VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN CON LA COLECTIVIDAD

MAESTRÍA EN SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL
XI PROMOCIÓN

UNA TESIS PRESENTADA PARA OBTENER EL TÍTULO DE MAGISTER EN SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL

TEMA: "DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD DE CARGA, Y PROPUESTA DE MONITOREO DE IMPACTOS DEL TURISMO, PARA LA ZONA ALTA DE LA RESERVA ECOLÓGICA ANTISANA, CANTÓN ARCHIDONA, PROVINCIA DE NAPO".

Autor: Ing. Juan Carlos Chávez Cabrera

Director de Tesis: Dr. Fabián Rodríguez Ph.D.

Sangolquí, mayo de 2015

ii

Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE

Maestría en Sistemas de Gestión Ambiental

Certificación

Fabián Rodríguez, M. Sc., Ph.D. **Ing. Tania Crisanto M. Sc.**

CERTIFICAN:

Que el trabajo titulado "Determinación de Capacidad de Carga, y Propuesta de Monitoreo de Impactos del Turismo, para la Zona Alta de la Reserva Ecológica Antisana, cantón Archidona, provincia de Napo", realizado por el Ing. Juan Carlos Chávez Cabrera ha sido guiado y analizado periódicamente y cumple con las normas estatutarias, teóricas, científicas, técnicas, metodológicas, y legales establecidas por la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE, en su reglamento de posgrados.

Debido a que es un tema de interés por la importancia del cuidado socio ambiental del área de investigación, se recomienda su publicación.

Sangolquí, 7 de mayo de 2015

Fabián Rodríguez, M. Sc., Ph.D.
DIRECTOR

Ing. Tania Crisanto M. Sc.
OPONENTE

iii

Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE

Maestría en Sistemas de Gestión Ambiental

Declaración de Responsabilidad

Yo, Juan Carlos Chávez Cabrera declaro que:

La Investigación denominada: "Determinación de Capacidad de Carga, y Propuesta de Monitoreo de Impactos del Turismo, para la Zona Alta de la Reserva Ecológica Antisana, cantón Archidona, provincia de Napo", ha sido desarrollado con base en investigación exhaustiva, respetando los derechos intelectuales de terceros conforme las citas constantes en los párrafos respectivos cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de mi autoría.

En virtud de esta declaración me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico de la tesis en mención.

Sangolquí, 7 de mayo de 2015

Ing. Juan Carlos Chávez Cabrera

iv

Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE

Maestría en Sistemas de Gestión Ambiental

Autorización

Yo, Juan Carlos Chávez Cabrera declaro que:

Autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE, la publicación de esta tesis denominada: "Determinación de Capacidad de Carga, y Propuesta de Monitoreo de Impactos del Turismo, para la Zona Alta de la Reserva Ecológica Antisana, cantón Archidona, provincia de Napo", en el Repositorio Digital de la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE, según Art. 146 de la ley de Educación Superior a la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE. Cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Sangolquí, 7 de mayo de 2015

Ing. Juan Carlos Chávez Cabrera

Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE

Maestría en Sistemas de Gestión Ambiental

Certificado de la Organización Auspiciante

Ministerio del Ambiente

Oficio Nº 025-MAE-REA-2013
Baeza, 03 de Abril de 2013

Sr. Ing.
JUAN CARLOS CHÁVEZ
Estudiante de Maestría ESPE
Presente

De mi consideración:

Aviso recibo de su atento Oficio S/N de fecha 22 de marzo de 2013, mediante el cual solicita una carta de aceptación para poder realizar el tema de investigación de la Tesis intitulada "Estudio para Determinar la Capacidad de Carga Turística, y Propuesta de un Sistema de Monitoreo de la Actividad Turística, para los Sitios de Uso Turístico de la Zona Alta de la Reserva Ecológica Antisana, cantón Archidona, provincia de Napo".

Al respecto me permito manifestar que esta Jefatura de Área de la Reserva Ecológica Antisana del Ministerio del Ambiente, no encuentra objeción alguna para atender su pedido, más por el contrario, habiendo la necesidad actual de realizar este tipo de estudios en el área protegida, ACEPTA la realización del trabajo investigativo que Ud. propone llevar a cabo en la Reserva en su Zona Alta.

Compromiso de su parte será el entregar a esta Administración del Área Protegida una copia en formatos impreso y digital del producto del estudio (Tesis).

Por la atención dispensada y deseándole éxitos en su proyecto.

Atentamente,

Dr. Patricio Taco Monga
Responsable de Área Reserva Ecológica Antisana
MINISTERIO DEL AMBIENTE DE NAPO

Dirección: Baeza Colonial, Gil Ramírez Dávalos y 12 de Febrero, edificio CCA-Baeza
Telefax: 062 320 605, 022 384 641
e-mail: ptaco@ambiente.gob.ec

Agradecimiento

Agradezco en primer lugar a Dios y a su madre la Virgen María, que me han dado sabiduría, entendimiento, capacidad y fortaleza para poder seguir adelante en cada etapa de mi vida.

Al Dr. Fabián Rodríguez E., M.Sc., Ph.D., Director de Tesis.
A la Ing. Tania Crisanto M. Sc. Oponente de la Tesis.

A la Universidad de las Fuerzas Armadas institución donde me forme para buscar la excelencia a través de la práctica de la cultura de la calidad, ejercicio de valores éticos y cívicos, su el enfoque en el cuidado del ambiente y el racional aprovechamiento de los recursos naturales, a todos los maestros que de una u otra manera coadyuvaron a mi desarrollo profesional. Al Dr. Yoshihiko Hayakawa Ph.D, técnico Voluntario Sénior japonés, quién me supo asesorar sobre aspectos importantes para la presente investigación.

Un Agradecimiento especial para la Reserva Ecológica Antisana, a su nombre al Dr. Patricio Taco Responsable de Área y a todo el personal que labora en la reserva que de una u otra manera me colaboraron en el desarrollo de esta tesis.

El Autor

Dedicatoria

A Dios y a su madre la Virgen María, por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida. Por los triunfos y los momentos difíciles que me han enseñado a valorarlo cada día.

A mi madre Sonia Cabrera Zurita, por ser aquella persona mujer valiente que más me ha acompañado durante todo mi trayecto de la vida.

A mi hermano Santiago Chávez Cabrera, por ser aquella columna y apoyo incondicional que siempre me ha brindado en cada etapa que compartimos juntos.

A aquellas personas que ya no están aquí, por haber sido aquel refugio seguro en las etapas que más necesite de ustedes en mi vida.

Y a todas las demás personas que me han sabido guiar en la Vida, Amigos, Profesores y LAM.

GRACIAS

El Autor

INDICE

Certificado de Autenticidad del Director y Oponente de Tesis ii
Autoría de Responsabilidad iii
Autorización y/o Restricciones para la Publicación de la Tesis iv
Certificado de la Organización Auspiciante v
Agradecimiento vi
Dedicatoria vii
Indice viii
Lista de tablas xii
Lista de figuras xv
Acrónimos y abreviaciones xvii
Resumen xix
Palabras clave xix
Abstract xx
Keywords xx

Capítulo 1 Generalidades 1
1.1 Introducción 1
1.2 Justificación e Importancia 3
1.3 Planteamiento del Problema 4
1.4 Formulación del Problema a Resolver 6
1.5 Hipótesis 6
1.6 Objetivo General 7
1.7 Objetivos Específicos 7

Capítulo 2 Marco Teórico, Legal e Institucional, Conceptual y Estado de Arte 8
2.1 Marco Teórico 9
2.1.1 Diversidad Biológica en el Ecuador 9
2.1.2 Estrategias y Otros Instrumentos de Conservación de la Diversidad Biológica y Cultural en el Ecuador 10
2.1.3 El Sistema Nacional de Áreas Protegidas – SNAP 13
2.2 Marco Legal e Institucional de las Áreas Protegidas en el Ecuador 14
2.2.1 Marco Legal 14
2.2.2 Marco Institucional 22
2.3 Marco Conceptual 25
2.3.1 El Turismo en las áreas protegidas del Ecuador 25
2.3.2 El Turismo en la Reserva Ecológica Antisana 26
2.3.3 Capacidad de Carga 30
2.3.4 Degradación del Suelo 31
2.3.5 Características Químicas de nutrientes del Suelo 33
2.4 Estado de Arte 34

2.4.1 Estado de arte del Turismo, la Capacidad de Carga Turística y la planificación en Áreas Protegidas 34

Capítulo 3 Metodología de la Investigación 38
3.1 Criterios Metodológicos en el proceso investigativo 39
3.1.1 Aspectos Físicos 39
3.1.2 Aspectos Bióticos 40
3.1.3 Aspectos Sociales 41
3.2 Metodología para el Cálculo de Capacidad de Carga Turística - CCT 42
3.2.1 Capacidad de Carga Física – CCF 45
3.2.2 Capacidad de Carga Real – CCR 46
3.2.3 Capacidad de Manejo – CM 47
3.2.4 Capacidad de Carga Efectiva – CCE 49
3.3 Factores de Corrección 49
3.3.1 Factor Social (Fcs) (periodos de tiempo, número de personas por grupo) . 49
3.3.2 Factores físicos y ambientales 52
3.3.3 Factores biológicos 62
3.4 Procedimiento Analítico de Caracterización de los Suelos y Niveles para la interpretación 68
3.4.1 Proceso para el muestreo del suelo: 69
3.4.2 Determinaciones Físico – Químicas a realizarse en el muestreo de suelos 71
3.4.3 Niveles para la Interpretación de Análisis de Suelos 72
3.5 Análisis estadístico de Coeficiente de correlación de Pearson para interpretación de Daños Ambientales 74
3.5.1 Coeficiente de Determinación 76
3.6 Procedimiento para la valoración cuantitativa de impactos ambientales 77
3.6.1 Signo del Impacto 77
3.6.2 Jerarquización de Impactos Ambientales 81
3.6.3 Indicadores de Impactos y su respectivo indicador de medición 82

Capítulo 4 Caracterización y diagnóstico de la zona de estudio 84
4.1 Características Generales del Área. 84
4.1.1 Base legal 84
4.1.2 Ubicación y Jurisdicción Política Administrativa 85
4.1.3 Toponimia 85
4.1.4 Extensión de la Zona de Estudio y Límites 86
4.1.5 Coordenadas Universales y Geográficas 87
4.1.6 Rango Altitudinal 88
4.1.7 Senderos 88
4.1.8 Vías de Acceso 96
4.2 Aspectos Físicos y Climáticos 97
4.2.1 Geología 97
4.2.2 Vulcanismo – Volcánicos Antisana (Pleistoceno – Holoceno) 98
4.2.3 Mineralogía 100
4.2.4 Topografía 101
4.2.5 Geomorfología y Fisiografía 102

4.2.6 Clima 103
4.2.7 Hidrografía 122
4.2.8 Suelo 125
4.2.9 Bellezas Escénicas 135
4.3 Aspectos Biológicos 136
4.3.1 Zonas de Vida 136
4.3.2 Pisos Zoogeográficos 144
4.3.3 Flora 145
4.3.4 Fauna 146
4.3.5 Zooplancton 151
4.4 Aspectos Socioeconómicos 151
4.4.1 Demanda de Visitantes a la Zona Alta de la Reserva Ecológica Antisana 154
4.4.2 Actividades Permitidas en la REA 156
4.4.3 Perfil y características del Turista 157
4.4.4 Tabulación de las Encuestas 158
4.4.5 Otros Registros del personal de la REA 167
4.4.6 Perfil del turista 170
4.4.7 Proyectos en ejecución 171
4.5 Muestreo de Suelos 175

Capítulo 5 Resultados y Discusión 178
5.1 Resultados 178
5.1.1 Resultados del Muestreo de suelos 178
5.1.2 Resultados del Análisis de Correlación de Pearson y determinación, entre el uso del suelo y sus nutrientes para verificar daño ambiental, por senderos 179
5.1.3 Resultados Capacidad de Carga Turística 193
5.1.4 Matrices de Identificación de Impactos 195
5.2 Análisis de Resultados 208
5.2.1 Análisis de Variables de los Resultados del Muestreo de Suelos 208
5.2.2 Análisis de los Resultados de Correlación de Pearson y Determinación .. 210
5.2.3 Análisis de la Capacidad de Carga encontrada en los tres Senderos 214
5.2.4 Análisis de las Matrices de Identificación de Daños Ambientales Actuales y Potenciales generados por el uso Público 216
5.3 Discusión 229
5.3.1 Discusión de los resultados 229

Capítulo 6 Propuesta de Sistema de Monitoreo de Impactos 233
6.1 Propuesta de Sistema de Monitoreo 233
6.1.1 Propuesta de Zonificación de los Sitios de Uso Turístico 233
6.1.2 Identificación de Indicadores de Monitoreo 238
6.1.3 Establecimiento de Estándares para Indicadores 238
6.1.4 Monitoreo de condiciones 239
6.1.5 Calidad de la Visita 241
6.1.6 Organización de las Visitas 242
6.1.7 Medidas de Mitigación 243

Capítulo 7 Conclusiones y Recomendaciones 245
7.1 Conclusiones 245
7.2 Recomendaciones 246

Bibliografía 248

Lista de tablas

Tabla 1. Visitación a la Reserva Ecológica Antisana, periodo 2006 – 2013 27
Tabla 2. Inventario de Atractivos Turísticos cercanos a la zona de estudio 28
Tabla 3. Parámetros de calificación para ponderar la capacidad de manejo 48
Tabla 4. Clasificación de pendientes 54
Tabla 5. Parámetros para ponderar el grado de erodabilidad en los senderos 55
Tabla 6. Parámetros para ponderar el grado de dificultad en los senderos 56
Tabla 7. Metodologías de Análisis Utilizados por el LSPA – EESC 72
Tabla 8. Niveles para la interpretación de análisis de Suelos – pH 73
Tabla 9. Niveles para la interpretación de análisis de Suelos en la Sierra – N, P, S, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn, B, % M.O. 73
Tabla 10. Niveles para la interpretación de análisis de Suelos en la Sierra – Al + H, Al, Na 73
Tabla 11. Ubicación de la zona de estudio 85
Tabla 12. Límites de la zona de estudio 86
Tabla 13. Ubicación de la zona de Estudio en Coordenadas Universales UTM 87
Tabla 14. Ubicación de la zona de Estudio en Coordenadas Geográficas 88
Tabla 15. Datos del Sendero de Micaloma 89
Tabla 16. Datos de la Variante del Sendero de Micaloma 91
Tabla 17. Datos del Sendero Patourco 93
Tabla 18. Datos del Sendero Gallaretas 95
Tabla 19. Información Hidrogeológica de la zona de estudio 98
Tabla 20. Datos de las estaciones que se consideraron para la caracterización del clima 105
Tabla 21. Parámetros de Heliofanía en la Estación Papallacta (M188) años 2009 - 2010 106
Tabla 22. Parámetros de Radiación Solar Media Mensual Estación la Mica C9 – C10 años 2000 - 2010 108
Tabla 23. Parámetros de Temperatura Media de la Estación la Mica C9 – C10 años 2000 – 2010 109
Tabla 24. Parámetros de La Velocidad del Viento Estación la Mica C9 – C10 años 2000 – 2010 111
Tabla 25. Parámetros de Humedad Relativa Estación la Mica C9 – C10 años 2000 - 2010 113
Tabla 26. Parámetros de Precipitación Anual Estación la Mica C9 – C10 años 2004 - 2014 115
Tabla 27. Número de días con precipitación Estación Papallacta (M188) años 1990 – 1998 y 2003 - 2010 116
Tabla 28. Parámetros de Nubosidad Media Estación Papallacta (M188) años 2003 - 2010 117
Tabla 29. Parámetros del Punto de Rocío en la Estación Papallacta (M188) años 1990 - 2010 119
Tabla 30. Parámetros de Evaporación Mensual en la Estación Papallacta (M188) años 2003 - 2009 121
Tabla 31. Datos del Embalse La Mica 122

