópico, evidenciándose cambios entre la flora y fauna. Además, se observa un paisaje semidesértico, debido a la deforestación y pocas lluvias (Segovia & Maldonado, 2002).

9.1.5. Proyecto N° 5: Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial - Las Pampas

9.1.5.1. Ubicación geográfica

La parroquia Las Pampas se ubica entre Sigchos y Santo Domingo de los Tsáchilas, limitando al Norte con la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas y la parroquia Palo Quemado; al Sur con la parroquia Sigchos; al Este con Palo Quemado y al Oeste la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas (GADPR, 2010).

Las Pampas se encuentra a unos 1600 msnm. Y sus coordenadas geográficas son:

Tabla 6: Coordenadas geográficas

Puntos	Detalle	X	Y	Altitud (msnm)
1	Inicio del recorrido	0726350	9951992	1.607
2	Final del recorrido	0726349	9951985	1.608

Elaborado por: Remache, F., 2016

9.1.5.2. Clima

De acuerdo con el Colegio de Ingenieros Agrónomos de Pichincha (CIAP, 2008) los diversos factores como la orografía y desplazamiento de masas, hacen que la parroquia tenga un clima heterogéneo. Siendo el más característico Mesotérmico Tropical Muy Húmedo, presenta una temperatura que varía entre 12°C y 22°C y una precipitación media anual entre 2000 y 3000 mm.

9.1.5.3. Suelos

Los suelos son de tipo volcánico, provienen de cenizas y otros materiales piroclásticos; son ligeramente ácidos y alta capacidad de fijación de fósforo; otros son de textura arenosa muy poco evolucionados los cuales son propensos a la erosión y muy baja fertilidad (Bermeo, 2010).

9.1.5.4. Vegetación

Las formaciones que sobresalen en esta zona son: Bosque muy húmedo Pre Montano (BmhPM), Bosque muy húmedo Montano Bajo (BmhMB) y Bosque húmedo Montano Bajo (BhMB) (Bermeo, 2010).

9.1.6. Proyecto N° 6: Cuerpo de Ingenieros del Ejército-Hospital de Sigchos

9.1.6.1. Ubicación geográfica

El cantón Sigchos se encuentra en un rango altitudinal entre 520 msnm a 5080 msnm, siendo sus límites: Norte: Santo Domingo, Sur: Pujilí, Este: Cantón Mejía y Latacunga, y al Oeste: La Maná (PDOT, 2015).

El hospital objeto de estudio se localiza geográficamente en las siguientes coordenadas:

Tabla 7: Coordenadas geográficas

Puntos	Detalle	X	Y	Altitud (msnm)
1	Punto centro del área	0735783	9922901	2.832
2	Inicio del recorrido	0735840	9922899	2.836
3	Final del recorrido.	0735875	9922947	2.837

Elaborado por: Remache, F., 2016

9.1.6.2. Clima

La variación de tipos de clima que tiene el cantón Sigchos, se debe a la topografía que presenta el territorio. Las zonas del subtrópico presentan una precipitación entre los 2000 mm a 3000 mm anuales, los registros de temperatura varían entre 9°C y 11°C. Los tipos de climas presentes en el cantón son: Tropical Mesotérmico húmedo, Ecuatorial Mesotérmico semi-húmedo y Ecuatorial de alta montaña (PDOT, 2015).

9.1.6.3. Suelos

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO, 2015) la clasificación de suelo del cantón Sigchos son de tipo inceptisol con un área de 125.33 Ha, se caracteriza porque son suelos jóvenes y poseen alta fertilidad para la producción forestal y agrícola de la zona.

9.1.6.4. Vegetación

Las formaciones que sobresalen en esta zona son: Bosque de Neblina Montano (BNM), Bosque siempre verde Montano bajo (BsvMb), Bosque siempre verde Montano (BsvM) y Bosque siempre verde Montano alto (BsvMa) que abarca un 33% del cantón (MAE, 2008).

9.1.7. Proyecto N° 7: Gobierno Autónomo Descentralizado de la Parroquia Once de Noviembre

9.1.7.1. Ubicación geográfica

Se localiza en la zona Oeste de la ciudad de Latacunga, a una altura de 2950 msnm, limitando al Norte la parroquia Poaló, al Sur el cantón Pujilí, al Este la parroquia Eloy Alfaro, y al Oeste la parroquia La Victoria (PDOT, 2014).

Su ubicación geográfica es:

Tabla 8: Coordenadas geográficas

Puntos	Detalle	X	Y	Altitud (msnm)
1	Punto centro del área a intervenir	0759678	9900439	2950

Elaborado por: Remache, F., 2016

9.1.7.2. Clima

El clima en la parroquia es de tipo Ecuatorial Mesotérmico seco, con precipitaciones de 500 mm a 1000 mm como máxima y una temperatura que va desde los 7°C a 12°C como máxima (GADPR, 2010).

9.1.7.3. Suelos

Los suelos que predominan el territorio son los inceptisoles y entisoles, su textura es arenoso y franco arenoso, lo que indica que es apto para la agricultura, pero la falta de agua es un limitante motivo por el cual no se desarrolla de manera intensiva la producción agrícola (GADPR, 2010).

9.1.7.4. Vegetación

Las zonas de vida presentes en la zona son: Bosque seco Montano Bajo (BsMb), Bosque seco Montano bajo – Bosque húmedo Montano (bsMB - bhM), Estepa espinosa Montano Bajo (eeMB) y Estepa espinosa Montano Bajo – Estepa Montano (eeMB - eM) (B & G Consultores Asociados, 2014).

9.1.8. Proyecto N° 8: Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural (GADPR) Chugchilán

9.1.8.1. Ubicación geográfica

Se ubicada al noroccidente del cantón Sigchos asentada a una altitud de 2860 msnm. Sus límites son: al Norte: Isinliví, San Miguel de Sigchos. Sur: Zumbahua, Tingo, Pilaló, Rio Yanayacu Este: Canchagua y Guangaje. Oeste: El Tingo, Pucayacu, Guasaganda (PDOT, 2015).

El proyecto se encuentra en la comunidad de Amanta ubicada en las coordenadas:

Tabla 9: Coordenadas geográficas

Puntos	Detalle	X	Y	Altitud (msnm)
1	Punto centro del área a intervenir	0730195	9913396	3470

Elaborado por: Remache, F., 2016

9.1.8.2. Clima

En lo que se refiere a las características climatológicas en el territorio parroquial se evidencia lo siguiente: Clima de alta montaña, mesotérmico semi húmedo, tropical mega térmico húmedo. La

precipitación media anual está entre los 500 mm a 1500 mm y una temperatura media anual menores a 5°C (INAMHI, 2002).

9.1.8.3. Suelos

Los suelos presentan relieves irregulares los cuales son montañosos muy altos donde se concentran la mayoría de poblados. La textura del suelo es arenosa limosa, lo que constituye a un suelo frágil, su estructura granular, por lo que la infiltración de agua es alta (PDOT Chugchilán, 2015).

9.1.8.4. Vegetación

Las formaciones vegetales que posee la zona son: Bosque muy húmedo pre montano (bmhPM), Bosque muy húmedo Montano bajo (bmhMb), Bosque húmedo Montano Bajo (bhMB), Boques muy húmedo Montano (bhM) y Bosque húmedo Montano (bhM) (PDOT Chugchilán, 2011).

9.1.9. Proyecto N° 9: Comunidad Guangaje

9.1.9.1. Ubicación geográfica

Los límites políticos de la parroquia Guangaje son: al Norte las parroquias Chugchilán, Insilivi, Cochapamba; al Este las parroquias Cochapamba, Poaló; al Sur las parroquias Zumbahua y Pujilí y Oeste la parroquia Zumbahua (PDOT Guangaje, 2015).

La comunidad de Guangaje está ubicada en la siguiente coordenada:

Tabla 10: Coordenadas geográficas

Puntos	Detalle	X	Y	Altitud (msnm)
1	Punto centro del área a intervenir	0740918	9904691	3490

Elaborado por: Remache, F., 2016

9.1.9.2. Clima

La parroquia se encuentra a una altitud que varía de 3200 msnm a 4200 msnm, todo su territorio presenta un clima sub húmedo con pequeño déficit de agua, meso térmico templado frío. Presenta temperaturas promedio que oscilan de 9,5°C a 7°C y una precipitación media anual de 850 mm (INAMHI, 2008).

9.1.9.3. Suelos

Posee suelos de tipo inceptisol que se caracteriza por ser suelos jóvenes con baja productividad y Mollisoles que son suelos oscuros con alto contenido de materia orgánica (ET de SIIC S.A., 2015).

9.1.9.4. Vegetación

Según el Equipo Técnico de Soluciones Integrales de Ingeniería y Consultoría (ET de SIIC S.A., 2015) la zona posee varios ecosistemas debido a sus elevaciones montañosas los cuales son: Arbustal siempre verde, herbazal del páramo, herbazal inundable del páramo e intervenido.

9.1.10. Proyecto N° 10: Colegio de Bachillerato Técnico "Luis Fernando Ruiz"

9.1.10.1. Ubicación geográfica

El Colegio de Bachillerato Técnico "Luis Fernando Ruiz" está ubicado en la parroquia Ignacio Flores del cantón Latacunga, el cantón limita: al Norte: Cantón Mejía y Sigchos; al Sur: Salcedo y Pujilí; al Este: Archidona y Tena y al Oeste: Saquisilí, Pujilí y Sigchos (PDOT, 2014).

El colegio solicita un pedido de planta forestal nativa al GADPC, para realizar la reforestación de los espacios verdes existentes en el mismo.

El cual está ubicado en las siguientes coordenadas:

Tabla 11: Coordenadas geográficas

Ubicación	Detalle	Coordenadas Geográficas		
		X	Y	Altitud (msnm)
Colegio de Bachillerato Técnico Luis Fernando Ruiz.	Inicio del recorrido	0766540	9896729	2791
	Mitad del recorrido	0766550	9896769	2792
	Final del recorrido	0766598	9896817	2793

Elaborado por: Remache, F., 2016

9.1.10.2. Clima

Latacunga se encuentra a una altitud que va desde los 2680 msnm hasta los 5920 msnm. Posee las siguientes formaciones bioclimáticas: Ecuatorial de alta montaña, Ecuatorial Mesotérmico seco, Ecuatorial Mesotérmico semi-húmedo y Nival. Presenta una temperatura que oscila entre los 12°C y 18°C y una precipitación media anual de 250 mm a 500 mm (PDOT Latacunga, 2014).

9.1.10.3. Suelos

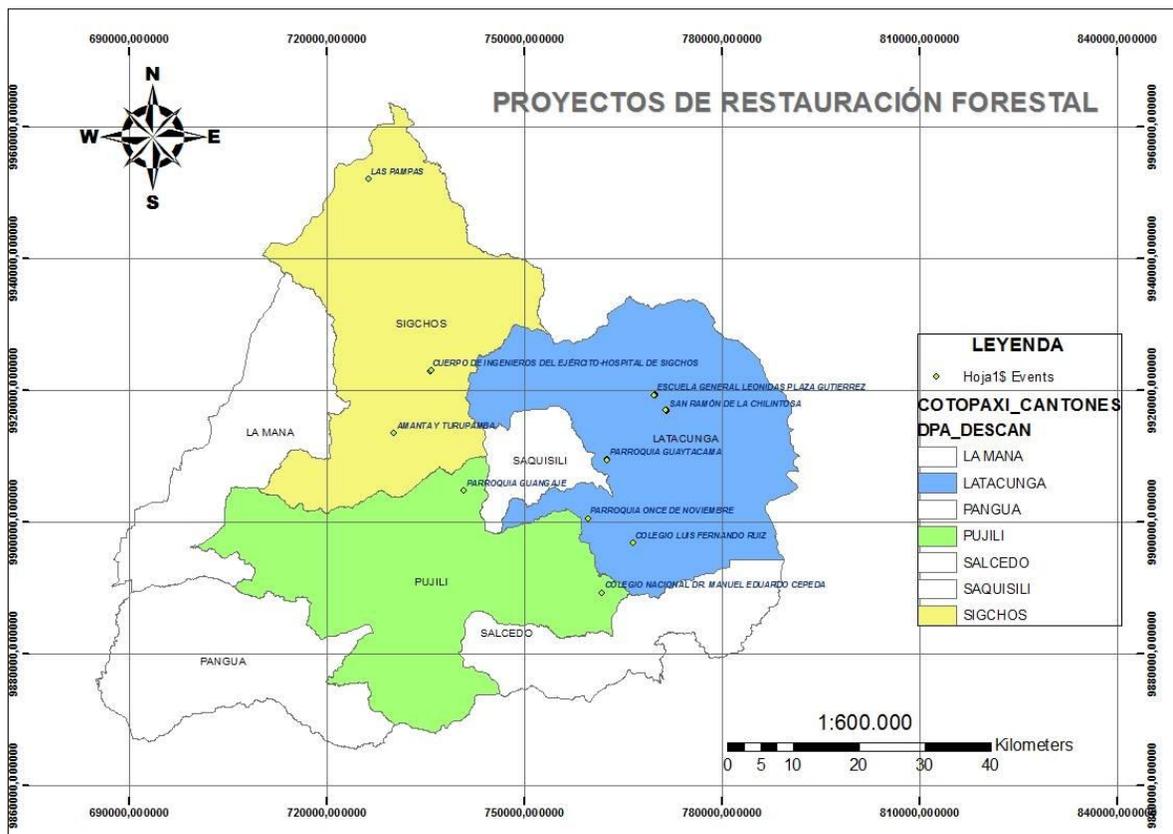
Los suelos que posee el cantón son: **Histosoles**. Son suelos ricos en materia orgánica con alta retención de agua. **Inceptisoles**. Suelos con alta presencia de materia orgánica y se desarrollan en climas húmedos. **Mollisoles**. Son suelos de color negro, con abundante materia orgánica de textura arcillosa y pH ligeramente ácido, lo cual son aptos para la agricultura y ganadería (PDOT GADML, 2014).

9.1.10.4. Vegetación

En lo que se refiere a las zonas de vida el cantón Latacunga se distinguen las siguientes: Bosque húmedo Montano (BhM), Bosque muy húmedo Montano (BmhM), Bosque muy húmedo Subalpino (BmhSA), Bosque Pluvia Subalpino (BPSA), Bosque seco Montano bajo (BsMB) y Estepa espinosa Montano bajo (EeMb) (PDOT, 2014).

A continuación se observa la ubicación de los diez proyectos de restauración forestal:

Figura 1: Mapa de los Proyectos de Restauración Forestal



Elaborado por: Toapanta, J., 2016

9.1.11. Proyecto N° 11: Comunidad Tingo Collas

9.1.11.1. Ubicación geográfica

El cantón Pujilí se encuentra a una distancia de 10km de la ciudad de Latacunga, ubicado a 2961 msnm, siendo sus límites al Norte: Sigchos, Saquisilí y Latacunga; al Sur: Pangua y la provincia de Tungurahua; al Este: Saquisilí, Latacunga y Salcedo y al Oeste: La Maná y Pangua (PDOT, 2014).

Las coordenadas de la comunidad son:

Tabla 12: Coordenadas geográficas

Puntos	Detalle	X	Y	Altitud (msnm)
1	Inicio del recorrido	0752764	9899840	3598
2	Final del recorrido	0752753	9899662	3563

Elaborado por: Remache, F., 2016

9.1.11.2. Clima

Debido a su relieve, la temperatura del cantón varía entre los 6 y 28 °C., presentando cuatro tipos de clima: Tropical Mesotérmico húmedo y Ecuatorial de Alta Montaña, Ecuatorial Mesotérmico seco y Ecuatorial Mesotérmico semi-húmedo. Los niveles de precipitación están entre 958 y 2 791 mm anuales (B&G Consultores Asociados, 2014).

9.1.11.3. Suelos

El cantón, tienen suelos desarrollados de origen volcánico con textura arenosa fina y gruesa; con un bajo porcentaje de materia orgánica lo que quiere decir que tiene baja fertilidad. Sus suelos representativos son: Entisoles, Mollisoles e Inceptisoles (B&G Consultores Asociados, 2014).

9.1.11.4. Vegetación

Pujilí posee zonas de vida que muestran las transiciones entre los páramos, valles y subtrópico, evidenciándose cambios entre la flora y fauna. También se observa un paisaje semidesértico, debido a la deforestación y pocas lluvias (Segovia & Maldonado, 2002).

9.1.12. Proyecto N° 12: Comunidad Pilacumbi

9.1.12.1. Ubicación geográfica

La parroquia Toacaso se encuentra limitada al Norte: parroquia Pastocalle y Chaupi, al Sur: Saquisilí y Guaytacama, al Este: Tanicuchí y al Oeste: cantón Sigchos (PDOTPR Toacaso, 2014).

La comunidad Pilacumbi está localizada en las siguientes coordenadas:

Tabla 13: Coordenadas geográficas

Puntos	Detalle	X	Y	Altitud (msnm)
1	Punto centro del área a intervenir	0756101	9918334	3448

Elaborado por: Remache, F., 2016

9.1.12.2. Clima

La zona presenta una temperatura que oscila entre los 5°C y 12°C con precipitaciones que alcanzan los 700 mm anuales.

9.1.12.3. Suelo

Toacaso posee suelos de texturas franco arenoso y franco arcilloso para la producción agropecuaria, con suelos medianamente profundos. Los pobladores incorporan en sus terrenos plantas nativas generando microclimas.

9.1.12.4. Vegetación

Posee agro ecosistemas diversos como los páramos que son fuente de recarga hídrica.

9.1.13. Proyecto N° 13: Comunidad Yanahurco de Juigua

9.1.13.1. Ubicación geográfica

La parroquia Cusubamba pertenece al cantón Salcedo con un área de 192 km², siendo la parroquia rural más grande y limita al Norte y Oeste con el cantón Pujilí, al Sur con la provincia de Tungurahua y al Este con la parroquia Mulalillo (GADPR Cusubamba, 2011).

La comunidad Yanahurco de Juigua se encuentra en las siguientes coordenadas:

Tabla 14: Coordenadas geográficas

Puntos	Detalle	X	Y	Altitud (msnm)
1	Punto centro del área a intervenir	0748570	9881772	3892

Elaborado por: Remache, F., 2016

9.1.13.2. Clima

El clima es frío con temperaturas que van desde los 7°C a 11°C y una precipitación que está entre los 500 a 700 mm, registrándose hasta los 2000 mm de lluvia.

9.1.13.3. Suelo

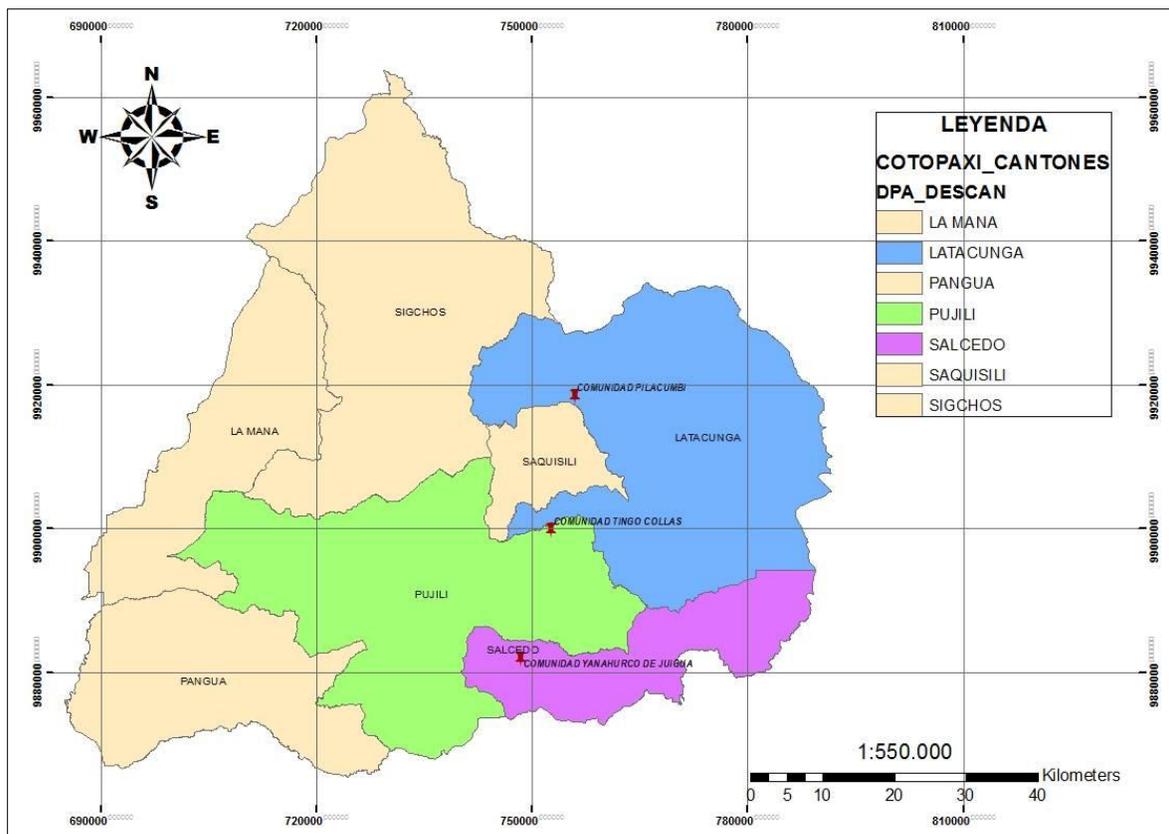
En la zona alta predominan los suelos Andisoles, los cuales son suelos jóvenes y por su gran riqueza en materia orgánica de color negro y alta retención de agua con gran permeabilidad, lo que permite el desarrollo de las raíces (GADPR Cusubamba, 2011).