Tabla 32. Resultados del Estado Trófico del Embalse La Mica 124
Tabla 33. Valores Límites de la OCDE para un Sistema de Clasificación Trófica.... 124
Tabla 34. Resultados del Estado Trófico de las Aguas del Embalse La Mica 125
Tabla 35. Valores Límites de la OCDE para un Sistema de Clasificación Trófica.... 125
Tabla 36. Características del Suelo Según Parámetros de USDA 126
Tabla 37. Uso y Cobertura del Suelo 135
Tabla 38. Herbazal inundable montano alto y montano alto superior de páramo 137
Tabla 39. Herbazal montano alto y montano alto superior de páramo 140
Tabla 40. Herbazal y arbustal montano alto y montano alto superior de páramo 143
Tabla 41. Índice de Representatividad de Especies vegetales presentes en la zona de estudio 146
Tabla 42. Promedio de Abundancia de Fitoplancton en La Mica (Por Categoría Taxonómica) 146
Tabla 43. Especies de Anfibios registradas en zonas circundantes al área de estudio147
Tabla 44. Especies de Reptiles registradas en zonas circundantes al área de estudio 148
Tabla 45. Índice de Representatividad de Especies de Aves registradas en la zona de estudio 149
Tabla 46. Índice de Representatividad de Mamíferos por familias registrados en áreas circundantes a la ZAREA 150
Tabla 47. Promedio de Abundancia de Zooplancton en La Mica (Por Categoría Taxonómica) 151
Tabla 48. Aspectos Socio Económicos de la Parroquia de Pintag 153
Tabla 49. Número de Visitantes a la REA años 2006 – 2014 155
Tabla 50. Pregunta 1 Género 158
Tabla 51. Pregunta 2 Nacionalidad 159
Tabla 52. Pregunta 3 Nivel de Educación 159
Tabla 53. Edad de los Visitantes Nacionales años 2011 161
Tabla 54. Edad de los Visitantes Extranjeros años 2011 y 2012 162
Tabla 55. Pregunta 5 Ocupación de los Visitantes 163
Tabla 56. Pregunta 6 Propósito de la Visita 164
Tabla 57. Pregunta 7 Grado de Satisfacción del Visitante 165
Tabla 58. Pregunta 8 Observaciones para mejorar la calidad de la visita 166
Tabla 59. Visitantes por nacionalidades en el año 2013 168
Tabla 60. Número de Vehículos que llegaron a la ZAREA en los años 2013 y 2014 . 169
Tabla 61. Número de visitantes Vs. pesca deportiva, en los años 2013 y 2014 170
Tabla 62. Ubicación de la toma de Muestras de Suelos 176
Tabla 63. Resultados del Muestreo de Suelos 178
Tabla 64. Correlación entre Uso del Suelo y Compactación del Suelo Micaloma 180
Tabla 65. Correlación entre Compactación del Suelo y potencial de Hidrogeno del Suelo Micaloma 181
Tabla 66. Correlación entre Uso del Suelo y Porcentaje de Humedad del Suelo Micaloma 183
Tabla 67. Correlación entre Uso del Suelo y Compactación del Suelo Patourco 185
Tabla 68. Correlación entre Compactación del Suelo y Potencial de Hidrógeno del Suelo Patourco 186

Tabla 69. Correlación entre Uso del Suelo y Porcentaje de Humedad del Suelo Patourco 187
Tabla 70. Correlación entre Uso del Suelo y Conductividad Eléctrica del Suelo Patourco 188
Tabla 71. Correlación entre Uso del Suelo y Compactación del Suelo Gallaretas..... 189
Tabla 72. Correlación entre Compactación del Suelo y potencial de Hidrógeno del Suelo Gallaretas..... 191
Tabla 73. Correlación entre Uso del Suelo y Porcentaje de Humedad del Suelo Gallaretas 192
Tabla 74. Cálculo de Capacidad de Carga de los tres Senderos 194
Tabla 75. Matriz de Identificación de Impactos Sendero Micaloma..... 202
Tabla 76. Matriz de Valoración Cuantitativa Sendero Micaloma 203
Tabla 77. Matriz de Identificación de Impactos Sendero Patourco 204
Tabla 78. Matriz de Valoración Cuantitativa Sendero Patourco 205
Tabla 79. Matriz de Identificación de Impactos Sendero Gallaretas 206
Tabla 80. Matriz de Valoración Cuantitativa Sendero Gallaretas..... 207
Tabla 81. Matriz de identificación de Indicadores de Monitoreo..... 238
Tabla 82. Matriz de Estándares de Indicadores de Monitoreo..... 239
Tabla 83. Matriz de Estándares de Límites de Cambio Aceptables..... 240

Lista de figuras

Figura. 1 Ingreso de Visitantes a la REA Periodo 2006 - 2013 28
Figura. 2 Figuras de interpretación del Coeficiente de Correlación de Pearson 75
Figura. 3 Laguna de la Mica 86
Figura. 4 Ubicación y límites de la zona de estudio 87
Figura. 5 Variación Altitudinal Sendero de Micaloma 90
Figura. 6 Mapa de ubicación del Sendero de Micaloma 90
Figura. 7 Variación Altitudinal de la Variante del Sendero de Micaloma 91
Figura. 8 Mapa de ubicación de la Variante del Sendero de Micaloma 92
Figura. 9 Variación Altitudinal del Sendero Patourco 93
Figura. 10 Mapa de ubicación del Sendero Patourco 94
Figura. 11 Variación Altitudinal del Sendero Gallaretas 95
Figura. 12 Mapa de ubicación del Sendero Gallaretas 96
Figura. 13 Mapa Hidrogeológico de la Zona de Estudio 98
Figura. 14 Fotos del Volcán Antisana tomadas por el autor para referencia del Clima104
Figura. 15 Distribución Multianual de Heliofanía 107
Figura. 16 Distribución Multianual de Radiación Solar 107
Figura. 17 Distribución Multianual de la temperatura del Aire 110
Figura. 18 Distribución Multianual de la Velocidad del Viento 112
Figura. 19 Distribución Multianual de la Humedad Relativa 114
Figura. 20 Distribución Multianual de Precipitación 114
Figura. 21 Distribución multianual de días de precipitación 117
Figura. 22 Distribución Multianual de Nubosidad Media 118
Figura. 23 Distribución Multianual de Punto de Rocío °C 120
Figura. 24 Distribución Multianual de Evaporación mm. 121
Figura. 25 Cuenca del Embalse La Mica 123
Figura. 26 Mapas de la Zona de Estudio Según Taxonomía del Suelo por Orden, Suborden y Grangrupo 128
Figura. 27 Mapa de la Zona de Estudio Según el Uso del Suelo 134
Figura. 28 Mapa de la Zona de Estudio dividido en cuadrantes de 100mt X 100mt ... 135
Figura. 29 Foto Panorámica tomada desde la Cima de Micaloma a 4094 msnm 136
Figura. 30 Interpretación del promedio de Número de visitantes a la REA años 2012 - 2014 156
Figura. 31 Interpretación Pregunta de Género de los visitantes 158
Figura. 32 Interpretación Pregunta de Nacionalidad de los visitantes 159
Figura. 33 Interpretación Pregunta de Nivel de Educación de los visitantes 160
Figura. 34 Interpretación Pregunta Edad de visitantes Nacionales 161
Figura. 35 Interpretación Pregunta Edad de visitantes Extranjeros 162
Figura. 36 Interpretación Pregunta de Ocupación de los visitantes 163
Figura. 37 Interpretación Pregunta de Propósito de la Visita 165
Figura. 38 Interpretación Pregunta de Grado de Satisfacción del Visitante 166
Figura. 39 Interpretación Pregunta Observaciones Para mejorar la calidad de la Visita 167
Figura. 40 Interpretación Visitantes por Nacionalidades 168

Figura. 41 Interpretación de Vehículos que llegan a la ZAREA..... 169
Figura. 42 Interpretación de Visitantes Vs. Pescadores en la ZAREA años 2013 y 2014 170
Figura. 43 Mapa de Puntos de Muestreo de Suelo según grado de inclinación del terreno..... 177
Figura. 44 Correlación entre Variables de Compactación del Suelo y Uso del Suelo Micaloma..... 181
Figura. 45 Gráfico de Correlación entre Variables de Compactación del Suelo y potencial de Hidrógeno del Suelo Micaloma 182
Figura. 46 Correlación entre Variables de Uso del Suelo y Porcentaje de Humedad del Suelo Micaloma..... 184
Figura. 47 Correlación entre Variables de Compactación del Suelo y Uso del Suelo Patourco..... 185
Figura. 48 Correlación entre Variables de Compactación del Suelo y potencial de Hidrógeno del Suelo Patourco 187
Figura. 49 Correlación entre Variables de Uso del Suelo y Porcentaje de humedad en el Suelo Patourco..... 188
Figura. 50 Gráfico de Correlación entre Variables de Uso del Suelo y Conductividad Eléctrica del Suelo Patourco 189
Figura. 51 Correlación entre Variables de Compactación del Suelo y Uso del Suelo Gallaretas..... 191
Figura. 52 Correlación entre Variables de Compactación del Suelo y potencial de Hidrógeno del Suelo Gallaretas 192
Figura. 53 Gráfico de Correlación entre Variables de Uso del Suelo y Porcentaje de humedad en el Suelo Gallaretas 193
Figura. 54 Fotos de Pérdida de Cobertura Vegetal Zona Alta Micaloma 199
Figura. 55 Fotos de Pérdida de Cobertura Vegetal Zona Micaloma 199
Figura. 56 Mapa de Zonificación del Sector La Mica..... 234

Acrónimos y abreviaciones

AICA ..... Área de Importancia para la Conservación de las Aves
AID ..... Área de Influencia Directa
AII ..... Área de Influencia Indirecta
AN ..... Área Natural
AP ..... Área Protegida
CCE ..... Capacidad de Carga Efectiva
CCF ..... Capacidad de Carga Física
CM ..... Capacidad de Manejo
CCR ..... Capacidad de Carga Real
CCT ..... Capacidad de Carga Turística
CMT ..... Corporación Metropolitana de Turismo de Quito
CRE ..... Constitución de la República del Ecuador
ECOLAP ..... Instituto de Ecología Aplicada de la Universidad San Francisco de Quito
ENEMDU ..... Encuesta Nacional de Empleo, Desempleo y Subempleo
EPMAPS ..... Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento de Quito
ETAPA ..... Empresa Municipal de Telecomunicaciones Agua Potable y Saneamiento
FUNAN ..... Fundación Antisana
GEF ..... Global Environment Fund
HsSn03 ..... Herbazal inundable montano alto y montano alto superior de páramo
HsSn04 ..... Herbazal montano alto y montano alto superior de páramo
HsSn05 ..... Herbazal y arbustal montano alto y montano alto superior de páramo
IBA ..... Importan Bird Área
ID ..... Identificación
IG EPN ..... Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional
IGM ..... Instituto Geográfico Militar
INAMHI ..... Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología
INB ..... Instituto Nacional de Biodiversidad
INEFAN ..... Instituto Ecuatoriano Forestal y de Áreas Naturales y Vida Silvestre
INERHI ..... Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos
INFOPLAN ..... Sistema de Información para la Planificación Nacional
INIAP ..... Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias
IRD ..... Research Development Institute
LCA ..... Límites de Cambio Aceptables
LFCANVS ..... Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre
LGA ..... Ley de Gestión Ambiental
LSPA-EESC ..... Laboratorio de Suelos y Aguas – Estación Experimental Santa Catalina
MAE ..... Ministerio del Ambiente Ecuador
MAG ..... Ministerio de Agricultura y Ganadería
MINTUR ..... Ministerio de Turismo del Ecuador
M.O ..... Materia Orgánica
MTOP ..... Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador
NH_4 ..... Amonio
MRNNR ..... Ministerio de Recursos Naturales No Renovables
msnm ..... metros sobre el nivel del mar

OCDE.....Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo
PANE ..... Patrimonio de Áreas Naturales del Estado
PNG.....Parque Nacional Galápagos
PEA .....Población Económicamente Activa
pH..... Potencial de Hidrógeno
PMA ..... Plan de Manejo Ambiental
REA.....Reserva Ecológica Antisana
SIISE ..... Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador
SNAP ..... Sistema Nacional de Áreas Protegidas
TNC.....The Nature Conservancy
TULSMA ..... Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente
UNOT..... Unidades Naturales de Ordenamiento Territorial
USAID .....United States Agency for International Development
USDA.....United States Department of Agriculture
USNPS .....United States National Park Service
UTM..... Universal Transversal de Mercator
VERP .....Visitor Experience Resource Protection
WGS84.....World Geodetic System 84
ZAREA ..... Zona Alta de la Reserva Ecológica Antisana

Resumen

En abril del 2012, el Ministerio del Ambiente emitió el Acuerdo Ministerial No. 006, que elimina el cobro de tarifas de ingresos para visitación al Patrimonio de Áreas Naturales del Estado – PANE a nivel de Ecuador continental. Bajo estas premisas, las visitas a las áreas protegidas de Ecuador se han incrementado en un 38,87% en el 2012. El turismo es una actividad que genera beneficios para la conservación, la industria y las comunidades locales. Sin embargo, actualmente constituye una amenaza a la conservación de los mismos sitios generadores de estos beneficios. Dicha amenaza se debe principalmente a la falta de capacidad de manejo turístico. Por tal motivo se pretende establecer en primera instancia la capacidad de carga turística en los sitios de estudio, para prevenir el mayor número de impactos ambientales que se pudiesen causar sobre los recursos naturales, por efectos de la actividad turística. Se utilizará como principal metodología para la determinación de capacidad de carga turística, la desarrollada por Cifuentes (1992). Posteriormente, se desarrollará una propuesta de monitoreo de la actividad turística, esta propuesta se basará en las Metodologías de: Límites de cambios aceptables, desarrollada por el Servicio Forestal de los Estados Unidos, (George et al. 1985); y, Levantamiento y actualización de Indicadores Ambientales en la Zonas de Recreación del Parque Nacional Cajas (P.N.C.), (Mejía et al. 2010). Considerando también la alta demanda turística que actualmente se está registrando dentro de la zona alta de la Reserva Ecológica Antisana, se propone esta investigación.

Palabras clave:

1. **CAPACIDAD DE CARGA;**
2. **PÁRAMO ANTISANA;**
3. **IMPACTO AMBIENTAL; y,**
4. **ACTIVIDAD TURÍSTICA.**

Abstract

In April 2012, the Ministry of Environment issued Ministerial Decree No. 006, which removes the collection of fees income for visitation to Heritage of Natural Areas of the State – PANE at continental Ecuador. Under these premises, visits to protected areas of Ecuador have increased by 38.87% in 2012. Tourism is an activity that generates benefits for conservation, industry and local communities. However, today is a threat to the conservation of these sites generating these benefits. This threat is mainly due to the lack of tourism management capacity. Therefore we intend to establish in the first instance the tourism carrying capacity in the study sites, to prevent as many environmental impacts that could result on natural resources for tourism purposes. It will be used as the main method for the determination of tourism carrying capacity, developed by Cifuentes (1992). Subsequently, a proposal for monitoring of tourism be developed, this proposal is based on the methodologies: Limits of acceptable change, developed by the United States Forest Service (George et al 1985); and survey and update of environmental indicators in the playgrounds of Cajas National Park (PNC), (Mejia et al. 2010). Considering also the high tourist demand currently being registered in the upper area of the Antisana Ecological Reserve, this research aims.

Keywords:

1. **LOAD CAPACITY;**
2. **ANTISANA PARAMO;**
3. **ENVIRONMENTAL IMPACT;**
4. **TOURISM ACTIVITY**

Capítulo 1

Generalidades

1.1 Introducción

El turismo de naturaleza o también llamado ecoturismo, desde sus inicios ya llamaba la atención a los responsables de las áreas naturales protegidas. Puesto que no se conocía si esta actividad generaba impactos a los ecosistemas presentes en las áreas naturales. Las primeras observaciones tenían que ver con la erosión del suelo, contaminación del recurso agua y alteración a la vida silvestre.

Es ampliamente reconocido que el turismo puede ser un medio y una herramienta útil para el desarrollo de las áreas protegidas, pero también presenta desventajas cuando afecta la capacidad física de los ecosistemas naturales, cuando produce impacto ambiental en cualquiera de sus formas, o cuando daña la experiencia recreativa misma de los visitantes (Oltremari, 1993).

No obstante en los últimos años la actitud de los visitantes, ha ido evolucionando. Ya que los ecoturistas se han dado cuenta de los impactos que provocan sus visitas en los ecosistemas presentes dentro de las áreas protegidas y empiezan a compartir el deseo de realizar viajes ambiental y culturalmente responsables, los cuales tengan un bajo impacto ambiental y aporten a la conservación de este tipo de ecosistemas.

Para conocer cuál es la capacidad de carga turística de un sitio, en este caso de cada uno de los senderos que se encuentra en la zona de estudio, se empezó a conocer metodologías para el cálculo de capacidad de carga las cuales serán mencionadas en el

capítulo No. 3 de esta tesis, además se caracterizó la zona de estudio, al caracterizar la zona se pretende conocer más específicamente acerca del ecosistema presente en el área de Micaloma, puesto que siendo similar a otros ecosistemas, posee particularidades propias, no solo en el aspecto de biodiversidad sino también por el recurso agua.

Las herramientas de capacidad de carga sirven para el monitoreo y el manejo del turismo en las zonas protegidas. Además estas herramientas coadyuvan a realizar un turismo sustentable desde el punto de vista ambiental, social y económico, puesto que utilizan varios indicadores que describen la relación entre actividad turística y entorno ambiental del ecosistema. Estas herramientas son absolutamente necesarias si se espera que la actividad turística contribuya a corto, mediano y largo plazo a la conservación de los ecosistemas presentes en las áreas protegidas. Puesto que dichas áreas poseen recursos naturales, y biodiversidad que deben ser conservados.

Ya para hablar del tema de estudio, se realizó la siguiente pregunta: ¿Cuántos visitantes puede soportar el ecosistema presente en la zona alta de la Reserva Ecológica Antisana - ZAREA? O si ¿El ingreso de visitantes, sin un estudio de Capacidad de Carga Turística está alterando el ecosistema existente en la ZAREA? Y cuán grande ha sido el impacto del ingreso de visitantes a la reserva durante el periodo de tiempo desde el año 2006 hasta 2013. Periodo en el cual han existido algunos cambios en torno al ingreso de visitantes los cuáles serán mencionados posteriormente.

En los siguientes párrafos se conocerá un poco más acerca de la problemática de la zona de estudio, la justificación e importancia de realizar la presente investigación. Y si bien existe un acuerdo ministerial que establece la gratuidad de ingreso a las áreas protegidas del Patrimonio de Áreas Naturales del Estado – PANE a nivel de Ecuador

continental, el mismo no contempla un estudio que contenga el número de visitantes que pueda soportar cada tipo de área protegida dentro del PANE. Por tal razón se cree necesario y pertinente realizar este estudio que coadyuve a la gestión del Área Protegida en este caso a la Reserva Ecológica Antisana, además que contenga una propuesta de monitoreo de impactos del turismo establecida en el capítulo VI de esta investigación.

1.2 Justificación e Importancia

El 21 de julio de 1993, se crea la Reserva Ecológica Antisana. Considerando que: *"… el área del volcán Antisana presenta gran importancia desde el punto de vista ecológico, científico y de uso sostenible de los recursos naturales renovables; por ser uno de los últimos sitios en el Ecuador donde existe el cóndor andino Vultur gryphus; así como por constituir un reservorio natural que abastece a los Proyectos de Agua Potable de la Capital de la República…*" (Resolución No. 0018 RA/INEFAN, 1993).

Por esta razón resulta imprescindible, que áreas naturales como la Reserva Ecológica Antisana - REA, cuenten con indicadores ambientales que permitan determinar la capacidad de carga turística y monitorear los impactos por su uso.

Se justifica realizar esta investigación, puesto que hasta la presente fecha, no se han realizado estudios de este tipo dentro de la reserva, que puedan determinar la capacidad de carga turística dentro de los sitios de uso turístico de la Zona Alta de la Reserva Ecológica Antisana - ZAREA sector Micaloma. Por lo tanto, esta investigación cobra importancia, pues apoyará a limitar los impactos ambientales efectuados por el uso inadecuado de la actividad turística, ya que determinará el número máximo de visitantes

que pueda recibir la reserva, así como normas a seguirse y una serie de indicadores que permitan monitorear los impactos de la visitación al área de estudio.

Con énfasis que el cuerpo de agua que se encuentra más próximo a los sitios de visitación turística, es decir la Laguna de la “Mica” o “Micacocha”, no pueda verse alterado por dicha actividad, debido a que el principal objetivo de la Laguna de la Mica está determinado para la provisión de agua a los habitantes de la ciudad de Quito y así como lo establece el Art. 318 de la Constitución de la República, que tiene como prioridad el consumo humano, por lo cual es deber del estado el establecer estrategias que fortalezcan el cuidado y conservación de este patrimonio estratégico vital para la naturaleza y para la existencia de los seres humanos.

Todas estas acciones se realizarán, con la finalidad de conservar y sostener los recursos naturales y culturales que forman parte de la oferta de atractivos de la ZAREA, que son insumo para el desarrollo turístico, y que puedan proporcionar una gama de experiencias de calidad al público.

1.3 Planteamiento del Problema

El Ecuador posee una alta diversidad biológica, gran cantidad de ecosistemas y excepcionales recursos paisajísticos. En este contexto, el turismo en áreas protegidas ha sido una actividad económica y una alternativa de uso productivo. No obstante el crecimiento del turismo, el manejo de las áreas protegidas, y del turismo en particular, todavía adolece de algunos problemas tales como: falta de una adecuada planificación y de medidas de control de la visitación, limitaciones en el control por temas de recursos: económicos, humanos, entre otros.

Con la finalidad de evitar que por efecto del uso inadecuado de los recursos naturales existentes en la ZAREA, provocados por la actividad turística, específicamente en la zona de “Micaloma”, se propicie un desequilibrio ecológico, se plantea el presente estudio cuyo problema es detallado a continuación.

Existe un tramo de 1,2 km de camino el cual es de segundo orden, ubicado cerca al Flujo de Lava de Antisanilla). Esta facilidad de acceso ha contribuido a despertar el interés de turistas nacionales y extranjeros por conocer el sector de La Mica, además de otros atractivos como son: la diversidad florística del páramo, el peñón del Isco (sitio muy apreciado por ornitólogos para la observación de cóndores), entre otros.

Otros factores que han contribuido a incrementar la visitación a la zona de estudio, son la compra de la Hacienda Antisana por parte del Estado Ecuatoriano (diciembre 2010), perteneciente hasta ese entonces a la Familia Delgado y el Acuerdo Ministerial No. 006 de fecha 11 de abril de 2012 del Ministerio del Ambiente, que elimina el cobro de tarifas de ingresos para visitación a las áreas protegidas. Hasta antes del año 2010, el ingreso a la reserva era restringido, por tratarse de propiedad privada dentro de una reserva del estado, y dependía mayoritariamente de la decisión de la Familia Delgado.

Ya en la actualidad se pueden apreciar afectaciones a los senderos, los cuales posteriormente con la caracterización del suelo, y estimación edafológica de los mismos, sus resultados alcancen establecer un diagnóstico, y posteriormente proponer medidas de corrección hacia la zona de estudio. Consecutivamente los datos colectados y caracterizaciones, serán tomados en cuenta para poder determinar la capacidad de carga efectiva del área de estudio.

Por tal razón, surge la necesidad de generar conocimientos sobre la capacidad de carga de cada sitio de visitación del área de estudio, cuya información serviría como herramienta de planificación para la toma de decisiones y así poder manejar de una mejor manera este tipo de ecosistemas frágiles, los cuales se han caracterizado por su belleza paisajística, biodiversidad, producción de agua, entre otros.

1.4 Formulación del Problema a Resolver

- ¿El número de visitantes que actualmente visita la zona alta de la Reserva Ecológica Antisana está alterando el ecosistema de esta zona?
- ¿Existen impactos generados por la actividad turística en la ZAREA? ¿Se podrá prevenir potenciales impactos ambientales, teniendo una actividad turística controlada a través de indicadores y matrices de Monitoreo y Seguimiento?
- ¿En qué medida son congruentes los datos de capacidad de carga turística, para cada sitio de uso turístico de la ZAREA, y al momento de establecer indicadores de Monitoreo de Visitantes para la actividad turística?

1.5 Hipótesis

- Los sitios de uso turístico de la zona alta de la Reserva Ecológica Antisana - ZAREA, actualmente se encuentran en el límite de su capacidad de carga.
- La utilización de indicadores ambientales para los sitios de uso turístico de la ZAREA, permiten obtener resultados que midan la afectación del ecosistema, debido a la actividad turística.

1.6 Objetivo General

Determinar la capacidad de carga turística y diseñar un instrumento de control, planificación y monitoreo de visitantes en la Zona Alta de la Reserva Ecológica Antisana - ZAREA con sus indicadores ambientales.

1.7 Objetivos Específicos

- Caracterizar el área de estudio, conociendo la situación actual del turismo en la ZAREA;
- Determinar la capacidad de carga turística para los sitios de uso turístico de la ZAREA; y,
- Identificar y proponer una lista de indicadores ambientales, de manejo en las zonas de uso turístico de la ZAREA, que permitan evaluar el impacto de la actividad turística frente a los recursos bióticos del área y el nivel de satisfacción del visitante.

Capítulo 2

Marco Teórico, Legal e Institucional, Conceptual y Estado de Arte

El turismo en áreas protegidas es una actividad que puede generar beneficios para la conservación, la industria turística y las comunidades locales, si es manejado adecuadamente. Sin embargo, actualmente también constituye una amenaza a la conservación de los mismos sitios generadores de estos beneficios. Esta amenaza se debe principalmente a la falta de capacidad de manejo turístico del sistema. (Rodríguez, et al, 2007).

En las últimas décadas ha existido un apogeo del ecoturismo principalmente en los países en vías desarrollo, y especialmente en aquellos con una alta diversidad biológica, entre los cuales se encuentra el Ecuador, al ser el país más diverso del mundo por unidad de superficie.

Ya a nivel mundial, desde los años sesenta en los incluso antes, empezó a existir una preocupación por contar con herramientas metodológicas que permitan medir los impactos provocados por el turismo, dentro de áreas naturales protegidas.

Es por esta razón, que se hace necesario contar con herramientas que permitan "fijar límites y establecer lineamientos más claros para ordenar y manejar la visitación en las áreas protegidas, principal atractivo de los eco turistas" (Cifuentes, 1992). Para poder garantizar la sostenibilidad de los recursos naturales y a su vez el deleite de los ecoturistas a través del tiempo.

Al mismo tiempo, se ha visto necesario en áreas susceptibles aplicar otras metodologías para monitorear impactos por el uso turístico, las metodologías que más

han evolucionado son las de Capacidad de Carga Turística, y la de Límites Aceptables de Cambios – LAC, esta última permite abordar deficiencias del concepto de capacidad de carga. Estas dos metodologías serán adaptadas a la realidad actual del entorno ecosistémico de la zona de estudio.

2.1 Marco Teórico

2.1.1 Diversidad Biológica en el Ecuador

La diversidad biológica en el Ecuador simboliza la variedad de genes, especies y ecosistemas presentes en las regiones del Ecuador.

Se le ha definido al Ecuador como uno de los diecisiete países más megadiversos del mundo con tan solo 256.370 kilómetros cuadrados, es decir el 0,19% de la Superficie terrestre de la tierra.

Debido a su ubicación geográfica, su topografía y su clima, el país cuenta con 82 ecosistemas presentes (MAE, 2012) solo en la parte continental, incluyendo ecosistemas que comprenden desde la zona nival, páramos andinos, bosques nublados, selvas tropicales, bosques húmedos, playas, arrecifes e insulares.

Esta gran variedad de espacios naturales constituye el habitad de 417 especies de anfibios, 1626 de aves, 394 de reptiles, 369 de mamíferos y 17000 especies de plantas superiores. Debido a este gran potencial han sido declaradas varias reservas y parques nacionales como Patrimonio Natural de la Humanidad, Reservas de Biosfera y otras forman parte de los sitios de importancia internacional de la Convención RAMSAR, esta última encargada de la protección de humedales y ambientes marinos a nivel mundial. MAE (2013, 6 de Marzo).

Un 10,7% de todos los animales vertebrados del mundo viven en el Ecuador. Nuestro país es 33 veces más pequeño en superficie que Estados Unidos, sin embargo, posee dos veces más especies de aves. MAE (2013, 6 de Marzo).

2.1.2 Estrategias y Otros Instrumentos de Conservación de la Diversidad Biológica y Cultural en el Ecuador

En los años 1934 y 1936, el gobierno ecuatoriano emitió las primeras normativas legales orientadas a la protección de algunas especies y áreas del archipiélago de Galápagos como protegidas. Posteriormente en el año de 1959 se declaró la primera área protegida en el Ecuador, situada en el Archipiélago de Galápagos, 7 años más tarde se crea la segunda área protegida en lo que corresponde a la Reserva Geobotánica Pululahua, es decir los esfuerzos de conservación eran puntuales en aquella época.

En los años setenta época del boom petrolero, el estado impulso la creación de áreas protegidas principalmente donde no existía colonización. Concretamente en el año de 1976 a cargo del Ministerio de Agricultura se planteó la *Estrategia Preliminar para la Conservación de Áreas Silvestres Sobresalientes del Ecuador* (Putney et al. 1976). Esta estrategia marco el inicio de una serie de procesos y acciones tendientes a consolidar el Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador - SNAP, además de establecer las bases para el manifiesto de la *Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre* en el año de 1981, la misma que sigue vigente hasta la fecha, con modificaciones.

En 1989 se elaboró la segunda estrategia, trabajando conjuntamente entre el estado y la comunidad conservacionista nacional (Cifuentes et al., 1989), en donde se

proponía políticas y acciones más adecuadas al entorno nacional, entre estas la incorporación del SNAP en los procesos de planificación y ordenamiento territorial, y la participación comunitaria en el manejo y gestión de las áreas de conservación.

En 1991 siguiendo las recomendaciones de las estrategias de 1976 y 1989, se creó el Instituto Forestal y de Áreas Naturales y Vida Silvestre - INEFAN, adscrito al MAG. El INEFAN fue socialmente reconocido como el sistema de control estatal en materia forestal y de tráfico de vida silvestre, así como en el manejo de las áreas protegidas. Años más tarde la Comisión Asesora Ambiental - CAAM, adscrita a la Presidencia de la República formula la base política para la creación del Ministerio del Ambiente.