9.1.13.4. Vegetación

La parroquia forma parte del ecosistema Bosque húmedo Montano (BhM), la cual pertenece a la cordillera occidental de los Andes, tienen páramos, montañas, lagunas y pendientes pronunciadas, cabe señalar que el ecosistema páramo ha sido explotado indiscriminadamente para actividades de pastoreo, así como también la quema de pajonales y el avance de la frontera agrícola ponen en peligro a este ecosistema (GADPR Cusubamba, 2011).

A continuación se observa la ubicación de los proyectos de conservación de páramos:

Figura 2: Mapa de los Proyectos de Conservación de Páramos

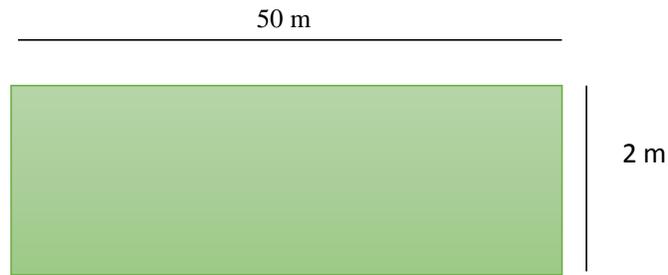


Elaborado por: Toapanta, J., 2016

9.2. Fase de campo

Una vez identificado la ubicación de los proyectos de forestación, reforestación y conservación de páramos ejecutados por el GAD provincial de Cotopaxi y con la colaboración de los moradores de los lugares intervenidos, a través de visitas de campo se determinaron las actividades a seguir de acuerdo a las condiciones climáticas y topográficas de los lugares visitados.

La recopilación de datos permitió determinar las áreas de estudio, donde se trazó 13 puntos de muestreo para lo cual se utilizó el método de los transectos (2m x 50m) el cual es ampliamente utilizado por la rapidez con que se mide y mayor heterogeneidad con que se muestrea la vegetación. En cada punto de muestreo se establecieron cinco transectos donde la extracción del material vegetativo se tomó al azar uno de ellos y de la misma manera se tomaron las muestras vegetativas.

Figura 3: Trazado del transecto

Elaborado por: Remache, F., 2016

Marcando el punto de inicio con una estaca (50cm x 4cm), se utilizó una cuerda hasta el punto final (50 m), de esta manera se caminó por el transecto identificando y procediendo a la recolección al azar de las especies forestales nativas plantadas en estos lugares, utilizando el método destructivo que consiste en arrancar la planta en su totalidad, luego separarla en sus componentes: raíz, tallo, ramas y hojas.

Cada componente fue colocado en bolsas de papel para luego ser pesado con la utilización de una balanza tipo reloj camry 5kg, recopilando datos cuantitativos de la biomasa y carbono de las muestras recolectadas, obteniendo así su peso en fresco o verde.

En el caso de los pajonales de igual manera se trazó un transecto (2m x 50m) y dentro del mismo se trazó un cuadrante (2m x 2m) para recoger la muestra de pajonal, de la misma manera se pesó el material para obtener el peso en fresco (Ver Anexo 4).

9.3. Fase de laboratorio

Se trasladaron las muestras al laboratorio donde se procedió a colocarlas en la estufa MEMMERT a 75° C durante un tiempo de 72 horas para su secado, concluyendo con esta actividad se procedió al pesado seco de las mismas (Ver Anexo 4).

9.4. Estimación de biomasa, carbono y dióxido de carbono

Para los cálculos correspondientes se siguieron los siguientes pasos:

- a) Para obtener el porcentaje de la biomasa de cada especie se utilizó la siguiente fórmula:

$$Biomasa\ seca\ (Kg) = \frac{Peso\ seco\ (Kg)}{Peso\ fresco\ (Kg)}$$

- b) Para obtener la cantidad de carbono fijado por la planta multiplicamos la cantidad de biomasa por hectárea por la constante de 0.5 (IPCC, 2006).

$$\text{Carbono (Kg)} = \text{Biomasa seca (Kg)} * 0,5$$

- c) En la obtención de la cantidad de CO₂ se utilizó la siguiente ecuación:

$$\text{CO}_2 \text{ (Kg)} = \text{Carbono (Kg)} * Kr$$

De donde:

CO₂= Dióxido de carbono

C= Carbono

Kr= 3.67, Factor de conversión que resulta del cociente de los pesos moleculares del dióxido de carbono (44) y el carbono (12) (Forest Trend y The Katoomba Group, 2010).

10. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

10.1. Análisis de los resultados

10.1.1. Metodología Aplicada

La metodología para la cuantificación de carbono se utilizó el método directo o destructivo el cual consistió en arrancar las plantas, pesarlas en fresco con una balanza digital y secarlas en una estufa a una temperatura de 75°C durante 72 horas y así obtener la cantidad de biomasa mediante la relación entre peso seco/peso húmedo, luego convertir los valores de biomasa a carbono multiplicamos por la constante de 0.5 y finalmente para determinar la cantidad de dióxido de carbono fijado se multiplica por el factor de conversión de 3.67.

10.1.2. Caracterización de las especies

Las especies vegetativas nativas encontradas en los diez proyectos de restauración forestal objeto de estudio fueron: acacia, aliso, arrayán, azahar y retamo-liso las cuales tenían aproximadamente un año de edad, diámetro menor a 3 cm, altura no mayor a 1.50 m, en cuanto a los proyectos de conservación de páramos se tomó muestras de pajonal.

10.1.3. Cálculos de carbono fijado en los proyectos

Una vez realizado los cálculos pertinentes de biomasa, carbono y dióxido de carbono se obtuvieron los siguientes resultados:

10.1.3.1. Proyecto N° 1

Tabla 15: Cantidad de biomasa, carbono y dióxido de carbono fijado por las diferentes especies forestales nativas

DIRECTORIO DE AGUA DE RIEGO RUNALARCA-GUAYTACAMA												
N°	Especie	Nombre científico	Nombre común	Características	Peso verde (kg)	Biomasa (kg/planta)	Carbono (kg/planta)	CO ₂ fijado (kg/planta)	N° plantas	Biomasa (kg)	Carbono (kg)	CO ₂ fijado (kg)
1		<i>Eugenia foetida</i>	Azahar	Altura: 0.65m DAP: <1cm Edad: 1 año	0.155	0.484	0.242	0.888	1000	483.87	241.94	887.90
2		<i>Alnus acuminata</i>	Aliso	Altura: 0.80m DAP: <1cm Edad: 1 año	0.140	0.500	0.250	0.918	500	250	125	458.75
3		<i>Genista monspessulana</i>	Retamolis	Altura: 0.75m DAP: <1cm Edad: 1 año	0.085	0.471	0.235	0.864	160	75.29	37.65	138.16
4		<i>Luma apiculata</i>	Arrayán	Altura: 0.50m DAP: <1cm Edad: 1 año	0.055	0.436	0.218	0.801	50	21.82	10.91	40.04
5		<i>Acacia melanoxylon</i>	Acacia	Altura: 0.50m DAP: <1cm Edad: 1 año	0.045	0.467	0.234	0.857	20	9.34	4.67	17.14
Valores totales estimados en 5 ha expresado en kg										840.98	420.49	1543.20
Valores expresados en ton/ha										0.168	0.084	0.308

Elaborado por: Remache, F., 2016

De acuerdo al estudio realizado se ha estimado los valores totales de biomasa vegetal expresado en toneladas por hectárea de 0.168 ton/ha, a partir de este valor se ha calculado la cantidad de carbono y dióxido de carbono acumulados con valores de 0.084 ton/ha y 0.308 ton/ha respectivamente.

10.1.3.2. Proyecto N° 2

Tabla 16: Cantidad de biomasa, carbono y dióxido de carbono fijado por las especies forestales nativas

ESCUELA GENERAL LEONIDAS PLAZA GUTIÉRREZ												
N°	Especie	Nombre científico	Nombre común	Características	Peso verde (kg)	Biomasa (kg/planta)	Carbono (kg/planta)	CO ₂ fijado (kg/planta)	N° plantas	Biomasa (kg)	Carbono (kg)	CO ₂ fijado (kg)
1		<i>Alnus acuminata</i>	Aliso	Altura: 1.60 m DAP: 2.5 cm Edad: 1 año	0.650	0.523	0.262	0.960	50	26.15	13.08	47.99
2		<i>Eugenia foetida</i>	Azahar	Altura: 1,34 m DAP: 1 cm Edad: 1 año	0.350	0.457	0.229	0.839	350	159.95	79.98	293.51
Valores totales estimados (kg/ha)										186.10	93.05	341.49
Valores expresado en ton/ha										0.186	0.093	0.341

Elaborado por: Remache, F., 2016

En este proyecto se han estimado los valores totales de biomasa vegetal obteniendo una cantidad de 0.049 ton/ha, además presenta valores de carbono de 0.024 ton/ha y 0.089 ton/ha de CO₂.