La Constitución Política del Ecuador promulgada de 1998 dio paso a la institucionalización del SNAP en el país, al declarar "el establecimiento de un Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas que garantice la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de los servicios ecológicos, de conformidad con los convenios y tratados internacionales" (Art. 86, numeral 3) y precisar el derecho soberano del Estado ecuatoriano sobre la diversidad biológica, las reservas naturales, las áreas protegidas y los parques nacionales (Art. 248).

Entre 1998 y 1999 se elaboró el *Plan Estratégico del Sistema de Áreas Naturales Protegidas del Ecuador* (MAE, 1999) que, pese a no haber sido aprobado, ha constituido una referencia para la gestión del SNAP en los primeros años de la presente década. En el mencionado Plan Estratégico el Ministerio del Ambiente se determinaron las Unidades Naturales de Ordenamiento Territorial - UNOT, posibles nuevas áreas que

formarían parte de este patrimonio y, previamente, las ha clasificado en categorías, de acuerdo a la naturaleza de su potencial y futuro manejo.

En 2005, el Ministerio del Ambiente, con el apoyo del Proyecto SNAP - GEF, resolvió actualizar el Plan Estratégico del SNAP para un periodo de vigencia de 10 años. Este Plan debía estar "orientado a lograr la sustentabilidad del Sistema Nacional de Áreas Protegidas, que incluya políticas*, estrategias y acciones necesarias, en el marco institucional vigente del MAE y del Estado en su conjunto, con el fin de lograr la gestión eficiente y efectiva de las áreas protegidas" (MAE/SNAP-GEF, 2005). Este proceso de actualización contemplaba considerar de forma prioritaria líneas estratégicas de gobernabilidad, participación social, y sostenibilidad financiera, así como aplicar el enfoque ecosistémico adoptado por el Convenio de Diversidad Biológica.

El Plan Estratégico del SNAP 2007-2016 presenta una oportunidad para abordar temas de creciente importancia como la integralidad del SNAP, los mecanismos de participación en la gestión del sistema y la sostenibilidad financiera, entre otros que inciden e incidirán sobre su administración y manejo.

Mientras que en la década de los años 90 se instauran otros instrumentos de conservación que establecen la necesidad de desarrollar otras estrategias adicionales a las existentes. Entre las iniciativas de conservación están: la convención sobre los humedales RAMSAR, las Áreas de Importancia para la Conservación de Aves - AICA's, los Corredores Biológicos, entre otros detallados posteriormente.

2.1.3 El Sistema Nacional de Áreas Protegidas – SNAP

Existen varios aspectos del último siglo como: avances tecnológicos, aumento poblacional, así también el desarrollo industrial, que van de la mano de mayores necesidades alimentarias y económicas, desbordando así la capacidad de las tierras que antiguamente fueron destinadas para la agricultura y la industria.

Las consecuencias de esta realidad, lo han experimentado diversos ecosistemas en el Ecuador y el Mundo. Por ello con el afán de proteger los pocos remanentes de los ecosistemas del Ecuador, se diseñó una estrategia para la conservación de los recursos naturales, biológicos, genéticos, paisajísticos, étnicos y culturales, mediante la declaración de "Áreas Protegidas" por parte del estado ecuatoriano.

La Constitución Política del Ecuador promulgada de 1998 dio paso a la institucionalización del SNAP en el país, al declarar "el establecimiento de un Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas que garantice la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de los servicios ecológicos, de conformidad con los convenios y tratados internacionales" (Art. 86, numeral 3) y precisar el derecho soberano del Estado ecuatoriano sobre la diversidad biológica, las reservas naturales, las áreas protegidas y los parques nacionales (Art. 248). La actual CRE en su Artículo 405, constituye la base jurídica central para la integración del Sistema Nacional de Áreas Protegidas y expresa la obligación del: "Estado de garantizar la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de las funciones ecológicas; e integra al Sistema Nacional de Áreas Protegidas por los Subsistemas estatal, autónomo descentralizado, comunitario y privado. La rectoría y regulación del Sistema será ejercido por el Estado, quien asignará los recursos económicos necesarios para la sostenibilidad financiera del

Sistema y fomentará la participación de las comunidades, pueblos y nacionalidades que han habitado ancestralmente las áreas protegidas en su administración y gestión" (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

2.2 Marco Legal e Institucional de las Áreas Protegidas en el Ecuador

2.2.1 Marco Legal

2.2.1.1 Constitución de la República del Ecuador – CRE

Como Carta Madre o Carta Magna del Estado Ecuatoriano, es jerárquicamente superior a todo ordenamiento jurídico nacional, como lo dice la Asamblea Nacional del Ecuador en el año 2008 "incorpora normas de avanzada" en relación a temas de protección al medio ambiente, reconocimiento a los derechos de los pueblos y nacionalidades indígenas, campesinas y afroecuatorianas.

A diferencia de otras constituciones, en esta constitución la naturaleza tiene la figura de sujeto de derecho, lo cual posee un efecto político y jurídico significativo en la medida en que se le otorga a la naturaleza un mayor grado de importancia para su conservación y protección de sus recursos naturales frente a intereses económicos. Siendo así los jueces y las autoridades deberán observar en el sentido más favorable hacia la protección y conservación de la naturaleza sin relativizarla frente a intereses económicos.

Según lo prescrito en el Artículo 395 numeral 4 "*En caso de duda sobre el alcance de las disposiciones legales en materia ambiental, éstas se aplicarán en el sentido más favorable para la naturaleza*". Sin embargo será necesario regular mediante

Ley las características y funciones de la figura jurídica de la naturaleza como sujeto de derechos para definir pesos absolutos que se le debe otorgar dependiendo el caso.

De manera paralela al reconocimiento de la naturaleza como sujeto de derechos, la Constitución establece el principio del Buen Vivir que incluye las políticas de Estado respecto al agua como un derecho humano, a la alimentación sana y al interés público del derecho a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado.

Cuyo principio se encuentra establecido desde el año 2009 con el antiguo Plan Nacional de Desarrollo 2009 – 2013, y en la actualidad en el nuevo Plan Nacional del Buen Vivir para los Años 2013 a 2017como "*Objetivo 7. Garantizar los derechos de la naturaleza y promover la sostenibilidad ambiental territorial y global"* (© Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo – Senplades, 2013).

2.2.1.2 El Convenio de Diversidad Biológica

El Convenio de las Naciones Unidas sobre la Diversidad Biológica, suscrito en junio de 1992 en Río de Janeiro, y ratificado por el Ecuador mediante publicación en el Registro Oficial N° 109 del 18 de enero de 1993, tiene por objetivos: "*la conservación de la diversidad biológica, la utilización sustentable de sus componentes y la participación justa y equitativa de los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos*" (Convenio de las Naciones Unidas sobre la Diversidad Biológica, 1992); postulados que deben ser considerados en la planificación y ejecución del manejo de las Áreas Naturales Protegidas.

El Art. 8 del Convenio hace referencia a la "Conservación in situ" de los recursos. El literal a) dice sobre los compromisos de las Partes Contratantes:

"Establecerá un sistema de Áreas Protegidas o áreas donde haya que tomar medidas especiales para conservar la diversidad biológica". El literal b) hace relación a la necesidad de elaborar directrices para la selección, establecimiento y ordenación de Áreas Protegidas o áreas donde haya que tomar medidas especiales para conservar la diversidad biológica. En tanto que el literal c) se refiere a la reglamentación o administración de los recursos biológicos importantes para la conservación de la diversidad biológica, ya sea dentro o fuera de las Áreas Protegidas, para garantizar su conservación y utilización.

En los demás literales del artículo se hace referencia a la protección de ecosistemas y hábitats naturales y el mantenimiento de poblaciones viables de especies en entornos naturales, que pueden o no ser Áreas Protegidas.

2.2.1.3 Ley de Gestión Ambiental – LGA

Esta Ley fue emitida el 30 de Julio de 1999, posteriormente es codificada debido a la unificación del Ministerio del Ambiente y del INEFAN, esta codificación se la realiza junto con otras leyes ambientales del Ecuador el 10 de Septiembre del 2004.

Esta es la ley que enmarca la administración pública ambiental, y sus potestades estatales para la conservación de la biodiversidad, en función de su principal objetivo que es regular la gestión pública ambiental, respecto a la cual, esta ley busca establecer principios, instrumentos de gestión, mecanismos de coordinación entre otros. El Sistema Único de Manejo Ambiental es la herramienta medular establecida en la Ley para el otorgamiento de licencias ambientales a actividades u obras con riesgo ambiental. Esta

Ley desarrolla los mecanismos de participación ciudadana, vigilancia e información, así como los procedimientos judiciales en materia ambiental.

Respecto a las áreas naturales protegidas, el Art. 6 de la Ley de Gestión Ambiental considera un régimen de excepción para el aprovechamiento racional de los recursos naturales no renovables dentro de las áreas naturales protegidas y ecosistemas frágiles, en función de los intereses estatales y mediando un estudio de factibilidad económica y evaluación de impacto ambiental.

2.2.1.4 Ley Forestal y de Conservación de las Áreas Naturales y Vida Silvestre - LFCANVS

Desde la primera impresión de la Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre emitida el 24 de Agosto de 1981, han existido varias codificaciones hasta la última que fue publicada en el Registro Oficial el 10 de Septiembre del 2004.

Esta codificación caracteriza al Patrimonio del Áreas Naturales del Estado - PANE, como el conjunto de áreas silvestres que se destacan por su valor protector, científico, escénico, educacional, turístico y recreacional y las clasifica debido varias características en: Parques Nacionales, Reservas Ecológicas, Refugios de Vida Silvestre, Reservas Biológicas, Áreas Nacionales de Recreación, Reservas de Producción de Fauna, y Áreas de Caza y Pesca.

Según el artículo 69 de la Codificación de Ley Forestal el Ministerio del Ambiente tiene a su cargo la planificación, el manejo, desarrollo, protección y control del patrimonio de áreas naturales del Estado, dejando explícito la imposibilidad de que

el Ministerio del Ambiente descentralice el manejo y administración de un área protegida.

Por su parte, el Capítulo III relacionado con la conservación de la flora y fauna silvestres, señala la necesidad de manejar las áreas protegidas en base a programas específicos de ordenamiento, de las respectivas unidades de conformidad con el Plan de Manejo de las mismas y otorga al Ministerio del Ambiente la competencia para controlar el ingreso del público las actividades que ahí se realicen incluyendo la investigación científica y se limita la ejecución de obras de infraestructura señalando que éstas solamente se ejecutarán previo la autorización del Ministerio del Ambiente. En los Reglamentos se fijarían las tarifas de ingresos y servicios y demás requisitos que sean necesarios.

Con relación a las actividades permitidas dentro de las áreas protegidas el artículo 73 de la Codificación a la Ley Forestal en sus principales literales reafirma la competencia del Ministerio del Ambiente para efectuar acciones encaminadas a la conservación, protección y administración de las áreas protegidas a través de actividades de control de la cacería, recolección, aprehensión, transporte y tráfico de animales y otros elementos de la flora y fauna silvestres; prevención y control de la contaminación del suelo y de las aguas, protección de la eliminación de especies de flora y fauna en peligro de extinción, entre otras.

La observancia al Título IV Capítulo I de la Codificación a la Ley Forestal es substancial, por cuanto se establecen las infracciones a la Ley y su juzgamiento. En éste, se incluyen un sinnúmero de infracciones y la determinación de sanciones de tipo administrativo. Aquí se hace referencia a las disposiciones de los artículos relativos a los

Delitos y contravenciones ambientales tipificados en el Código Penal que también deberán ser observados.

2.2.1.5 Ley para la Preservación de Zonas de Reserva y Parques Nacionales

Esta ley fue establecida para la aplicación de normativas que regulen la visitación dentro de reservas o parques nacionales. Aplicada para grupos turísticos o científicos, ocasionales o esporádicos, que deseen visitar las zonas de reserva o parques nacionales, regula el número de personas que ingresen por grupo, guías turísticos, y pago de tarifa de ingreso a las áreas protegidas. No obstante este último ítem fue derogado para las áreas protegidas del Ecuador Continental, mediante el Acuerdo Ministerial No 006 de fecha 11 de abril de 2012 del Ministerio del Ambiente, que elimina el cobro de tarifas de ingreso para la visitación a las áreas protegidas.

En relación con el tema de contravenciones dentro de las áreas protegidas, el artículo 16 habla acerca de prohibición: para el ingreso de animales o plantas, transitar por senderos o caminos no autorizados, ingreso de armas, quienes hagan daño a plantas y animales, quienes recolecten especies de animales o vegetales, rocas u otros, quienes dejen desperdicios o basuras, quienes pernocten sin autorización, quienes causen ruidos estridentes y luces intensas, quienes desobedezcan las señales e instrucciones escritas o verbales de las autoridades o guardaparques o guías, dentro de los límites de las zonas de reserva o parques nacionales.

Todas estas infracciones señaladas están prohibidas por la ley y otras también que no han sido copiadas, y serán sancionadas con multas de acuerdo a la gravedad de la

falta, las mismas que serán impuestas por las autoridades competentes señaladas en el Artículo 15 de la presente Ley.

2.2.1.6 Ley Especial de Desarrollo Turístico

Esta Ley establece como órgano rector de la actividad turística dentro del Ecuador al Ministerio de Turismo, el cual tiene la facultad de promover y fomentar todo tipo de turismo, especialmente el turismo receptivo y social, con la participación de entidades públicas y privadas, incluyendo las comunidades indígenas y campesinas de las respectivas localidades. La Ley instituye que las comunidades locales organizadas, capacitadas e interesadas en ofrecer servicios de turismo, deben recibir del Ministerio todas las facilidades en igualdad de condiciones, pero sin exclusividad para la operación en determinado sitio.

No obstante esta ley no se aplica directamente para el SNAP, debido a que el trabajo deberá ser coordinado, cuando este sea de aplicación dentro del PANE a través del MAE.

2.2.1.7 **Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente – TULSMA**

El presente Decreto presidencial, modifica en cierto modo aspectos que se encuentran incorporados dentro de la Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre – LFCANVS. Con relación al manejo mismo de las áreas protegidas, esta normativa secundaria confirma que es el Acuerdo Ministerial, el instrumento legal utilizado para la declaratoria de las áreas protegidas, así como para la

modificación de tarifas señaladas en el libro IX del mismo instrumento. A su vez también este documento recoge y regula las actividades turísticas, contenidas en otras leyes y reglamentos legales.

2.2.1.8 Reglamento de Turismo en Áreas Naturales Protegidas

Este Reglamento establece el régimen y los procedimientos aplicables para la realización de actividades turísticas dentro del Patrimonio de Áreas Naturales del Estado - PANE y dispone el régimen de otorgamiento de autorizaciones y permisos para la operación turística.

El artículo 3 del Reglamento define criterios para la gestión de actividades turísticas en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas - SNAP y el artículo 4 identifica la necesidad de que toda ejecución de obra o establecimiento de infraestructura de naturaleza turística en su interior se someta a Estudios de Impacto Ambiental de conformidad con las normas de la Ley de Gestión Ambiental, reglamentos y el Plan de Manejo del área protegida.

2.2.1.9 Reglamento de Guías Naturalistas de Áreas Protegidas

Este Reglamento establece las funciones y obligaciones de los guías naturalistas, además de las funciones como brindar los servicios de información e interpretación de los recursos del Área protegida a los visitantes, además de controlar las actividades de los visitantes a su cargo, cumplir y hacer cumplir las normas vigentes para la visitas al área protegida, cooperar con el control y patrullaje del área para asegurar la conservación y uso racional de los recursos, cooperar en el sistema de monitoreo del

área para la colección de datos sobre aspectos ambientales y toma de decisiones de manejo.

Según las categorías de guías naturalistas hay 3 categorías, de los cuales la primera categoría permite a los guías conducir grupos de 10 turistas como máximo, y esta actividad se la realiza en donde existen personas nativas que viven en el área protegida o en zonas aledañas, la segunda y la tercera categoría tienen una acreditación de título académico superior y estas dos categorías de guías naturalistas pueden conducir hasta 16 turistas como máximo. Además el régimen establece para su cumplimiento a los Ministerios de Ambiente - MAE y de Turismo MINTUR.

2.2.1.10 Acuerdo Ministerial No. 006 del Ministerio del Ambiente 2012

El 11 de abril del 2012, el Ministerio del Ambiente en uso de las atribuciones establecidas en el numeral 1 del artículo 154 de la Constitución de la República del Ecuador en concordancia con el artículo 17 del Estatuto del régimen Jurídico y Administrativo de la Función Ejecutiva, Acuerda: *"Art. 1.- Establecer la gratuidad de ingreso a las áreas del Patrimonio de Áreas Naturales del Estado (PANE), excepto Galápagos."* (Acuerdo Ministerial No. 006 del Ministerio del Ambiente, 2012).

2.2.2 Marco Institucional

2.2.2.1 Ministerio del Ambiente – MAE

El Ministerio del Ambiente es la institución responsable de velar por la conservación y el aprovechamiento racional de los recursos de flora y fauna, así como

del manejo y administración de las áreas naturales protegidas y de promover y coordinar la investigación científica en ellas.

En la actualidad, el Ministerio del Ambiente gestiona su acción en base de varias leyes como: La Constitución Política de la República del Estado; la Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre; La ley de Gestión Ambiental; el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, entre otras.

2.2.2.2 Instituto Nacional de Biodiversidad – INB

Este Instituto fue creado el 24 de febrero del 2014, mediante decreto ejecutivo No. 245. Es adscrito al Ministerio del Ambiente. Tiene personalidad jurídica de derecho público, con independencia funcional, administrativa, financiera y presupuestaria, con jurisdicción nacional.

Según el Artículo 2 del decreto No. 245: *"El objetivo del Instituto Nacional de Biodiversidad es planificar, promover, coordinar y ejecutar procesos de investigación relacionados al campo de la biodiversidad, orientados a la conservación y aprovechamiento racional de este recurso y sector estratégico, de acuerdo a las políticas ambientales existentes y a la normativa legal aplicable."* (Decreto Ejecutivo No. 245 - Creación del Instituto Nacional de Biodiversidad, 2014).

Entre las atribuciones del INB tendrá las siguientes: *"Desarrollar y ejecutar planes, programas, proyectos y actividades de investigación relacionados con temas de aprovechamiento y gestión de los recursos naturales derivados de la biodiversidad, atendiendo a la conservación del patrimonio natural del país"* (Decreto Ejecutivo No. 245 - Creación del Instituto Nacional de Biodiversidad, 2014). Al referirse al término de

patrimonio natural del país, también se refiere al Patrimonio de Áreas Naturales del Estado – PANE, por tal razón su accionar, también puede actuar dentro de la Reserva Ecológica Antisana - REA.

Entre las disposiciones generales está:

- Fusión por absorción del Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales y sus instituciones adscritas o dependientes del INB.

2.2.2.3 Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento de Quito – EPMAPS

La Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento de Quito, tiene como misión: *"Proveer servicios de agua potable y saneamiento con eficiencia y responsabilidad social y ambiental"* (EPMAPS, 2014).

Para proveer del servicio de agua potable, esta empresa debe traer el recurso de agua desde diferentes sectores, uno de estos sitios es la zona de la Mica. En donde se ha realizado un embalse y donde actualmente se capta el agua para el sur de la ciudad de Quito, con el sistema la Mica - Quito Sur. La EMAAP obtuvo la concesión por parte del Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos – INERHI, para uso de las captaciones y del espejo de agua de la laguna de la Mica el 30 de diciembre de 1980.

El 13 de octubre de 1994, la EMAAP – Quito y el Banco Interamericano de Desarrollo – BID, suscriben el contrato de préstamo 823/OC-EC, cuyos recursos serán destinados entre otros a financiar la construcción del proyecto de agua potable "La Mica – Quito Sur". Dado que el Embalse y las cuencas hidrográficas se encuentran dentro de los límites y en las zonas de influencia de la REA se firmó el lunes 08 de Julio de 1996

un primer: *"Convenio de Cooperación Interinstitucional entre el Instituto Forestal de Áreas Naturales y Vida Silvestre – INEFAN y la Empresa Municipal de Agua Potable y Saneamiento de Quito – EMAAP – Quito, que autoriza y Regula la Ejecución de las Obras de la Presa La Mica, que se encuentra Dentro de la Reserva Ecológica Antisana"*.

El lunes 10 de Septiembre del 2001, se firma el: *"Convenio Complementario al Convenio de Cooperación Interinstitucional Celebrado el 8 de Julio de 1996, entre el Ex INEFAN, Actual Ministerio del Ambiente y la EMAAP-Q".* Es en este convenio acuerdan las dos partes prorrogar formalmente, la vigencia del convenio suscrito el 8 de julio de 1996, prórroga que tiene como finalidad formalizar las relaciones entre el MAE y la EMAAP – Q, en todo lo que se refiere a la ejecución total de las obras del Proyecto Mica Quito Sur, en especial aquellas relacionadas que tienen como finalidad la Mitigación de impactos ambientales dentro de la REA y el Bosque Protector Antisana.

2.3 Marco Conceptual

2.3.1 El Turismo en las áreas protegidas del Ecuador

El turismo en áreas naturales protegidas, otorga un medio privilegiado para sensibilizar al gran público sobre el respeto al ecosistema natural. Además en libros especializados de ecoturismo se menciona que: "*El ecoturismo se ha vuelto una actividad económica importante en áreas naturales de todo el mundo. Proporciona oportunidades para que los visitantes experimenten las poderosas manifestaciones de la naturaleza y la cultura y aprendan acerca de la importancia de la conservación de la biodiversidad…"* Drumm, A., & Moore, A., (2002).

El ecoturismo además de ser una actividad que genera beneficios para la conservación, la industria del turismo y las comunidades locales. En la actualidad, también constituye una amenaza a la conservación de los mismos sitios generadores de estos beneficios. Esta amenaza se debe principalmente a la falta de capacidad de manejo turístico dentro de las áreas protegidas, cuya falta de capacidad se deba a falta de personal y presupuesto en las áreas protegidas.

En ámbito nacional, una de las políticas establecidas en el Plan Estratégico del Sistema Nacional de Áreas Protegidas 2007 – 2016 es la No. 7 la cual define: *"El turismo, como instrumento de gestión que contribuye a la conservación del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas, se desarrollará con apego a los planes de manejo, en el marco de evaluaciones de impacto y con la participación de poblaciones locales en la operación de sus actividades y en la distribución de sus beneficios."* (MAE, 2007).

Según el Ministerio de Turismo del Ecuador, los atractivos promocionan información importante para el desarrollo del turismo, su tecnificación, evaluación y zonificación.

2.3.2 El Turismo en la Reserva Ecológica Antisana

Un estudio realizado por la Fundación Antisana – FUNAN, dentro del Programa Parques en Peligro realizado para la cuenca alta del río Antisana indica:

"En el área de estudio, además de las características socioculturales, destacan varios elementos naturales del paisaje que pueden sustentar el desarrollo de actividades turísticas y de recreación. El paisaje está dominado por el páramo de pajonal, en el que

se intercalan una serie de elementos geomorfológicos como farallones, flujos de lava y quebradas profundas, propios de las montañas del Ecuador" (FUNAN, 2005).

El principal recurso turístico que se encuentra más próximo a la zona de estudio es la Laguna de la Mica, cuya información levantada se encuentra dentro del Inventario de Atractivos Turísticos del Ministerio de Turismo del Ecuador - MINTUR, y a su vez también se encuentra dentro del inventario de la Corporación Metropolitana de Turismo, realizado este último en el año 2006, véase Anexo B. Allí quizá falta rectificar la información, que el recurso turístico de la Laguna de la Mica, se encuentra en la provincia de Napo, cantón Archidona, parroquia de Cotundo. Esta laguna como ya se mencionó anteriormente fue convertida en embalse, es famosa por las truchas de gran tamaño, esta se sitúa a los 3900 metros sobre el nivel del mar. Las áreas circundantes a la laguna, se caracterizan por páramo de pajonal y herbáceo. Existe la presencia de cóndores, bandurrias, ligles, gaviotas de páramo, curiquinques, conejos, lobos de páramo y venados. Las actividades permitidas son: fotografía, caminatas, pesca deportiva, observación del paisaje, educación ambiental. Tal como se mostró en el Planteamiento del problema, en donde se mostró dos hechos que provocaron el incremento de la visitación, este incremento se aprecia de una mejor manera en la tabla No 1:

Tabla 1. Visitación a la Reserva Ecológica Antisana, periodo 2006 – 2013

Año	Visitantes Nacionales	Visitantes Extranjeros	TOTAL	Tasa de Crecimiento (%)
2006	987	128	1.115	
2007	653	175	828	-25,74
2008	724	204	928	12,08
2009	1.086	189	1.275	37,39
2010	813	76	889	-30,27
2011	11.256	2.606	13.862	1459,28
2012	33.681	3.013	36.694	164,71
2013	31.632	2.408	34.040	-7,23
TOTAL	80.832	8.799	89.631	
%	90.18	9.82	100,00	

Fuente: Ministerio del Ambiente – MAE - Reserva Ecológica Antisana, (2014).

En la figura No 1 se aprecia gráficamente la interpretación del ingreso de Visitantes a la REA durante el Periodo 2006 – 2013, allí se puede notar claramente el incremento de visitantes a partir del año 2011:

Figura. 1 Ingreso de Visitantes a la REA Periodo 2006 - 2013

Fuente: basado en MAE – REA, (2014).

En la tabla No 2 se presentan los atractivos turísticos más relevantes dentro de la zona de influencia de la zona de estudio, enmarcados dentro del Inventario de Atractivos Turísticos del Ministerio de Turismo:

Tabla 2. Inventario de Atractivos Turísticos cercanos a la zona de estudio

Nombre del Atractivo	Categoría	Tipo / Subtipo	Descripción	Actividades Turísticas Actuales
Casa de Humboldt	Museos y Manifestaciones Culturales	Lugares Históricos	Sitio donde estuvo alojado el científico alemán Alexander Von Humboldt	Solo se pueden tomar fotos de la casa donde se alojó.
Concurso de Lazo	Acontecimientos Programados	Artísticos / Concursos	Parte de una celebración religiosa, donde llegan chagras de la parroquia de Pintag y aledaños, para demostrar destreza con el ganado.	Observación de las Manifestaciones Culturales
Flujo de Lava	Sitios Naturales	Fenómenos Geológicos /	Flujo de lava en forma alargada con 32 km de distancia	Caminatas, Observación de Flora y

Tabla 2. Inventario de Atractivos Turísticos cercanos a la zona de estudio

Nombre del Atractivo	Categoría	Tipo / Subtipo	Descripción	Actividades Turísticas Actuales
		Flujos de Lava		Fauna,
Laguna de la Mica o Micacocha	Sitios Naturales	Lagos y Lagunas / Laguna	Laguna de origen volcánico y glaciárico de actuación simultánea. Laguna se encuentra sobre terreno plano, le rodean estructuras volcánicas antiguas, representadas por elevaciones como Micaloma al norte.	Turismo de Naturaleza Pesca Deportiva, Caminatas, Turismo de Naturaleza, Fotografías, Observación de Flora y Fauna.
Laguna de Parcacocha	Sitios Naturales	Lagos y Lagunas / Laguna	Laguna de forma ovalada, vegetación de páramo.	Observación de Flora y Fauna.
Lagunas de Secas (Laguna de Media Luna)	Sitios Naturales	Lagos y Lagunas / Laguna	Laguna de origen volcánico, producto de erupciones secundarias del volcán Antisana.	Centro Recreacional, Pesca Deportiva, Caminatas.
Laguna de Tipo Pugro	Sitios Naturales	Lagos y Lagunas / Laguna	Laguna de forma alargada, observación de árboles y arbustos alrededor de la laguna.	Pesca deportiva, caminatas, Cabalgatas deportivas.
Páramo Yeguapamba	Sitios Naturales	Lagos y Lagunas / Laguna	Remanentes de Bosque Andino, mirador del Antisana, Sincholahua, Pasochoa	Recreación al Aire Libre, Caminatas, Cabalgatas, Observación de Flora y Fauna, Pesca Deportiva y Turismo de naturaleza.
Peñón del Isco	Sitios Naturales	Montañas / Peñón	Observación de grandes manchas blancas que demuestran presencia de cóndores.	Cabalgatas alrededor del peñón, es un sitio de paso para ir a la laguna de la Mica.
Reserva Ecológica Antisana	Sitios Naturales	Sistema Nacional de Áreas Protegidas/ Reserva Ecológica	Zona de páramo con extensos pajonales, sitio de provisión de agua para la ciudad de Quito.	Turismo de Naturaleza
Santuario de Cóndores	Sitios Naturales	Sistema de Áreas Protegidas Municipales/ Santuario de Vida Silvestre	Sitio de protección de cóndores residentes en Antisanilla, núcleo de la población de cóndores en el Ecuador.	Turismo de Naturaleza, Observación de aves.
Vertientes de Aguas Calientes	Sitios Naturales	Lagos y Lagunas/ Vertiente	Vertiente de agua caliente de forma ovalada, rodeada por una mina de mármol.	Ningún tipo de actividad turística.
Volcán Antisana	Sitios Naturales	Montañas/ Volcanes	Es el cuarto volcán más alto del Ecuador, sitio natural de observación de flora y fauna de páramo.	Para ascender al volcán se necesita el permiso del jefe de área e ir con un guía de montaña por cada dos personas.

Fuente:
*Ministerio de Turismo, Inventario de Atractivos Turísticos
*Quito Turismo - Corporación Metropolitana de Turismo, Fichas de Recursos Turísticos, (2007).

2.3.3 Capacidad de Carga

La Capacidad de Carga Turística es un concepto muy utilizado en el campo de la ecología. Proviene de la palabra sugiere, la posibilidad de contener un determinado espacio. Desde hace algunas décadas, los investigadores han ido utilizando este término para referirse al número máximo de turistas que puede albergar un área de destino (O'Reilly, 1991). No obstante este término, resulta más complejo de lo que en un principio se podría pensar, puesto que plantea numerosas controversias, tanto en su definición como en la aplicación.

Una de las definiciones ampliamente aceptadas es la sugerida por (Mathieson & Wall, 1986): El número máximo de visitantes que puede usar un espacio sin una alteración inaceptable del medio físico y sin una disminución en la calidad de la experiencia conseguida por los visitantes.

La Capacidad de Carga Turística se fundamenta en un análisis técnico – científico que busca equilibrar la capacidad física de un centro turístico, en contraste de factores limitantes que actúan sobre el mismo (sean estos factores físicos, ambientales, sociales y biológicos) para encontrar el número óptimo de visitantes que podrían usar un mismo espacio en un día. Se han utilizado las experiencias de Cifuentes et al (1999 y 2000).

Para determinar la Capacidad de Carga Turística se debe considerar cuatro pasos: 1. Establecer la Capacidad de Carga Física (CCF); 2. Calcular la Capacidad de Carga Real (CCR); 3. Establecer la Capacidad de Manejo de la empresa u organización encargada de la administración; y 4. Establecer la Capacidad de Carga Efectiva (CCE). Esta metodología se encuentra detallada en el capítulo III de esta investigación.