10.1.3.3. Proyecto N° 3

Tabla 17: Cantidad de biomasa, carbono y dióxido de carbono fijado por las diferentes especies forestales nativas

COMUNIDAD DE SAN RAMÓN DE LA CHILINTOSA												
N°	Especie	Nombre científico	Nombre común	Características	Peso verde (kg)	Biomasa (kg/planta)	Carbono (kg/planta)	CO ₂ fijado (kg/planta)	N° plantas	Biomasa (kg)	Carbono (kg)	CO ₂ fijado (kg)
1		<i>Genista monspessulana</i>	Retamolis	Altura: 1.50m DAP: 2.5cm Edad: 1 año	0.225	0.533	0.267	0.979	2466	1761.43	880.71	3232.22
2		<i>Acacia melanoxylon</i>	Acacia	Altura: 0.75m DAP: <1cm Edad: 1 año	0.065	0.538	0.269	0.987	2466	1326.71	663.35	2434.51
3		<i>Alnus acuminata</i>	Aliso	Altura: 1 m DAP: <1cm Edad: 1 año	0.175	0.571	0.286	1.049	2466	1315.20	657.60	2413.39
4		<i>Eugenia foetida</i>	Azahar	Altura: 0.55m DAP: <1cm Edad: 1 año	0.080	0.563	0.281	1.032	800	450	225	825.75
Valores totales estimados en 30 ha (kg)										4854.47	2427.24	8907.96
Valores expresados en ton/ha										0.162	0.081	0.297

Elaborado por: Remache, F., 2016

Los valores totales estimados que presenta el proyecto es de biomasa vegetal con 0.164 ton/ha, a partir de dicho valor se ha calculado la cantidad de carbono dando un valor de 0.082 ton/ha y 0.302 ton/ha de dióxido de carbono.

10.1.3.4. Proyecto N° 4

Tabla 18: Cantidad de biomasa, carbono y dióxido de carbono fijado por las diferentes especies forestales nativas

COLEGIO NACIONAL "DR. EDUARDO MANUEL CEPEDA"												
N°	Especie	Nombre científico	Nombre común	Características	Peso verde (kg)	Biomasa (kg/planta)	Carbono (kg/planta)	CO ₂ fijado (kg/planta)	N° plantas	Biomasa (kg)	Carbono (kg)	CO ₂ fijado (kg)
1		<i>Eugenia foetida</i>	Azahar	Altura: 1 m DAP: <1 cm Edad: 1 año	0.220	0.568	0.284	1.043	1000	521.74	260.87	957.39
2		<i>Genista monspessulana</i>	Retamolis	Altura: 1 m DAP: <1 cm Edad: 1 año	0.115	0.522	0.261	0.957	400	227.27	113.64	417.05
3		<i>Alnus acuminata</i>	Aliso	Altura: 1.30 m DAP: 2.5 cm Edad: 1 año	0.295	0.508	0.254	0.933	200	101.69	50.85	186.61
Valores totales estimados en 5 ha (kg)										850.71	425.35	1561.05
Valores expresados en ton/ha										0.170	0.085	0.312

Elaborado por: Remache, F., 2016

Este proyecto presenta valores totales estimados acumulados en una hectárea: 0.017 ton/ha de biomasa vegetal, 0.085 ton/ha de carbono y 0.312 ton/ha de dióxido de carbono.

10.1.3.5. Proyecto N° 5

Tabla 19: Cantidad de biomasa, carbono y dióxido de carbono fijado por las especies forestales nativas

GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO PARROQUIAL - LAS PAMPAS												
N°	Especie	Nombre científico	Nombre común	Características	Peso verde (kg)	Biomasa (kg/planta)	Carbono (kg/planta)	CO ₂ fijado (kg/planta)	N° plantas	Biomasa (kg)	Carbono (kg)	CO ₂ fijado (kg)
1		<i>Alnus acuminata</i>	Aliso	Altura: 1m DAP: <1cm Edad: 1 año	0.110	0.409	0.205	0.751	1900	777.10	388.55	1425.98
2		<i>Eugenia foetida</i>	Azahar	Altura: 0.40m DAP: <1cm Edad: 1 año	0.045	0.422	0.211	0.775	100	42.22	21.11	77.48
Valores totales estimados en 5 ha (kg)										819.32	409.66	1503.45
Valores expresados en ton/ha										0.164	0.082	0.301

Elaborado por: Remache, F., 2016

El proyecto presenta un valor total estimado de biomasa vegetal de 0.210 ton/ha, a partir de este valor se calcula la cantidad de carbono dando un valor de 0.105 ton/ha y dióxido de carbono con 0.385 ton/ha.

10.1.3.6. Proyecto N° 6

Tabla 20: Cantidad de biomasa, carbono y dióxido de carbono fijado por las diferentes especies forestales nativas

CUERPO DE INGENIEROS DEL EJÉRCITO - HOSPITAL DE SIGCHOS												
N°	Especie	Nombre científico	Nombre común	Características	Peso verde (kg)	Biomasa (kg/planta)	Carbono (kg/planta)	CO ₂ fijado (kg/planta)	N° plantas	Biomasa (kg)	Carbono (kg)	CO ₂ fijado (kg)
1		<i>Eugenia foetida</i>	Azahar	Altura: 0.50m DAP: <1cm Edad: 1 año	0.070	0.429	0.215	0.787	1000	429	214.50	787.22
2		<i>Alnus acuminata</i>	Aliso	Altura: 0.80m DAP: <1cm Edad: 1 año	0.085	0.471	0.236	0.864	500	235.50	117.75	432.14
3		<i>Genista monspessulana</i>	Retamoliso	Altura: 0.65m DAP: <1cm Edad: 1 año	0.070	0.500	0.250	0.918	160	80	40	146.80
Valores totales estimados en 5 ha (kg)										744.50	372.25	1366.16
Valores expresados en ton/ha										0.149	0.074	0.273

Elaborado por: Remache, F., 2016

El proyecto presenta un valor total estimado de biomasa vegetal con 0.197 ton/ha, a partir de este valor se calcula la cantidad de carbono dando un valor de 0.098 ton/ha y dióxido de carbono con 0.362 ton/ha.

10.1.3.7. Proyecto N° 7

Tabla 21: Cantidad de biomasa, carbono y dióxido de carbono fijado por las especies forestales

GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DE LA PARROQUIA ONCE DE NOVIEMBRE												
N°	Especie	Nombre científico	Nombre común	Características	Peso verde (kg)	Biomasa (kg/planta)	Carbono (kg/planta)	CO ₂ fijado (kg/planta)	N° plantas	Biomasa (kg)	Carbono (kg)	CO ₂ fijado (kg)
1		<i>Alnus acuminata</i>	Aliso	Altura: 0.95m DAP: 2cm Edad: 1 año	0.145	0.517	0.259	0.949	3000	1551.72	775.86	2847.41
2		<i>Genista monspessulana</i>	Retamolis	Altura: 0.75m DAP: <1cm Edad: 1 año	0.120	0.600	0.300	1.101	2000	1200	600	2202
Valores totales estimados en 25 ha (kg)										2751.72	1375.86	5049.41
Valores expresados en ton/ha										0.110	0.055	0.202

Elaborado por: Remache, F., 2016

El proyecto presenta un valor estimado total de biomasa vegetal de 0.110 ton/ha, a partir de este valor se calcula la cantidad de carbono dando un valor de 0.055 ton/ha y dióxido de carbono con 0.202 ton/ha.

10.1.3.8. Proyecto N ° 8

Tabla 22: Cantidad de biomasa, carbono y dióxido de carbono fijado por las especies forestales

GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO PARROQUIAL RURAL CHUGCHILÁN												
Nº	Especie	Nombre científico	Nombre común	Características	Peso verde (kg)	Biomasa (kg/planta)	Carbono (kg/planta)	CO ₂ fijado (kg/planta)	Nº plantas	Biomasa (kg)	Carbono (kg)	CO ₂ fijado (kg)
1		<i>Eugenia foetida</i>	Azahar	Altura: 0.50m DAP: <1cm Edad: 1 año	0.075	0.493	0.247	0.905	750	370	185	678.95
2		<i>Genista monspessulana</i>	Retamolis	Altura: 0.50m DAP: <1cm Edad: 1 año	0.100	0.570	0.285	1.046	400	228	114	418.38
Valores totales estimados en 5 ha (kg)										598	299	1097.33
Valores expresados en ton/ha										0.119	0.059	0.219

Elaborado por: Remache, F., 2016

El proyecto presenta un valor estimado total de biomasa vegetal de 0.119 ton/ha, a partir de este valor se calcula la cantidad de carbono dando un valor de 0.059 ton/ha y dióxido de carbono con 0.219 ton/ha.

10.1.3.9. Proyecto N° 9

Tabla 23: Cantidad de biomasa, carbono y dióxido de carbono fijado por las especies forestales

COMUNIDAD GUANGAJE												
N°	Especie	Nombre científico	Nombre común	Características	Peso verde (kg)	Biomasa (kg/planta)	Carbono (kg/planta)	CO ₂ fijado (kg/planta)	N° plantas	Biomasa (kg)	Carbono (kg)	CO ₂ fijado (kg)
1		<i>Alnus acuminata</i>	Aliso	Altura: 0.80m DAP: 2cm Edad: 1 año	0.106	0.792	0.396	1.454	500	396.23	198.11	727.08
2		<i>Genista monspessulana</i>	Retamoliso	Altura: 0.55m DAP: <1cm Edad: 1 año	0.074	0.689	0.345	1.265	500	344.59	172.30	632.33
Valores totales estimados en 5 ha (kg)										740.82	370.41	1359.41
Valores expresados en ton/ha										0.148	0.074	0.272

Elaborado por: Remache, F., 2016

El proyecto presenta valores totales estimados de: biomasa vegetal 0.148 ton/ha, a partir de este valor se calcula la cantidad de carbono dando un valor de 0.074 ton/ha y dióxido de carbono con 0.272 ton/ha.

10.1.3.10. Proyecto N° 10

Tabla 24: Cantidad de biomasa, carbono y dióxido de carbono fijado por las especies forestales

COLEGIO LUIS FERNANDO RUIZ												
N°	Especie	Nombre científico	Nombre común	Características	Peso verde (kg)	Biomasa (kg/planta)	Carbono (kg/planta)	CO ₂ fijado (kg/planta)	N° plantas	Biomasa (kg)	Carbono (kg)	CO ₂ fijado (kg)
1		<i>Eugenia foetida</i>	Azahar	Altura: 0.65m DAP: <1cm Edad: 1 año	0.060	0.450	0.225	0.826	200	90	45	165.15
2		<i>Alnus acuminata</i>	Aliso	Altura: 1.30m DAP: 2.5cm Edad: 1 año	0.270	0.556	0.278	1.019	50	27.78	13.89	50.97
Valores totales estimados en 0.75 ha (kg)										117.78	58.89	216.12
Valores expresados en ton/ha										0.157	0.078	0.288

Elaborado por: Remache, F., 2016

El proyecto presenta valores totales estimados de biomasa vegetal con 0.157 ton/ha, a partir de este valor se calcula la cantidad de carbono dando un valor de 0.078 ton/ha y dióxido de carbono con 0.288 ton/ha.

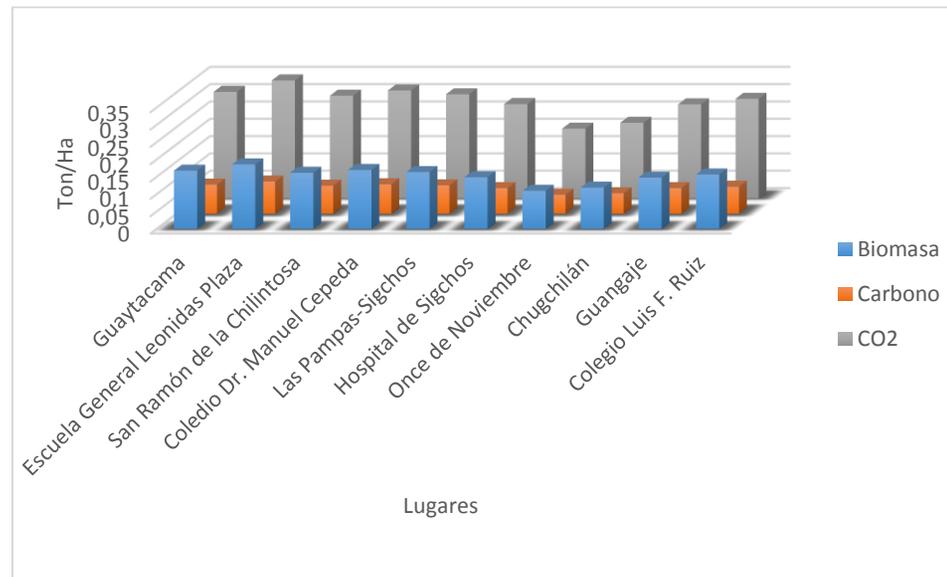
A continuación se presentan las cantidades totales de biomasa, carbono y dióxido de carbono acumulado por cada proyecto de restauración forestal.

Tabla 25: Cantidad total de biomasa, carbono y dióxido de carbono contenido en los proyectos

PROYECTOS DE RESTAURACIÓN FORESTAL				
Nº	LUGAR	BIOMASA TOTAL (Ton/ha)	CARBONO TOTAL (Ton/ha)	DIÓXIDO DE CARBONO TOTAL FIJADO (Ton/ha)
1	ESCUELA GENERAL LEONIDAS PLAZA	0.186	0.093	0.341
2	COLEGIO "DR. MANUEL CEPEDA"	0.170	0.085	0.312
3	GUAYTACAMA	0.168	0.084	0.308
4	GADPR - LAS PAMPAS	0.164	0.082	0.301
5	SAN RAMON	0.162	0.081	0.297
6	COLEGIO "LUIS FERNANDO RUIZ"	0.157	0.078	0.288
7	HOSPITAL DE SIGCHOS	0.149	0.074	0.273
8	COMUNIDAD GUANGAJE	0.148	0.074	0.272
9	GADPR – CHUGCHILÁN	0.119	0.059	0.219
10	GADPR - 11 DE NOVIEMBRE	0.110	0.055	0.202

Elaborado por: Remache, F., 2016

Gráfico 1: Valores totales estimados de biomasa, carbono y dióxido de carbono acumulado por los proyectos de restauración forestal expresado en toneladas por hectárea



Elaborado por: Remache, F., 2016

En los proyectos de restauración forestal se observa los valores totales de biomasa, carbono y CO₂ acumulado expresado en toneladas por hectárea de cada una de las áreas de estudio, siendo la Escuela General Leonidas Plaza Gutiérrez el proyecto que almacena la mayor cantidad de biomasa con 0.186 ton/ha, carbono con 0.093 ton/ha y 0.341 ton/ha de dióxido de carbono; el Colegio “Dr. Manuel Cepeda” con 0.170 ton/ha de biomas, 0.085 tonC/ha y 0.312 ton/ha CO₂; el proyecto de Guaytacama con 0.168 ton/ha de biomasa vegetal, 0.084 tonC/ha y 0.308 ton/ha CO₂; Las Pampas presenta valores de 0.164 ton/ha de biomasa, 0.082 tonC/ha y 0.301 ton/ha CO₂; San Ramón de la Chilintosa con valores de 0.162 ton/ha de biomasa, 0.081 tonC/ha y 0.297 ton/ha CO₂; el Colegio “Luis Fernando Ruiz” presenta valores de 0.157 ton/ha de biomasa, 0.078 tonC/ha y 0.288 ton/ha CO₂; el Hospital de Sigchos con 0.149 ton/ha de biomasa, 0.074 tonC/ha y 0.273 ton/ha CO₂; la comunidad de Guangaje con 0.148 ton/ha de biomasa, 0.074 tonC/ha y 0.272

ton/ha CO₂; Chugchilán con 0.119 ton/ha de biomasa, 0.059 tonC/ha y 0.272 ton/ha CO₂ y finalmente la parroquia Once de Noviembre con valores de 0.110 ton/ha de biomasa, 0.055 tonC/ha y 0.202 ton/ha CO₂.

10.1.3.10. Proyectos de Conservación de páramos

En la tabla N° 26 se encuentran los valores de biomasa, carbono y dióxido de carbono expresado en kilogramos con cada pajonal de los tres proyectos:

Tabla 26: Cantidad de biomasa, carbono y dióxido de carbono fijado por los pajonales

PROYECTOS DE CONSERVACIÓN DE PÁRAMOS									
Nº	Comunidad	Especie	Nombre científico	Nombre común	Tamaño (m)	Peso verde (kg/planta)	Biomasa (kg/planta)	Carbono (kg/planta)	Dióxido de carbono fijado (kg/planta)
1	Pilacumbi		<i>Calamagrostis intermedia</i>	Paja	1.40	0.870	0.884	0.442	1.62
2	Yanahurco de Juigua				1.05	0.836	0.879	0.440	1.61
3	Tingo Collas				0.90	0.530	0.809	0.405	1.49

Elaborado por: Remache, F., 2016

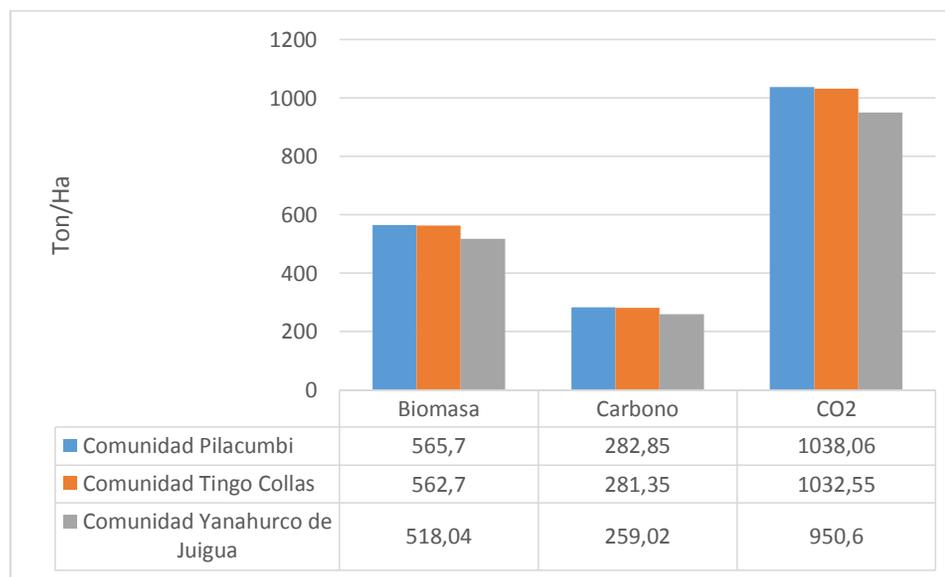
A continuación se muestran los valores de biomasa, carbono y CO₂ acumulado de acuerdo al área de los proyectos expresado en toneladas por hectárea:

Tabla 27: Cantidad de biomasa, carbono y dióxido de carbono de acuerdo a la superficie de los proyectos expresado en toneladas por hectárea

Nº	Lugar	Especie	Superficie (m ²)	Biomasa (kg/m ²)	Carbono (kg/m ²)	CO ₂ (kg/m ²)	Biomasa (Ton/ha)	Carbono (Ton/ha)	CO ₂ (Ton/ha)
1	Comunidad Pilacumbi	Paja	4	56.57	28.29	103.81	565.70	282.85	1038.06
2	Comunidad Yanahurco de Juigua	Paja	4	56.27	28.14	103.26	562.70	281.35	1032.55
3	Comunidad Tingo Collas	Paja	4	51.80	25.90	95.06	518.04	259.02	950.60

Elaborado por: Remache, F., 2016

Gráfico 2: Valores totales estimados de biomasa, carbono y dióxido de carbono de los proyectos de conservación de páramos



Elaborado por: Remache, F., 2016

En los proyectos de conservación de páramos se obtuvo lo siguiente:

En la comunidad Pilacumbi acumula una cantidad de 565.70 ton/ha de biomasa vegetal, 282.85 ton/ha de carbono y 1038.06 ton/ha de CO₂, mientras que en la comunidad Yanahurco de Juigua presenta valores de 562.70 ton/ha de biomasa, 281.35 ton/ha de carbono y 1032.55 ton/ha de CO₂ y finalmente la comunidad Tingo Collas muestra valores de 518.04 ton/ha de biomasa, 259.02 ton/ha de carbono y 950.60 ton/ha de CO₂.