2.3.4 Degradación del Suelo

La degradación del suelo es la temporal o permanente la reducción de la capacidad productiva de la tierra (FAO, 1994). Así pues, cubre las diversas formas de degradación del suelo, los impactos humanos adversos sobre los recursos hídricos, la deforestación, y la reducción de la capacidad productiva de las tierras de pastoreo.

2.3.4.1 Tipos de Degradación del Suelo

Entre los tipos de degradación del suelo, existen seis clases de erosión (FAO, 1994): erosión hídrica, erosión eólica, disminución de la fertilidad del suelo, salinización, anegamiento, y descenso de la capa freática.

La erosión hídrica cubre todas las formas de erosión del suelo por el agua, incluyendo la erosión laminar y en surcos y cárcavas. Intensificación inducida por el hombre de deslizamientos, causados por la depuración de la vegetación, construcción de carreteras, entre otros;

La erosión eólica se refiere a la pérdida de suelo por el viento;

Disminución de la fertilidad del suelo se utiliza como un corto término para referirse a lo que se describe con mayor precisión como el deterioro en físicas, químicas y biológicas. Mientras disminución de la fertilidad es de hecho un efecto importante de la erosión, el término se utiliza aquí de los efectos de la cubierta de procesos distintos de la erosión. Los principales procesos que intervienen son:

Disminución de la Materia orgánica del suelo, con la consiguiente reducción de la actividad biológica del suelo;

Degradación de las propiedades físicas del suelo, (estructura, aireación, capacidad de retención de agua), como provocada por la reducción maestro orgánica;

Cambios adversos en los recursos de nutrientes del suelo, incluida la reducción en la disponibilidad de los principales nutrientes (nitrógeno, fósforo, potasio), el inicio de las deficiencias de micronutrientes, y el desarrollo de los desequilibrios de nutrientes.

Acumulación de toxicidades, principalmente la acidificación a través del uso de fertilizantes incorrecta.

El anegamiento es la disminución de la productividad de la tierra a través de la subida de las aguas subterráneas cerca de la superficie del suelo. También se incluyen en este epígrafe es la forma grave, encharcamiento llamado, donde la capa freática se eleva por encima de la superficie. El anegamiento se vincula con la salinización, tanto siendo provocada por la gestión del riego incorrecto.

La salinización se utiliza en su sentido más amplio, para referirse a todos los tipos de degradación del suelo provocadas por el aumento de sales en el suelo. Así pues, cubre tanto la salinización en su sentido más estricto, la acumulación de sales libres; y la codificación (también llamado alcalinización), el desarrollo de la dominación del complejo de intercambio por sodio. Como los procesos inducidos por el hombre, esto ocurre principalmente a través de la planificación y gestión de los sistemas de riego incorrecto. También se cubre es la intrusión salina, la incursión de agua de mar en los suelos costeros derivados de la extracción excesiva de agua subterránea.

La reducción del nivel freático es una forma de auto-explicativo de la degradación del suelo, provocada a través de bombeo de pozo tubular de agua

subterránea para el riego superior a la capacidad de recarga natural. Esto ocurre en las zonas de no-solución salina ("dulce") de las aguas subterráneas. Bombeo para uso urbano e industrial es una causa más.

2.3.5 Características Químicas de nutrientes del Suelo

La fertilidad es la calidad que posee el suelo para proporcionar los nutrientes necesarios para el desarrollo normal y productivo de las plantas (FAO, 2014), entre las propiedades químicas que se van a analizar son:

Potencial de Hidrógeno (pH).- También se lo conoce como el estado de acidez del suelo. Las reacciones entre acidez y alcalinidad tienen gran influencia en la productividad de los cultivos.

El pH del suelo tiene una influencia decisiva en la disponibilidad de nutrientes para las plantas. En este sentido el pH determina la eficiencia con la que las plantas pueden usar los nutrientes. La mayoría de los suelos muestran un pH entre 4 y 8. Sin embargo una acidez marcada es un síntoma de deficiencia de nutrientes, ya que las partículas retienen más constituyentes ácidos que elementos nutritivos.

Materia Orgánica (M.O.).- La Materia Orgánica es una de las fuentes más importantes para la calidad y la fertilidad del suelo. Altos contenidos de materia orgánica favorecen a: infiltración y almacenamiento de agua, resistencia contra la erosión, incremento de la capacidad de intercambio catiónico, incremento de contenidos de N, S, P y otros nutrientes para las plantas, reserva de nutrientes que se liberan paulatinamente por actividades microbiológicas (proceso de mineralización),

disminución de la toxicidad de elementos desfavorables como el aluminio intercambiable.

Humedad.- La humedad del suelo es primordial para resolver problemas vinculados a necesidades de agua de riego, consideraciones ambientales y determinación de los excedentes híbridos (Reyna, et al, 2010).

Compactación del Suelo.- Es el proceso artificial por el cual las partículas de suelo son obligadas a estar más en contacto unas con otras mediante una reducción del índice de vacíos. Este proceso reduce la penetración del agua, apoyando a la escorrentía y a la degradación del suelo.

2.4 Estado de Arte

2.4.1 Estado de arte del Turismo, la Capacidad de Carga Turística y la planificación en Áreas Protegidas

Desde épocas remotas, el turismo ha generado una presión hacia los recursos naturales y culturales, muchos de los cuales están dentro de las áreas protegidas.

Las áreas protegidas en Latinoamérica cubren un alto porcentaje de ecosistemas presentes e importantes y contienen una gran cantidad de recursos naturales que por sus condiciones biológicas y de diversidad deben ser conservados. Según (Carrillo, et al., 1997) la presencia humana afecta la distribución geográfica de la especie variando sus patrones de distribución y obligando a cambiar de hábitos a la especie, debido a este factor biológico es necesario poder contar con una identificación de posibles especies de fauna existentes en la zona de estudio.

La capacidad de carga no ha sido un término nuevo, el mismo ha sido conocido dentro de la temática de dinámica poblacional, la cual está definida como: “capacidad de un sistema para soportar una población de un tamaño determinado de plantas y animales en base de espacio, nutrientes, luz, alimentos y abrigo” (Reck, 1992). También en el campo de la recreación, la primera definición de capacidad de carga turística fue enunciada por (Summer, 1942), citado por Hendee, et al., (1990) como “la máxima cantidad de uso recreativo que un área silvestre puede recibir, siendo consistente con su preservación a largo plazo”.

Varias metodologías para la determinación de la capacidad de carga turística en áreas naturales se han elaborado, entre los primeros intentos está un informe técnico elaborado por el Departamento de Agricultura y Servicio Forestal de los Estados Unidos de Norteamérica como Espectro de Oportunidades Recreacionales o en Ingles “The Recreation oportunity Spectrum: A Framework for Planning, Management and Research”. (USDA, 1979), otros estudios a nivel internacional hablan de indicadores de impactos ambientales, los cuales han sido probados con el fin de definir acciones de manejo para tender que las condiciones del área natural se mantengan por debajo de esos límites (Stankey, *et al.,* 1985), VERP en Inglés “Visitor Experience Resource Protection” o en Español “Protección del Recurso y de la Experiencia del Visitante” (Hof, M., & Lime, D., 1997) han representado un avance para las áreas protegidas, ya que en esta metodología se establece un espectro o rango de condiciones biofísicas y sociales deseadas con el propósito de definir zonas de manejo potenciales, a su vez este tipo de metodología fue desarrollada por parte del Servicio Nacional de Parques de los Estados Unidos o USNPS bajo condiciones del esquema de áreas protegidas

norteamericanas con la intención de evaluar un esquema de medición de capacidad de carga y a la vez medir los grados de satisfacción del visitante.

En el Ecuador se empezó a hablar de planificación en el manejo de áreas protegidas ya desde la época de 1974, año en el cual se publicó el primer plan de manejo del Parque Nacional Galápagos, institución que ha llevado la batuta frente a las demás áreas protegidas del Ecuador, esto se debe a diferentes factores pero principalmente por su relevancia histórica desde los estudios de Charles Darwin. En estas islas ya se empezó aplicar por primera vez estudios de capacidad de carga desde el año de 1984 a partir del Segundo Plan de Manejo del Parque Nacional Galápagos (Cifuentes, 1984), y posteriormente (Cifuentes, 1992). Desde ahí se han realizado varios estudios en varias áreas protegidas latinoamericanas, como es el caso de la revisión del Plan de Manejo del PNG de 1995-96 (Amador et al., 1996), entre otros.

Otros estudios sobre manejo de visitantes también se han realizado a nivel nacional como son los elaborados por ECOLAP para el Ministerio del Ambiente en dos áreas protegidas a nivel continental Machalilla y Cotacachi Cayapas (zona de Cuicocha), cuyo resultado ha sido presentado como un SIMAVIS o también denominado Sistema de Manejo de Visitantes el cual resulta ser un modelo híbrido de manejo, sistema que toma varias de las metodologías citadas en el párrafo anterior (MAE, 2009).

Por ultimo en el Parque Nacional Cajas también se ha desarrollado, un esquema de manejo de visitantes, el cual establece para cada sitio de visita, rutas y senderos un límite de capacidad de visitantes, es un estudio completo que trata de evaluar la capacidad de carga física, la capacidad de carga real en donde habla de varios factores como erodabilidad, accesibilidad, anegamiento, flora, precipitación, heliofanía, fauna, la

capacidad de manejo y la efectiva (Cárdenas, et al, 2010). Sin embargo todas estas metodologías siendo adaptaciones a la metodología de Cifuentes, no son indicadas para la zona de páramo, del norte del Ecuador teniéndose que adaptar otros factores propios de esta zona que debían ser incluidos en el Cálculo de Capacidad de carga, los cuáles serán debidamente justificados en la parte metodológica.

Sin embargo según Huaraca, (2008) la medición de los impactos por el uso turístico en áreas naturales, no debe basarse exclusivamente a un valor específico, sino a la gama de procedimientos, que conlleven a los administradores de las áreas protegidas a poder tomar decisiones y medir resultados.

Capítulo 3

Metodología de la Investigación

La presente investigación ha sido clasificada en tres tipos de investigación: la primera investigación denominada descriptiva, que tiene como finalidad reseñar rasgos, cualidades, atributos del objeto de estudio; la segunda investigación denominada explicativa, cuyo centro es dar razones del porque se dan los fenómenos en este caso del área de estudio; y la tercera investigación denominada experimental es la que se aplica para conocer y analizar los efectos producidos por la acción antropogénica de las zonas de uso turísticos de la ZAREA.

Entre las técnicas de investigación que se han utilizado se mencionan las siguientes: la primera técnica es la investigación de campo, ya que se tuvo que trasladar varias veces al sitio de investigación o área de estudio para recoger información, tomar muestras de suelo, realizar entrevistas, observaciones, encuestas, entre otros; y la segunda técnica es la investigación bibliográfica, ya que por medio de esta técnica se obtuvo información bibliográfica y de otros documentos en general con el propósito de sistematizar la información concerniente a nuestro tema y área de estudio.

Entre las fuentes de investigación se utilizaron fuentes primarias y secundarias.

Esta investigación está dirigida al cumplimiento de los objetivos planteados, por tal razón la realización de los objetivos planteados se han utilizado algunas técnicas de Investigación.

La información de campo y el procesamiento de datos se recolectaron entre abril del 2013 y septiembre del 2014. El estudio abracó tres zonas de recreación que se

encuentran en la zona alta de la Reserva Ecológica Antisana – ZAREA, conocidas como senderos Micaloma, Patourco y Gallaretas.

3.1 Criterios Metodológicos en el proceso investigativo

Para el desarrollo de la presente investigación se utilizarán algunos criterios metodológicos entre los cuáles se mencionan los siguientes:

- Planificación del estudio;
- Recopilación, revisión y sistematización de la información existente (fuentes secundarias para considerar aspectos relacionados con la conservación de las áreas naturales protegidas, especialmente del Patrimonio de Áreas Naturales del Estado - PANE y la biodiversidad en el Ecuador; el ecoturismo como fuente generadora de recursos económicos y como actividad compatible con los objetivos de conservación de la REA, la elaboración y aplicación de Planes de Desarrollo Turístico para Áreas Naturales, el Plan de Manejo de la Reserva Ecológica Antisana, entre otros);
- Levantamiento y muestreo en campo de los componentes ambientales de cobertura vegetal y tipo de suelo mediante el uso de la investigación descriptiva, para los demás recursos bióticos como flora o fauna, esta investigación se basará en información existente; y,
- Determinación de índices ambientales y elaboración de matrices para monitoreo.

3.1.1 Aspectos Físicos

Recolección de Información desde fuentes secundarias como la utilización de cartas topográficas del Instituto Geográfico Militar en escala (1:50000) de la Laguna de la Mica.

Además de la utilización de Cartas Geológicas de la misma Institución en escala (1:100000) de Pintag. Utilización de Mapas temáticos georreferenciados a la zona de

estudio: Vegetación de los Andes del Ecuador, Bioclimático del Ecuador, Ecológico del Ecuador, Paisajes Naturales del Ecuador, General de Suelos del Ecuador, Isotermas del Ecuador, Isoyetas del Ecuador, Geológico Nacional de la República del Ecuador, Fertilidad de la República del Ecuador, Nacional de Suelos. Además se utilizó fotografías aéreas de la zona de estudio de los años 1956, 2000 y 2011 y mediante el uso de herramientas de análisis espacial del programa informático ArcGis, se obtendrán gráficos en base a la georreferenciación de estas fotografías aéreas, dichas imágenes otorgaran longitudes de onda, las cuales proveen de reflectividad en tanto por ciento y esto se conoce como signatura espectral, lo cual constituye una marca de identidad de los objetos. Resultando así fácil por ejemplo distinguir entre suelo y vegetación, e incluso entre diferentes tipos de suelo o diferentes tipos de vegetación, determinados estos por el número de pixeles de reflectividad y matices de color.

Para la caracterización de la zona de estudio, también esta investigación se basó en investigaciones previas como el Plan de Manejo Ambiental de la Reserva Antisana - Ministerio del Ambiente, (2002), entre otros estudios.

3.1.2 Aspectos Bióticos

Uso de Bibliografía (recolección de información, para esta variable ambiental se considerará todos los sistemas de clasificación de la vegetación para el Ecuador como son: Cañadas (1983), Harling (1979), Acosta Solís (1968) y una nueva propuesta de clasificación de la vegetación para el Ecuador Continental, Propuesta para la clasificación de los Bosques Ecuatorianos de (Sierra, 1998), encontrándose sobre la zona de estudio dos tipos de ecosistemas el Páramo verdadero (sobre los 3600 msnm) y el

Páramo superior (sobre los 4000 msnm), Investigación de Campo (diseño de unidades didácticas para la observación y caracterización de los recursos bióticos y abióticos existentes).

3.1.3 Aspectos Sociales

Uso de Técnicas Cualitativas y cuantitativas para conocer la dinámica sociocultural del área de estudio, según la metodología para la elaboración de Estudios de Alternativas de Manejo y Planes de Manejo (MAE, 2003), Bibliografía Existente, Proyectos en Desarrollo y Relaciones Institucionales. Para estos análisis se deberá utilizar información de los censos de población, Agropecuario, del Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador – SIISE, entre otros. Los aspectos que se tomaran en cuenta serán: diversidad cultural, aspectos demográficos, servicios básicos, aspectos económicos, caracterizaciones de: proyectos y programas ejecutados, en ejecución y propuestos dentro del área protegida como:

a) Recursos Turísticos.- Determinar cuáles son los recursos turísticos existentes, Jerarquización de los mismos. Recopilación de información generada por la Corporación Metropolitana de Turismo de Quito;
b) Accesibilidad.- Infraestructura Vial, Senderos Existentes, información proporcionada por parte del Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador - MTOP; y,
c) Problemática de la Zona de Estudio.- Recorridos y entrevistas a los actores (Guardaparques, Administrador del Área, Visitantes).