10.2. Discusión

Según la investigación realizada en los trece proyectos ejecutados por parte del GADP de Cotopaxi vemos que la restauración forestal nos proporciona datos para tomar en cuenta y realizar una comparación con la conservación de páramos, puesto que de acuerdo a varios estudios la mayor cantidad de carbono almacenado se presenta en la etapa de crecimiento, igualmente el ecosistema páramo también ayuda a fijar el CO₂ que se encuentra en la atmósfera.

Con los resultado obtenidos se observa que existe una gran diferencia en los valores del carbono y CO₂ entre los proyectos de restauración forestal y conservación de páramos, donde el páramo de las tres comunidades en estudio acumulan una cantidad total de 1646.44 ton/ha de biomasa, 823.22 ton C/ha y 3021.21 ton/ha de CO₂, esto se debe a la altitud y temperatura, en la cual la descomposición de la materia orgánica es lenta. En cambio los proyectos de restauración forestal almacena una cantidad total de 1.38 ton /ha de biomasa, 0.766 tonC/ha y 2.82 ton/ha de CO₂.

Además, es importante mencionar que de acuerdo con estudios anteriores para el cálculo de biomasa, carbono y dióxido de carbono fijado en una especie se utilizan algunas variables como altura del fuste, altura total y diámetro a la altura del pecho (DAP), de igual manera existen modelos alométricos para la cuantificación de la biomasa. Si bien es cierto que dichas variables son fundamentales para los cálculos en el presente trabajo no se recurrió a su uso, debido a que las especies en estudio no alcanzaron el tamaño adecuado para la medición de las variables.

El Ecuador produce acerca de 23245 millones de toneladas de CO₂ para lo cual el Ministerio del Ambiente plantea algunas alternativas para combatir este problema, una de las medidas son los programas Socio Bosque y Socio Páramo donde algunas áreas ya han sido reforestadas. En la provincia de Cotopaxi el Gobierno Autónomo Descentralizado conjuntamente con la Dirección del Ambiente han ejecutado proyectos de restauración forestal y conservación de páramos con el fin de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, con esta investigación se ha obtenido

que los trece proyectos en total acumulan una cantidad total de 1647.82 ton/ha de biomasa vegetal, 823.99 ton C/ha y 3024.03 ton/ha de CO₂, aminorando así el cambio climático.

11. IMPACTOS (SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)

11.1. Impacto Social

- Mejorar la calidad de vida de los beneficiarios con la implementación de proyectos de restauración forestal y conservación de páramos.

11.2. Impacto Ambiental

- Disminución de la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera.
- Conservación de la diversidad biológica.
- Conservación de ecosistemas frágiles por su gran valor ambiental almacena carbono atmosférico ayudando a controlar el calentamiento global.
- Mejorar la calidad del paisaje.

11.3. Impacto Económico

- Bonos de carbono.
- Pago por servicios de captura de carbono para la mitigación del cambio climático.
- Certificado de carbono neutro.

12. PRESUPUESTO PARA LA PROPUESTA DEL PROYECTO

PRESUPUESTO			
Materiales/Equipos	Cant.	Valor unitario	Valor total
Internet	150 horas	1.00/hora	150.00
Impresiones	900	0.15	135.00
Copias	300	0.05	15.00
GPS	1	650.00	650.00
Cámara fotográfica	1	350	350.00
Esfero	3	1.50	4.50
Lápiz	2	0.60	1.20
Libreta de campo	1	1.00	1.00
Laptop	1	1000.00	1000.00
Transporte	1	260.00	260.00
Alimentación	1	130.00	130.00
Cinta métrica	1	0.50	0.50
Machete	1	12.00	12.00
Balanza de campo	1	10.00	10.00
Balanza digital	1	35.00	35.00
Elaborado por: Remache, F., 2016.			2754.20

13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

13.1. Conclusiones

De acuerdo con la investigación el método establecido para la cuantificación de biomasa, carbono y CO₂ es el método directo, el cual permitió recoger las muestras vegetativas al azar y una relación entre peso seco/ peso verde cumpliendo con el proceso de cuantificación.

Las especies vegetativas nativas encontradas en los diez proyectos de restauración forestal objeto de estudio fueron: acacia, aliso, arrayán, azahar, retamo-liso las cuales tenían aproximadamente un año de edad, DAP menor a 3 cm, altura no mayor a 1.50 m, en cuanto a los proyectos de conservación de páramos se tomó muestras de pajonal.

A través de la investigación se pudo determinar la cantidad de carbono y CO₂ acumulado en los diferentes proyectos obteniendo como resultado: el ecosistema páramo presenta valores de 823.22 tonC/ha y 3021.22 ton/ha de CO₂. En cuanto a los proyectos de restauración forestal acumula valores de 0.766 tonC/ha y 2.82 ton/ha de CO₂.

En base a la hipótesis planteada se manifiesta que en los páramos de las comunidades en estudio existen diferencias significativas en cuanto a los valores de carbono y dióxido de carbono en comparación con los proyectos de restauración forestal.

13.2. Recomendaciones

Se recomienda para futuras investigaciones incluir otros parámetros como necromasa y suelo para determinar así la cantidad de carbono que es capaz de secuestrar una plantación forestal y conservación de páramos.

Es importante seguir con la restauración forestal y la conservación de los páramos, de igual manera realizar capacitaciones periódicas a las comunidades sobre los beneficios y servicios ambientales que brinda estos tipos de proyectos.

En la provincia de Cotopaxi deberíamos contar con mercados de carbono para fortalecer la economía de los beneficiarios de los proyectos vinculados con este tipo de investigación ya que son temas relativamente nuevos.

14. BIBLIOGRAFIA

- Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la parroquia Once de Noviembre. (2015). Diagnóstico – Situación Actual. Recuperado de
- Anónimo. (2010). *Calentamiento global*. Recuperado de <http://www.bionica.info/biblioteca/AnonimoCalentamientoGlobal.pdf>
- Benavides, H., & León, G. (2007). *Información técnica sobre gases de efecto invernadero y el cambio climático: Generalidades de los gases de efecto invernadero*. Recuperado de <http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21138/Gases+de+Efecto+Invernadero+y+el+Cam+bio+Climatico.pdf/7fabbbd2-9300-4280-befe-c11cf15f06dd>
- Bermeo, S. (2010). *Propuesta para el Desarrollo del Ecosistema en la comunidad de Las pampas, aledaña al Bosque Protector Otonga, ubicada entre las provincias de Santo Domingo de los Tsáchilas, Cotopaxi y Pichincha* (Tesis inédita de ingeniería) Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito, Ecuador.
- B&G Consultores Asociados. (2014). Diagnóstico de los componentes: Información climática. Recuperado de <http://www.municipiopujili.gob.ec/pujili/images/dirplanestrat/plandesarrollo.pdf>
- Campaña, J. (2014, 21 de marzo). *El páramo es una reserva natural de agua que requiere cuidados*. El Comercio. Recuperado de <http://www.elcomercio.com/tendencias/paramo-reserva-natural-de-agua.html>
- Colegio de Ingenieros Agrónomos de Pichincha. (2008). Información climática. Quito, Ecuador.
- Convención Marco sobre el Cambio Climático. (2001). *Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Recuperado de <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf>
- Diagnóstico del Plan de Desarrollo del cantón Latacunga. (2014). Diagnóstico – Situación Actual. Recuperado de
- Díaz, J. & Pantoja, J. (2011). *Ingeniería Ambiental: Contaminación del Aire y los riesgos para la salud humana*. México: Alfaomega Grupo Editor.

- Educación Tecnológica. (2013). *Elaboración de ficha técnica: Especie nativa Luma apiculata*. Recuperado de <http://megaslides.com/doc/760498/elaboracion-de-ficha-t%C3%A9cnica>
- Encalada, A. & Martínez, C. (2005). *Evaluación ecológica de paisaje de la provincia de Cotopaxi: Programa para la Conservación de la Biodiversidad, los Páramos y otros ecosistemas frágiles del Ecuador*. Quito.
- Equipo Técnico de Soluciones Integrales de Ingeniería y Consultoría. (2015). Diagnóstico biofísico de la parroquia Guangaje. Quito, Ecuador.
- Estación Cotopaxi-Clirsen. (2011). *Anuario Meteorológico*. Recuperado de <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/wp-content/uploads/anuarios/meteorologicos/Am%202011.pdf>
- Expediciones Botánicas. (2010). *Especies que crecen según la condición del medio*. Recuperado de http://aplicaciones2.colombiaaprende.edu.co/concursos/expediciones_botanicas/ver_herbarios_p.php?id=475&id_p=5539
- Federación Española de Municipios y Provincias. (s.f.). *Los sumideros de carbono a nivel local: Los sumideros de carbono y el uso de la tierra*. España: Autor.
- Florez, L., & Umaña, J. (2006). *Evaluación de la adaptación, comportamiento y efecto en la pradera de la acacia negra (Acacia decurrens), de la acacia japonesa (Acacia melanoxylon), y del aliso (Alnus acuminata), como cerca viva en un sistema de producción de ganado de leche en el trópico alto colombiano* (Tesis inédita de zootecnista). Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia.
- Forest Trend y The Katoomba Group. (2010). Recuperado de http://www.katoombagroup.org/~katoomba/documents/events/event19/Captura_y_almacenamiento_carbono_MMManzano.pdf
- Frohmann, A. y Olmos, X. (2013). *Huella de carbono, exportaciones y estrategias empresariales frente al cambio climático*. Recuperado de http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/4101/S2013998_es.pdf?sequence=1

- Gerrit, D., Sousa, M., & Chater, A. (2006). *Flora Mesoamericana*. UNAM. Recuperado de https://books.google.com.ec/books?id=8bfmv2OTrRoC&pg=PA241&lpg=PA241&dq=flora+mesoamericana+de+gerrit+calamagrostis&source=bl&ots=a2c2CXGY6V&sig=WexqaiTwxD-cv-CKchIPWtD__GI&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwiEhszWzrXNAhXH2B4KHXLxDj0Q6AEIGjAA#v=onepage&q=flora%20mesoamericana%20de%20gerrit%20calamagrostis&f=false
- Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Cotopaxi. (2014). *Proyectos de forestación, reforestación y conservación*. Latacunga.
- Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural - Las Pampas. (2010). Diagnóstico – Situación Actual. Recuperado de http://app.sni.gob.ec/visorseguimiento/DescargaGAD/data/sigadplusdiagnostico/0560018910001_DIAGNOSTICO%20CHUGCHILAN_15-05-2015_17-05-04.pdf
- Guayanlema, V.M. (2013). *Inventario nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en el sector transporte al 2012* (Tesis inédita de ingeniería). Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Gutiérrez, H. (2014). *Diversidad de las gramíneas (Poaceae) de Lircay (Angaraes, Huancavelina, Perú): Calamagrostis intermedia*. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/341/34131158003.pdf>
- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático. (2007). *Cambio climático 2007: Informe de síntesis*. IPCC. Recuperado de https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_sp.pdf
- Hofstede, R. (2003). *Los páramos del mundo*. Recuperado de http://www.condesan.org/apc-aa-files/c6924e7390318016d869182e0da9470c/Introduccion_Paramos_mundo.pdf
- Hofstede, R. (2005). *El páramo como espacio para la fijación de carbono atmosférico*. Recuperado de http://www.ecociencia.org/archivos/paramo_GTP01-091128.pdf
- Instituto Forestal. (2009). *Elaboración de Proyectos de Forestación/Reforestación bajo Mecanismos de Desarrollo Limpio en Chile*. Recuperado de

http://www.ccyd.cl/publicaciones/informes%20de%20proyectos/Informe176_IFfinal_Julio2009.pdf

Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2010). *Resultados del censo 2010 de población y vivienda del Ecuador*. Quito.

Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. (2002). *Anuarios Meteorológicos*, Quito, Ecuador.

Jordan, E., Ungerechts, L., Cáceres, B., Francou, B., & Peñafiel, A. (2005). *Estimation by photogrammetry of the glacier recession on the Cotopaxi Volcano between 1956 and 1997. Hydrological Sciences Journal*. Quito.

Limaico, J.R. (2011). *Propagación vegetativa de Polylepis incana Kunt aplicando la mormona (ANA), en cuatro niveles en el vivero de la Granja de Yuyucocha* (Tesis inédita de ingeniería). Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.

Manson, R., Hernández, V., Gallina, S., & Mehltreter, K. (2008). *Agroecosistemas cafeteros de Veracruz: Biodiversidad, manejo y conservación*. INECOL, México.

Martínez, C. (2006). *Atlas Socioambiental de Cotopaxi: Una aproximación al problema forestal en Cotopaxi*, Quito: Ecociencia.

Ministerio del Ambiente. (2010). *Ecosistemas del Ecuador*, Quito, Ecuador.

Missouri Botanical Garden. (2016). *Calamagrostis intermedia*. Recuperado de <http://www.mobot.org/mobot/ParamoCajas/results.aspx?taxname=Calamagrostis%20intermedia>

Montero, G., Ruiz, R., & Muñoz, M. (2008). *Producción de biomas y fijación de CO2 por los bosques españoles*. INIA. Recuperado de http://libros.inia.es/libros/product_info.php?products_id=64

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación. (2015). *Clasificación de suelo del cantón Sigchos*. Quito, Ecuador.

Padilla, I., & Asanza, M. (2002). *Árboles y arbustos de Quito*. Recuperado de https://www.usfq.edu.ec/programas_academicos/colegios/cociba/quitoambiente/temas_ambien

tales/biodiversidad/Documents/DC4AC5Las%20plantas%20y%20animales%20nativos%20de%20DMQ.pdf

Palacios, W. (2011). *Familias y géneros arbóreos del Ecuador*. Quito: EC.

Pérez, M. (2014). *Efecto de la poda en el crecimiento dendrométrico en cuatro especies forestales: Cedrela Cedrela montana Moritz ex Turcz, Aliso Alnus acuminata HBK, Sangre de drago Croton sp y Pino Pinus radiata D. Don, en y sin asocio con uvilla Physalis peruviana L* (Tesis inédita de ingeniería). Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.

Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de Cusubamba. (2015). Diagnóstico – Situación Actual. Recuperado de

Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la parroquia Guangaje. (2015). Diagnóstico – Situación Actual. Recuperado de http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/0560016540001_PDOT%20FINAL%20GUANGAJE_30-10-2015_18-36-03.pdf

Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Gobierno Autónomo Descentralizado de Guaytacama. (2015). *Diagnóstico – Situación actual*. Recuperado de http://app.sni.gob.ec/visorseguimiento/DescargaGAD/data/sigadplusdiagnostico/0560021110001_DIAGNOSTICO%20PDOT_Guaytacama%202015_19-05-2015_20-00-04.pdf

Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Sigchos. (2015). Diagnóstico – Situación Actual. Recuperado de http://app.sni.gob.ec/visorseguimiento/DescargaGAD/data/sigadplusdiagnostico/0560001190001_consolidado%20Diagn%3%B3stico%20Sigchos_15-03-2015_20-43-37.pdf

Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Gobierno Autónomo Descentralizado de Pujilí. (2014). *Diagnóstico – Situación actual*. Recuperado de http://app.sni.gob.ec/visorseguimiento/DescargaGAD/data/sigadplusdiagnostico/Actualizaci%3%B3n%20Diagn%3%B3stico%20PDOT-GAD-Pujil%3%AD_14-11-2014.%202014.pdf

Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Gobierno Autónomo Descentralizado de San Francisco de Mulaló. (2011). *Diagnóstico – Situación actual*. Recuperado de

<http://mulalo.gob.ec/cotopaxi/wp-content/uploads/2014/10/K-PDOT-VIGENTE-SAN-FRANCISCO-DE-MULAL%C3%93.pdf>

Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la parroquia San Miguel de Chugchilán. (2015). Diagnóstico – Situación Actual. Recuperado de http://app.sni.gob.ec/visorseguimiento/DescargaGAD/data/sigadplusdiagnostico/0560018910001_DIAGNOSTICO%20CHUGCHILAN_15-05-2015_17-05-04.pdf

Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la parroquia Toacaso (2015). Diagnóstico – Situación Actual. Recuperado de

Ordóñez, K. (Productor). (2012). *Cambio climático en el Ecuador* [archivo de video]. Disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=ZAsaa1YOBks>

Organización Panamericana de la Salud. (2005). *Evaluación de los efectos de la Contaminación del Aire en la Salud de América Latina y el Caribe*. Washington: OPS.

Reynel, C., & Marcelo, J. (2009). *Árboles de los ecosistemas forestales andinos: Manual de identificación de especies*. Recuperado de <http://www.infoandina.org/sites/default/files/recursos/Arboles%20de%20los%20ecosistemas%20forestales%20andinos.pdf>

Ríos, H. (2005). *Guía técnica para la restauración ecológica de áreas afectadas por especies invasoras en el distrito capital*. Recuperado de http://www.ciencias.unal.edu.co/unciencias/data-file/user_46/file/Guia%20Metodologica.pdf

Rodas, S. (2014). *Estimación y gestión de la huella de carbono en el campus central de la Universidad Rafael Landívar: Gases de efecto invernadero* (Tesis inédita de ingeniería). Universidad Rafael Landívar, Guatemala.

Segovia, F., & Maldonado, A. (2002). Pujilí: Zonas de vida. Quito, Ecuador.

Ulloa, C. (2006). *Aromas y sabores andinos*. Recuperado de <http://www.mobot.org/mobot/research/curators/pdf/Aromas.pdf>

Varela, S., Reyes, C., y Becerra, G. (2010). *Atlas Forestal de México*. México: UAC.

15. ANEXOS

15.1. Anexo 1. Gases de efecto invernadero directos

Gas de efecto invernadero	Actividad que lo genera
Dióxido de carbono (CO₂)	Emitido principalmente por quema de combustibles fósiles (petróleo, gas natural y carbón, residuos sólidos, cambios de uso del suelo, deforestación y degradación del suelo.
Metano (CH₄)	Emitido durante la producción y transporte del carbón, gas natural y petróleo. Las emisiones resultan por prácticas de agricultura y ganadería, así como la descomposición de los residuos orgánicos en vertederos de residuos sólidos urbanos.
Óxido nitroso (N₂O)	Emitido durante actividades industriales y agrícolas, así como también por la combustión de combustibles fósiles y residuos sólidos.
Compuestos halogenados	Los halocarbonos tienen efectos sobre el forzamiento radiativo directo en los que se encuentran los clorofluorocarbonos (CFs) e hidroclorofluorocarbonos (HCFCs).

15.2. Anexo 2. Gases de efecto invernadero indirectos

Gas de efecto invernadero	Actividad que lo genera
Óxidos de nitrógeno (NO_x)	Se originan en procesos antropogénicos (automóviles) y naturales (quema de bosques) forman gases traza que se encuentran en la tropósfera. Los compuestos son: NO (óxido nítrico), NO ₂ (dióxido de nitrógeno), HNO ₃ .
Monóxido de carbono (CO)	Principal sumidero de radicales hidróxido (OH), este componente oxida el carbón, nitrógeno y azufre. El CO afecta indirectamente la formación de otros GEI tales como el metano y ozono troposférico.
Compuestos orgánicos volátiles diferente al metano (COVDM)	Se originan por la combustión de combustibles que provienen de los autos y sectores industriales, los principales gases son el butano, propano y etano.
Óxidos de azufre (SO₂) y partículas	El SO ₂ es un precursor de aerosoles que son pequeñas partículas suspendidas en el aire. Estas partículas están incrementándose debido a la quema de combustibles fósiles los cuales contiene azufre.