Generación de mapas (layer) de la información temática de la zona de uso Turístico, utilizando primeramente un GPS Garmin para la georreferenciación de los

senderos existentes en Sistema de Coordenadas WGS 84 World Geodetic System 84 (Sistema de Coordenadas Mundial a partir de 3 unidades, Geodesia, Cartografía y Navegación), posee un rango de error menor a 2 cm, sin embargo también se aumenta el rango de error por el uso del navegador (+- 3 m) el cual no es un navegador de alta precisión. Posteriormente estos datos serán llevados a un software de información geográfica el cual ayudará a la elaboración de mapas de la zona de estudio.

3.2 Metodología para el Cálculo de Capacidad de Carga Turística - CCT

Para la determinación de la Capacidad de Carga Turística de la zona de estudio se han tomado en cuenta metodologías que consideren aspectos para la sostenibilidad de los recursos naturales del área de estudio como la satisfacción del visitante. Según estudios realizados "La capacidad de carga es relativa y dinámica, porque depende de variables que según las circunstancias pueden cambiar. Esto obliga a revisiones periódicas en coordinación con el monitoreo de los sitios, como parte de un proceso secuencial y permanente de planificación investigación y ajuste del manejo". (Cayot, et al, 1996).

Puesto que la capacidad de carga de un sitio de visitación depende de características particulares de cada sitio, por ejemplo: la metodología propuesta por Cifuentes (1999), así también Bajaña (1998), Cayot, et al, (1996) y una última establecida por el Instituto de Ecología Aplicada de la Universidad San Francisco de Quito –ECOLAP en donde realizan el Desarrollo del "Sistema de Manejo de Visitantes (SIMAVIS) Laguna de Cuicocha y sus sitios turísticos de influencia" Reserva Ecológica Cotacachi – Cayapas. Según estas metodologías establecen por medio de parámetros

físicos, ambientales, sociales y ecológicos la cantidad de personas que pueden permanecer dentro de un área sin deteriorar los recursos existentes y sin afectar la calidad de la visita.

Así mismo la Capacidad de Carga Turística se fundamenta en un análisis técnico – científico que busca equilibrar la capacidad física de un centro turístico o un área natural, en contraste de los factores limitantes que actúan sobre el mismo (factores físicos, ambientales, sociales y biológicos), para encontrar el número óptimo de visitantes que podrían usar un mismo espacio en un día. Se han utilizado principalmente las experiencias de Cifuentes et al (2000 y 1999), para desarrollar una metodología propia que se acople a la realidad administrativa, social y ambiental de la Reserva Ecológica Antisana. Y también como principal ejemplo esta la experiencia del Parque Nacional El Cajas, que es un área de páramo en el Ecuador, establecida por (Cárdenas, I., Mejía, D., Macancela, R., Vasco, S., & Astudillo, P., 2010).

Existen algunos requisitos o principios que se deben tomar en cuenta para la determinación de capacidad de carga turística y monitoreo de impactos del turismo entre los cuáles se mencionan (Cifuentes, 1999):

- La labor de monitoreo, requiere de personal existente del área protegida, con cierto nivel de preparación académica;
- Identificación de criterios e indicadores de evaluación que permitirán monitorear los recursos existentes (los registros deberán ser cuantitativos, los cuales permitan evaluar el comportamiento histórico de las variables en estudio);
- El monitoreo, requiere como condición primaria, el diagnóstico de la situación actual del área de estudio, es decir de una lista de los recursos a monitorear;

- El monitoreo debe realizarse periódicamente y los registros deberán hacerse, en lo posible, ante condiciones similares que garanticen la veracidad de la comparación;
- Los procedimientos para la recopilación, registro y sistematización de datos, deberán estar debidamente definidos y estandarizados (por las metodologías aplicables); y,
- Los datos producto del monitoreo deberán analizarse periódicamente y generar informes, que alimenten la toma de decisiones (El monitoreo debe ayudar al planeamiento del área).

Para la determinación de la Capacidad de Carga Turística se debe considerar cuatro pasos (Cifuentes, 1999):

a) Establecer la Capacidad de Carga Física (CCF);
b) Calcular la Capacidad de Carga Real (CCR);
c) Establecer la Capacidad de Manejo de la REA encargada de la administración; y,
d) Establecer la Capacidad de Carga Efectiva (CCE).

A diferencia de otros trabajos realizados por Cifuentes, Cárdenas y otros autores, en los cuales se concentran en verificar la compactación del suelo, entre otras variables, la metodología desarrollada en el presente estudio incluye también la modificación de la metodología de Capacidad de Carga para el factor suelo, debido a que esta metodología contempla la perdida de nutrientes en el factor suelo, incluyéndole a esta la parte de análisis de suelos, puesto que se debía contemplar cambios o variables en cuanto a la parte natural y a la parte modificada para la actividad humana, es decir en los senderos. Esta modificación se la realizará en la parte de capacidad de carga real

(paso b) con la finalidad de analizar impactos ambientales producidos por la actividad antropogénica.

3.2.1 Capacidad de Carga Física – CCF

Es el espacio físico que posee un sendero independiente y la relación entre el número de visitas que se puede hacer en dicho sitio, en un tiempo determinado tomando en cuenta los siguientes factores (Cifuentes, 1999):

- Superficie disponible;
- Espacio ocupado por persona;
- Horario de visitas; y,
- Tiempo necesario por visita.

Se la expresa a través de la ecuación No. 1:

$$CCF = \frac{LT}{\mathrm{SP}} * NV \qquad [\,1\,]$$

Dónde:

LT = Longitud total del sendero

SP = Superficie utilizada por una persona para moverse libremente. Se considera como espacio suficiente 1 m^2 para que una persona se mueva libremente, esto un sendero se traduce a 1 m lineal (Cifuentes, 1999).

NV = Número de veces que el sitio puede ser visitado por una persona en un día.

El número de veces que una persona puede visitar un mismo sitio está determinado a través de la ecuación No. 2:

$$NV = \frac{HV}{\mathrm{TV}} \qquad [\,2\,]$$

Dónde:

HV = Número de horas de atención que el AP abre sus puertas a los visitantes.

TV = Tiempo necesario para visitar o recorrer un sendero promedio.

3.2.2 Capacidad de Carga Real – CCR

Para calcular la capacidad de carga real, es necesario calcular la Capacidad de Carga Física, sometiendo los datos de la CCF a los diferentes factores que actúan como limitantes para el desarrollo de la actividad turística (Factores de Corrección), estos factores son determinados por la ecuación No.3:

$$CCR = \mathrm{CCF} * FC_1 * FC_2 * FC_3 \ldots\ldots\ldots \qquad [\,3\,]$$

Dónde:

CCF = Capacidad de Carga Física

FC = Factor de Corrección

Los factores de corrección (FC) son tantos como factores limitantes se identifiquen para el normal desarrollo de la actividad turística en un lugar, sendero. Un factor de corrección se calcula considerando la magnitud de la variable limitante dividida para el total de la variable limitante menos uno (1), determinado en la ecuación No. 4:

$$FC = 1 - \frac{\mathrm{Ml}}{\mathrm{Mt}} \qquad [\,4\,]$$

Dónde:

FC = Factor de corrección

Ml = Magnitud limitante

Mt = Magnitud total

Los factores de corrección se analizarán en el punto 3.3.

3.2.3 Capacidad de Manejo – CM

En la medición de la capacidad de manejo (CM), intervienen variables como respaldo jurídico, políticas, equipamiento, dotación de personal, financiamiento, infraestructura y facilidades o instalaciones disponibles (Cifuentes, 1992).

La capacidad de manejo óptima es definida como el mejor estado o condiciones que la administración de un área protegida debe tener para desarrollar sus actividades y alcanzar sus objetivos. La capacidad de manejo se la obtiene generando una matriz que analiza cada uno de los diferentes aspectos que influyen en la parte operativa del sendero, contra los que deberían existir para mantener un control eficiente de los visitantes, asegurando su seguridad y disfrute (Cifuentes, 1999).

Cada variable fue valorada con respecto a cuatro criterios: cantidad, estado; localización y funcionalidad. La categoría personal sólo se calificó teniendo en cuenta el criterio de cantidad, debido a que el conocimiento y el tiempo para una evaluación del personal fueron insuficientes. Para establecer una estimación más objetiva de la CM fue importante uniformar el mecanismo de calificación para todas las variables. Los criterios utilizados fueron (Cifuentes, 1999):

Cantidad: relación porcentual entre la cantidad existente y la cantidad óptima, a juicio de la administración del área protegida y del autor del presente estudio.

Estado: se entiende por las condiciones de conservación y uso de cada componente, como su mantenimiento, limpieza y seguridad, permitiendo el uso adecuado y seguro de la instalación, facilidad o equipo.

Localización: se entiende como la ubicación y distribución espacial apropiada de los componentes en el área, así como la facilidad de acceso a los mismos.

Funcionalidad: este criterio es el resultado de una combinación de los dos anteriores (estado y localización), es decir, la utilidad práctica que determinado componente tiene tanto para el personal como para los visitantes.

Para mantener la objetividad en el análisis se estableció la tabla No. 3 donde se determinaron los rangos de calificación a las diferentes coberturas en los servicios:

Tabla 3. Parámetros de calificación para ponderar la capacidad de manejo

% Valor	Ponderación	Calificación
≤ 35	0	Insatisfactorio
36-50	1	Poco Satisfactorio
51-75	2	Medianamente Satisfactorio
76-89	3	Satisfactorio
≥90	4	Muy Satisfactorio

Fuente: Cifuentes, M., (1992). Método de Carga Turística.

La Capacidad de Manejo, se calcula a partir de las siguientes variables:

- Infraestructura existente en la zona de estudio;
- Equipamiento existente en la zona de estudio;
- Personal que labora en la zona de estudio; y,
- Financiamiento de la zona de estudio.

Cada componente se calificó bajo los cuatro criterios (cantidad, estado, localización y funcionalidad), excepto los componentes de la variable personal que sólo se calificó según su cantidad.

Para los cálculos se obtuvo el total de las calificaciones de cada componente. Este total se lo comparó al óptimo (valor máximo alcanzable si cada criterio hubiera sido calificado con la máxima calificación de 4), y el resultado se lo tomó como un factor. El promedio de todos los factores constituye el factor de la variable. Finalmente, la

capacidad de manejo se establece a partir del promedio de los factores de las tres variables, expresado en porcentaje, en la ecuación No. 5:

$$CM = \frac{\text{Infr+Eq+Pers.}}{3} * 100 \qquad [\,5\,]$$

Dónde:

CM = Capacidad de Manejo

Infr = Infraestructura

Eq = Equipamiento Existente

Pers = Personal que labora en la zona de estudio

3.2.4 Capacidad de Carga Efectiva – CCE

Es el límite máximo de visitas que se pueden permitir dentro de un área, tomando en cuenta la capacidad para ordenarlas y manejarlas, sin que ello interfiera con los objetivos de manejo de la zona de estudio.

Se la obtiene a partir de la ecuación No.6:

$$CCE = \text{CCR} * \text{CM} \qquad [\,6\,]$$

Dónde:

CCR = Capacidad de Carga Real

CM = Capacidad de Manejo

3.3 Factores de Corrección

3.3.1 Factor Social (Fcs) (periodos de tiempo, número de personas por grupo)

Este factor analiza al tipo de visitantes, de los cuales se debe identificar el factor que restringe su ingreso. Para llegar a la comprensión de este factor se deben realizar algunas consideraciones que coadyuve a normalizar el flujo de visitantes en la ZAREA.

Además para conocer el tipo de turista que visita la reserva, se debe elaborar un perfil y características del turista y/o visitante de la zona de estudio, en donde se establecen algunas variables como la edad de los visitantes, porcentajes de género, nivel de educación, tipos de ocupación, propósito de la visita, tipos de movilización entre turistas nacionales y extranjeros, nacionalidades de visitantes y niveles de satisfacción los mismos que servirán para ser tomados en cuenta posteriormente en la capacidad de manejo. La herramienta utilizada para la elaboración de este perfil fue una encuesta que se realizó en el año 2011 en la REA.

Primero se plantea la necesidad de manejar una visitación por grupos (Cifuentes, 1999), quien sugiere un número máximo de 10 personas para conformar un grupo. Posteriormente el espacio que ocupan las personas que visitan un sendero es el resultado de considerar que cada persona requiere 1 m^2 para moverse cómodamente (Cifuentes, 1999). Además, se debe considerar la distancia mínima que requiere entre sí cada grupo para disfrutar del recorrido, siendo calculada está en 100 m. Así se propone que el número de grupos que pueden permanecer en el mismo tiempo en un sendero se deriva de la ecuación No. 7:

$$NG = \frac{LT}{DG} \qquad [7]$$

Dónde:

NG = Número de grupos

LT = Largo total de cada uno de los senderos

DG = Distancia del sendero ocupado por el grupo, la cual es considerada, como la longitud que ocupa el grupo más la distancia que este grupo necesita de espacio con el que lo sucede (Cifuentes, 1999).

Tomando en cuenta estas consideraciones generales, se podría decir que el factor limitante para el ingreso de visitantes es el espacio requerido entre grupos, el cual es necesario para que funcione el método. Espacio sin el cual se producirían aglomeraciones e inconvenientes en el flujo de turistas.

Para el cálculo de la magnitud de turistas por día, se debe conocer cuál es el espacio (en metros), que todos los grupos ocupan en el transcurso de un día. Así, se considera el número de grupos que pueden estar presentes en el mismo tiempo en un sendero (NG), por el número de personas que lo conforman (10 personas). Relación expresada en la ecuación No. 8:

$$\mathrm{LTG} = NG \ * \mathrm{LTG} \qquad [\ 8\ ]$$

Dónde:

LTG = Longitud total en metros ocupados por los grupos en un día

NG = Número de Grupos

NPG = Número de personas por grupo

Al conocer el espacio probable que ocupan los grupos en un día dentro de un sendero, el siguiente paso es saber cuál es el espacio libre, del cual no se puede usar. Para esto se utiliza la ecuación No. 9:

$$\mathrm{EL} = LT - LTG \qquad [\ 9\ ]$$

Dónde:

EL = Espacio limitante

LT = Longitud total del sendero

LTG = Longitud total en metros ocupados por los grupos en un día

Al determinar la magnitud del factor limitante (espacio no ocupado por los visitantes en un día), esta se divide para la magnitud total (espacio total disponible) menos uno (1). Esto determina el factor de corrección social. Tal como se encuentra expresada en la ecuación No. 10:

$$\mathrm{FCSoc} = 1 - \frac{Ml}{Mt} \qquad [\ 10\ ]$$

Dónde:

FCSoc = Factor de Corrección Social

Ml = Magnitud Limitante – Espacio limitante (espacio no ocupado por los visitantes en un día)

Mt = Magnitud total – Largo total del sendero.

3.3.2 Factores físicos y ambientales

Existen varios factores externos que actúan de manera directa sobre la capacidad que tiene un sendero de soportar una determinada cantidad de personas. Los factores físicos que ejercen presión son: pendiente, anegamiento, deterioro vegetal, mientras que los factores ambientales estarían constituidos por la precipitación y la heliofanía.