15.3. Anexo 3. Proyectos de restauración forestal y conservación de páramos

Proyectos de forestación y reforestación			
Beneficiario	N° de hectáreas reforestadas	Cantidad de plantas	Ubicación
Colegio Nacional "Dr. Manuel Eduardo Cepeda	5	2000	Comunidad Alpamálag de Acurios del cantón Pujilí
Cuerpo de Ingenieros del Ejército -Hospital de Sigchos.	5	2000	Hospital Básico del cantón Sigchos
GAD Parroquial Rural Chugchilán	5	2000	Sectores de Amanta y Turupamba de la parroquia Chugchilán del cantón Sigchos
GADPR 11 de Noviembre	25	10000	Parroquia 11 de Noviembre
Directorio de Agua de Riego RUNALARCA-Guaytacama	5	2000	Parroquia Guaytacama
Comunidad Guangaje	5	2000	Comuna Guangaje, Parroquia Guangaje del cantón Pujilí
Comunidad San Ramón de la Chilintosa	30	12000	Comunidad San Ramón de la Chilintosa de la parroquia Mulaló
GADPR Las Pampas	5	2000	Parroquia Las Pampas del cantón Sigchos
Escuela General Leonidas Plaza Gutiérrez	1	400	Escuela General Leonidas Plaza Gutiérrez, de la parroquia Mulaló
Colegio de Bachillerato Técnico "Luis Fernando	0.75	300	Predios de la institución educativa Barrio La Laguna del

Ruiz.			cantón Latacunga
Proyectos de Conservación de páramos			
Beneficiarios		Ubicación	
Comunidad Tingo Collas		Parroquia La Matriz, cantón Pujilí	
Comunidad Pilacumbi		Parroquia Toacaso, cantón Latacunga	
Comunidad Yanahurco de Juigua		Parroquia Cusubamba, cantón Salcedo	

15.4. Anexo 4. Fase de campo y laboratorio



15.5. Anexo 5. Marco Legal
LEGISLACIÓN AMBIENTAL

CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR

Título II de los Derechos, Capítulo séptimo de los Derechos de la Naturaleza.

Art. 71. La naturaleza o Pacha Mama, donde se desarrolla la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos.

Toda persona, comunidad, pueblo o nacionalidad podrá exigir a la autoridad pública el cumplimiento de los derechos de la naturaleza. Para aplicar e interpretar estos derechos se observarán los principios en la Constitución, en lo que proceda.

El Estado incentivará a las personas naturales y jurídicas, y a los colectivos, para que protejan la naturaleza, y promoverá el respeto a todos los elementos que forman un ecosistema.

Art. 72.- La naturaleza tiene derecho a la restauración. Esta restauración será independiente de la obligación que tienen el Estado y las personas naturales o jurídicas de Indemnizar a los individuos y colectivos que dependen de los sistemas naturales afectados.

En los casos de impacto ambiental grave o permanente, incluidos los ocasionados por la explotación de los recursos naturales no renovables, el Estado establecerá los mecanismos más eficaces para alcanzar la restauración, y adoptará las medidas adecuadas para eliminar o mitigar las consecuencias ambientales nocivas.

Art. 73.- El Estado aplicará medidas de precaución y restricción para las actividades que puedan conducir a la extinción de especies, la destrucción de ecosistemas o la alteración permanente de los ciclos naturales.

Se prohíbe la introducción de organismos y material orgánico e inorgánico que puedan alterar de manera definitiva el patrimonio genético nacional.

Art. 74.- Las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades tendrán derecho a beneficiarse del ambiente y de las riquezas naturales que les permitan el buen vivir.

Los servicios ambientales no serán susceptibles de apropiación; su producción, prestación, uso y aprovechamiento serán regulados por el Estado.

Título VII del Régimen del Buen Vivir, Capítulo segundo de Biodiversidad y Recursos Naturales, Sección primera de Naturaleza y Ambiente.

Art. 395.- La Constitución reconoce los siguientes principios ambientales:

1. El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras.

Art. 397.- En caso de daños ambientales el Estado actuará de manera inmediata y subsidiaria para garantizar la salud y la restauración de los ecosistemas. Además de la sanción correspondiente, el Estado repetirá contra el operador de la actividad que produjera el daño las obligaciones que conlleve la reparación integral, en las condiciones y con los procedimientos que la ley establezca. La responsabilidad también recaerá sobre las servidoras o servidores responsables de realizar el control ambiental. Para garantizar el derecho individual y colectivo a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, el Estado se compromete a:

2. Establecer mecanismos efectivos de prevención y control de la contaminación ambiental, de recuperación de espacios naturales degradados y de manejo sustentable de los recursos naturales.

Título VII del Régimen del Buen Vivir, Capítulo segundo de Biodiversidad y Recursos Naturales, Sección segunda de Biodiversidad.

Art. 403.- El Estado no se comprometerá en convenios o acuerdos de cooperación que incluyan cláusulas que menoscaben la conservación y el manejo sustentable de la biodiversidad, la salud humana y los derechos colectivos y de la naturaleza.

LEY FORESTAL Y DE CONSERVACIÓN DE ÁREAS NATURALES Y VIDA SILVESTRE

Título I de los Recursos Forestales, Capítulo II de las Atribuciones y Funciones del Ministerio del Ambiente.

Art. 5.- El Ministerio del Ambiente, tendrá los siguientes objetivos y funciones:

- a) Delimitar y administrar el área forestal y las áreas naturales y de vida silvestre pertenecientes al Estado;
- b) Velar por la conservación y el aprovechamiento racional de los recursos forestales y naturales existentes;
- d) Fomentar y ejecutar las políticas relativas a la conservación, fomento, protección, investigación, manejo, industrialización y comercialización del recurso forestal, así como de las áreas naturales y de vida silvestre;
- e) Elaborar y ejecutar los planes, programas y proyectos para el desarrollo del subsector, en los campos de forestación, investigación, explotación, manejo y protección de bosques naturales y plantados, cuencas hidrográficas, áreas naturales y vida silvestre;
- f) Administrar, conservar y fomentar los siguientes recursos naturales renovables: bosques de protección y de producción, tierras de aptitud forestal, fauna y flora silvestre, parques nacionales y unidades equivalentes y áreas de reserva para los fines antedichos;
- h) Estudiar, investigar y dar asistencia técnica relativa al fomento, manejo y aprovechamiento de los recursos forestales, áreas naturales y de vida silvestre,

Título I de los Recursos Forestales, Capítulo X de la Protección Forestal.

Art. 57.- El Ministerio del Ambiente prevendrá y controlará los incendios forestales, plagas, enfermedades y riesgos en general que puedan afectar a los bosques y vegetación natural.

TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN AMBIENTAL SECUNDARIO (TULAS)

Libro III Del Régimen Forestal, Título I de los Objetivos de Prioridad Nacional Emergente de la Actividad Forestal.

Art. 1.- Impúlsese la actividad forestal en todas sus fases, con el fin de promover el desarrollo sostenible y contribuir a los esfuerzos por reducir la pobreza, mejorar las condiciones ambientales y fomentar el crecimiento económico.

Libro III Del Régimen Forestal, Título IV de los Bosques y Vegetación Protectores.

Art. 16.- Son bosques y vegetación protectores aquellas formaciones vegetales, naturales o cultivadas, arbóreas, arbustivas o herbáceas, de dominio público o privado, que estén localizadas en áreas de topografía accidentada, en cabeceras de cuencas hidrográficas o en zonas que por sus condiciones climáticas, edáficas e hídricas no son aptas para la agricultura o la ganadería. Sus funciones son las de conservar el agua, el suelo, la flora y la fauna silvestre.

LEGISLACIÓN SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO

CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR

Capítulo segundo: Biodiversidad y recursos naturales

Sección séptima: Biosfera, ecología urbana y energías alternativas

Art. 414.- El Estado adoptará medidas adecuadas y transversales para la mitigación del cambio climático, mediante la limitación de las emisiones de gases de efecto invernadero, de la deforestación y de la contaminación atmosférica; tomará medidas para la conservación de los bosques y la vegetación, y protegerá a la población en riesgo.

PLAN NACIONAL PARA EL BUEN VIVIR

Objetivo 7. Garantizar los derechos de la naturaleza y promover la sostenibilidad ambiental territorial y global

Política 7.10. Implementar medidas de mitigación y adaptación al cambio climático para reducir la vulnerabilidad económica y ambiental con énfasis en grupos de atención prioritaria.

POLÍTICA AMBIENTAL NACIONAL

Política 3: Gestión de adaptación y mitigación al Cambio Climático para disminuir la vulnerabilidad social, económica y ambiental.

Estrategias:

Mitigar los impactos del cambio climático y otros eventos naturales y antrópicos en la población y en los ecosistemas, para reducir la vulnerabilidad.

Implementar el manejo integral del riesgo para hacer frente a los eventos extremos asociados al cambio climático.

Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en los sectores productivos y sociales.

DECRETOS EJECUTIVOS

Decreto ejecutivo 1815: Adaptación y mitigación al cambio climático: Política de Estado.

El Ministerio del Ambiente estará a cargo de la formulación y ejecución de la estrategia nacional y el plan que permita generar e implementar acciones y medidas tendientes a concienciar en el país la importancia de la lucha contra este proceso natural y antropogénico y que incluyan mecanismos de coordinación y articulación interinstitucional en todos los niveles del Estado.

Decreto ejecutivo 495: Se crea el Comité Interinstitucional de Cambio Climático (CICC).

ACUERDO MINISTERIALES

Acuerdo ministerial N° 137: Establece los lineamientos generales para planes, programas y estrategias de cambio climático de Gobiernos Autónomos Descentralizados.

Acuerdo ministerial N° 033: Regulación del mecanismo REDD+

Art 1. Objeto y ámbito: El objeto del presente acuerdo es el establecimiento de los lineamientos e instrumentos de regulación del mecanismo REDD+ en todo el territorio nacional, en concordancia con la Estrategia Nacional de Cambio Climático y la Estrategia Nacional Forestal.

15.6. Anexo 6. Hoja de vida

Datos Personales:

Nombres: Flor María

Apellidos: Remache Villacís

Cédula de Identidad: 180459203-6

Fecha de nacimiento: 24 de Febrero de 1989

Lugar de nacimiento: Ambato

Estado Civil: Soltera

Dirección: Cunchibamba “La Dolorosa”

Teléfono: 0983332473



E – mail: flor.remache6@utc.edu.ec

Perfil:

Estudiante de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Facultad UA-CAREN, Especialidad Ingeniería de Medio Ambiente, actualmente cursando el Décimo ciclo de la carrera.

Formación Académica:

Primaria:

Unidad Educativa “Darío Guevara”

Secundaria:

Instituto Fiscomisional “Tirso de Molina”

Instituto Tecnológico Superior “Rumiñahui”.

Superior:

Actualmente cursa el último ciclo de la carrera de Ingeniería de Medio Ambiente en la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Seminarios y talleres.

- Yasuní más allá del Petrolé.
- Ecología Industrial para el desarrollo de una economía circular en el Ecuador.
- Jornada de capacitación dirigida a instituciones públicas y privadas por el día mundial del medio ambiente.
- Agroecología y soberanía alimentaria.