El significado de los factores antes mencionados se los indica a continuación:

- **Pendiente.-** Es el grado de inclinación que tiene una superficie. Se estima que 45º de pendiente equivalen al 100% de inclinación, considerando que cada 100 metros en horizontal se recorren 100 metros en altura (FAO, 2003).
- **Anegamiento.-** Consiste en la presencia en exceso de agua en el suelo (Pardos, 2004). Su presencia incrementa la capacidad de erosión del suelo a la par de ser un limitante para el normal recorrido de los visitantes.

- **Deterioro de Flora.-** Es la porción del camino cubierta con vegetación que es afectada por el tránsito de los visitantes.
- **Precipitación.-** Se considera a la presencia de lluvia que para la mayor parte de visitantes constituye un limitante, puesto que no pueden hacer el recorrido de los senderos y/o rutas.
- **Heliofanía.-** Antes conocido como Insolación o Brillo Solar, se define como la cantidad de horas con incidencia solar directa, la cual resta la capacidad de los turistas de movilizarse con normalidad.

3.3.2.1 Pendiente

Cada uno de los senderos fueron trazados con un GPS Garmin eTrex Legend HCx, el cual generó información específica como altura, coordenadas UTM, distancia entre puntos recorridos y velocidad del movimiento. Además también mediante el uso de Sistemas de información geográfica se realizó la capa de pendientes. Sin embargo fue necesario para calcular el valor de la pendiente utilizar la ecuación No. 11:

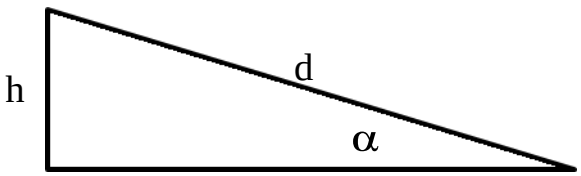
$$\alpha = Sen^{-1} - \frac{h}{d} \qquad [\ 11\ ]$$

Dónde:

α = ángulo desconocido

h = diferencia de alturas entre puntos

d = distancia recorrida



Luego de obtener el ángulo de pendiente se aplicó la relación que 45º de pendiente son iguales al 100% (FAO, 2003) de inclinación, así como se encuentra expresada en la ecuación No 12:

$$\text{Pen\%} = \frac{\alpha * 100}{45} \qquad [\ 12\ ]$$

Dónde:

Pend% = Porcentaje relativo

α = Ángulo de pendiente

Usando estos criterios se obtuvo una tabla de pendientes para cada uno de los senderos. Posteriormente se procedió a cuantificar la cantidad en metros del sendero que posee una pendiente media y alta, usando la tabla No. 4 para clasificarlos:

Tabla 4. Clasificación de pendientes

Pendiente	Categoría
< 10 %	Baja
10 % - 20 %	Media
> 20 %	Alta

Fuente: FAO, (2003).

3.3.2.2 Factor de Erodabilidad

La pendiente por sí sola no es un factor limitante más su incidencia en el suelo genera fenómenos de erosión que son magnificados por el tránsito de visitantes.

Para determinar este factor se calculó la longitud dentro del sendero que posea un porcentaje de pendiente medio y alto (Tabla No. 4), a cada uno de estos parámetros se los multiplico por un factor de ponderación, cuya función es proporcionar un valor que influya de manera específica a cada categoría de inclinación.

Los factores de ponderación que se usaron para cada categoría de pendiente se basaron en la premisa que “1” genera el mismo resultado coincidiendo con una categoría de pendiente baja. Así se usó 0,4 como factor de ponderación para la categoría de pendiente media y 0,7 para el alto.

El factor limitante, la erodabilidad, respondería entonces a la ecuación No. 13:

$$\text{FCEro} = 1 - \frac{(pm * fp_1) + (pa * fp_2)}{LT} \qquad [\ 13\ ]$$

Dónde:

FCEro = Factor de Erodabilidad

pm = Longitud total del sendero con pendiente media

fp_1 = Factor de ponderación para la categoría de pendiente media

pa = Longitud total del sendero con pendiente alta

fp_2 = Factor de ponderación para la categoría de pendiente alta

LT = Longitud total del sendero

Para otros senderos se considerará los parámetros expuestos en la tabla 4, aplicándolos de acuerdo al tipo de suelo de cada sendero y al porcentaje de pendiente, en base a esto se establece unos parámetros de ponderación del grado de erodabilidad establecidos en la tabla No. 5:

Tabla 5. Parámetros para ponderar el grado de erodabilidad en los senderos

Pendiente Suelos	**< 10%**	**10% - 20 %**	**>20 %**
Grava o arena	Bajo	Medio	Alto
Limo	Bajo	Alto	Alto
Arcilla	Bajo	Medio	Alto

Fuente: Cifuentes, M., (1992). Método de Carga Turística.

3.3.2.3 Factor de Accesibilidad

Otro limitante donde se expresa la pendiente es la accesibilidad, definida como la dificultad de desplazamiento que los visitantes podrían tener debido a la inclinación del terreno.

Para cuantificar el factor de accesibilidad se procedió a calcular la longitud del sendero que posea una pendiente media y alta (Tabla No. 6). A este resultado se lo multiplicó por un factor de ponderación.

Tabla 6. Parámetros para ponderar el grado de dificultad en los senderos

Pendiente	**< 10%**	**10% - 20 %**	***>20 %***
Grado de Dificultad	Ningún grado de dificultad	Media dificultad	Alta dificultad

Fuente: Cifuentes, M., (1992). Método de Carga Turística.

La diferencia que existe entre los factores de ponderación de accesibilidad y erodabilidad radica en la relación de tiempo, en la que actúa el factor limitante. Si bien es cierto que el uso de los senderos por los visitantes inciden en la erosión, esta se produce en espacios pequeños y medianos, mientras que la pendiente incide de manera inmediata como limitante en la visitación, por esto se le otorgó a los factores de ponderación de accesibilidad valores más altos.

Además vale la pena indicar, que se realizaron mapas de grados de pendiente del terreno, lo que sirve para poder cuantificar la longitud de los senderos que poseen una pendiente media y alta. Los tramos de cada sendero que poseen un grado de dificultad medio o alto, serán los únicos considerados al momento de establecer restricciones de uso. Puesto que un grado alto representa una dificultad mayor que un grado medio, un factor de ponderación de 1 para el grado medio de dificultad y 1,5 para el grado alto. La ecuación No. 14, se la utiliza para obtener el factor de corrección para la accesibilidad:

$$FCacc = 1 - \frac{(\mathrm{ma}*1{,}5)+(mm*1)}{\mathrm{mt}} \qquad [\ 14\ ]$$

Dónde:

ma = Metros del sendero con dificultad alta

mm = Metros de sendero con dificultad media

mt = Metros totales del sendero

3.3.2.4 Factor de Anegamiento

El factor de corrección por anegamiento, para que se tomen en cuenta aquellos sectores en los que el agua tiende a estancarse y el pisoteo tiende a incrementar los daños en los senderos. El Anegamiento se calculó midiendo la longitud de cada una de las zonas enlodadas a lo largo del sendero (magnitud limitante). La ecuación No. 15, se la utiliza para obtener el Factor de Corrección por Anegamiento:

$$FCane = 1 - \frac{\mathrm{ma}}{\mathrm{mt}} \qquad [\ 15\ ]$$

Dónde:

FCAne = Factor de Anegamiento

ma = Metros del sendero con problemas de anegamiento

mt = Metros totales del sendero

3.3.2.5 Factor de Deterioro de Flora

Se determinó la longitud total de metros que están o podrían ser afectados por el tránsito de los visitantes en cada sendero. Conocido este dato se aplica la ecuación No.16:

$$FCDfl = 1 - \frac{\mathrm{df}}{\mathrm{LT}} \qquad [\ 16\ ]$$

Dónde:

FCDfl = Factor de Deterioro de Flora

df = Longitud total de deterioro de flora en el sendero

LT = Longitud total del sendero

3.3.2.6 Factor de precipitación y Factor de Heliofanía

Precipitación y Horas Luz.-

Estos datos se obtuvieron directamente de las Estaciones Hidrometeorológicas cercanas a la zona de estudio principalmente de la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento de Quito - EMAPS EP ya que esta empresa cuenta con una estación en la misma zona de estudio, a su vez también se tomará en cuenta los datos de los Anuarios Meteorológicos del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI puesto que este instituto posee estaciones en zonas cercanas como son la estación Papallacta.

Factor de Precipitación.-

Para la realización de este factor, se analizaron los datos con la finalidad de determinar la cantidad de horas lluvia que recibe cada una de estas estaciones al año y, de estas horas lluvia, cuantas horas de lluvia están distribuidas dentro del horario de atención de la reserva, es decir de 7h00 a 16h00.

Conociendo las horas de lluvia por día, se procedió a obtener el factor de corrección, expresado en la ecuación No. 17:

$$FCpre = 1 - \frac{\mathrm{hd}}{\mathrm{ha}} \qquad [\ 17\ ]$$

Dónde:

FCpre = Factor de precipitación

hd = Horas de lluvia diaria que soporta la zona de estudio

ht = Total de horas de lluvia al año que recibe la zona de estudio

Factor de Heliofanía.-

Para calcular la Heliofanía o Brillo solar se procesaron los datos registrados por cada estación. Cada una de ellas, en intervalos de 30 minutos, almacena la cantidad de radiación solar que recibió en este lapso de tiempo, expresada en W/m2 (watts / metro cuadrados).

En los trópicos, el ciclo solar es de 12 horas, sin embargo, este periodo de tiempo no necesariamente es igual al de heliofanía. Schneider (1987), determinó que la radiación solar sobre los 339 W/m2 se considera como Brillo solar, Heliofanía o como un factor que pudiese limitar la actividad al aire libre.

Usando esta información y observando los registros de la EPMAPS, no se calcularon las horas, dentro del horario de atención al público. Debido a que los registros diarios de Radiación Solar media presentados desde los años 2000 al 2010, no sobrepasaban este límite (Anexo A años 2009 y 2010). Para determinar la cantidad de horas al año de heliofanía se multiplica el valor diario por 365 días.

El factor de corrección de heliofanía se calculó mediante la ecuación No. 18:

$$FCHel = 1 - \frac{\text{hsd}}{\text{hsa}} \qquad [\ 18\ ]$$

Dónde:

FCHel = Factor de Heliofanía

hsd = Horas de Heliofanía al día

hsa = Horas de Heliofanía por año

3.3.2.7 Factor de Compactación del Suelo

Para el cálculo de este factor se utilizará la técnica del clavo. Utilizando un clavo de 9 cm de largo y un martillo con un peso de 700 gr. Se colocará el clavo en el terreno y se dejará caer el martillo a una altura de una cuarta (15 cm.) sin fuerza, para cada sitio de muestreo se realizarán tres repeticiones, por cada sitio de muestreo. Para el análisis de los datos se restó un centímetro de cada medida, el porcentaje de ingreso del clavo hacia el suelo, será medio, y su relación se la realizará en torno a las pruebas que se las realizó por cada sendero. Dentro de los resultados se establecen los siguientes rangos: (1-3 cm) Compactado; (4-6 cm) Compactación media; (7-9 cm) Sin compactación (Mejía, et al 2010). Además en la parte de muestre de Resultados del Muestreo de Suelos, se mostraran algunas escalas en torno al grado de compactación determinados a través de porcentaje de compactación, por factores de metodología y para uso de la determinación de la capacidad de carga se consideró a 1 como el grado de no compactación en el suelo y menor a 1 empieza la compactación.

El factor de corrección de Compactación del Suela, se calculó mediante la ecuación No.19:

$$FCCSuelo = 1 - \frac{(\%_Comp_Sendero)}{100} \qquad [\ 19\ ]$$

Dónde:

FCCSuelo = Factor de Corrección de Compactación del Suelo

%_Comp_Sendero = Porcentaje de Compactación del Sendero

Después de conocer los resultados de compactación, los criterios que se tomaron en cuenta para los rangos de compactación del suelopor niveles son:

- > 0.90 - 1.00 Bajo
- > 0.70 - 0.90 Medio – Bajo

- > 0.60 - 0.70 Medio
- > 0.00 - 0.60 Alto

3.3.2.8 Factor Pérdida de Nutrientes en el Suelo

Como ya se mencionó al inicio de la metodología, este factor no ha sido considerado en anteriores metodologías, sin embargo por considerarse esta zona de gran importancia por su riqueza hídrica y desde el punto de vista del cuidado ambiental, por ser páramo circundante al sitio de abastecimiento de agua para el sur de la ciudad de Quito, se considera el factor suelo debido a sus nutrientes.

Además se toma en cuenta este factor, ya que después de realizar varios análisis de suelo se encontró una correlación de perdida de nutrientes en la zona de visitación, con la zona natural. Debido a estos análisis se llegó a determinar, que se debía tomar en cuenta este factor, el mismo que debía formar parte del cálculo de capacidad de carga real al igual que otros factores que se encuentran dentro de la metodología como son: erodabilidad, accesibilidad, anegamiento, deterioro de flora, precipitación, heliofanía, compactación del suelo, entre otros.

Para el cálculo de este factor se utilizaron los Resultados del Muestreo de Suelos realizados en el Laboratorio del INIAP y se consideró un promedio entre dos variables que fueron analizadas de todos los senderos y sus proximidades en las zonas naturales como son Materia Orgánica y Humedad del Suelo. Para esto se consideró el Promedio de Humedad en las zonas de senderos, el promedio de humedad en las zonas naturales siendo siempre el promedio en zonas naturales el más alto y este es considerado como el 100 % o valor total general y en una relación de regla de tres, se

observa el porcentaje del valor de nutrientes en la parte utilizada por los visitantes. Lo mismo se realizó en la variable de Materia Orgánica.

El factor de corrección para la perdida de nutrientes en el suelo, se calculó mediante la ecuación No. 20:

$$FCPNSuelo = \frac{1}{2}\left[\frac{(\text{Prom_Hum_Sendero})}{(\text{Prom_Hum_Natural})} + \frac{(\text{Prom_M.O._Sendero})}{(\text{Prom_M.O._Natural})}\right] \qquad [\ 20\ ]$$

Dónde:

FCPNSuelo = Factor de Corrección de pérdida de Nutrientes del Suelo

Prom_Hum_Sendero = Promedio de Humedad del Sendero

Prom_Hum_Natural = Promedio de Humedad del Área Natural

Prom_M.O._Sendero = Promedio de Materia Orgánica del Sendero

Prom_M.O._Natural = Promedio de Materia Orgánica del Área Natural

Después de realizar los análisis de correlación se pudo conocer que el pH no podía ser tomado en cuenta, puesto que no había mucha correlación entre la parte natural y el sendero.

3.3.3 Factores biológicos

Considerando la diversidad biológica de la Reserva Ecológica Antisana en flora y fauna, se adaptó metodologías para hacer una caracterización de esta información y asignar valores que puedan ser proporcional a su influencia como factor limitante para el desarrollo de la actividad turística, considerando que la conservación de estos recursos son parte de los propósitos de creación de la reserva y de manera conjunta son parte de los atractivos de los senderos.

La clasificación por el tipo de ecosistema existente en la zona de estudio se basará principalmente en el Sistema de Clasificación de los ecosistemas del Ecuador

continental. (MAE, 2012), así mismo para la parte biológica se verificarán si existen especies vulnerables que han sido afectadas por la presencia humana en base a estudios ya realizados.

3.3.3.1 Flora

Está presente tesis no se encargó de realizar muestreos, únicamente se encargó de corroborar información, levantada de la zona de estudio y complementarla con recorridos, para averiguar si la información es correcta. La flora existente en toda la zona de estudio es casi similar, no obstante existe cierto tipo de diferenciación que será explicada por senderos.

Factor Flora.-

Es cierto que existe una diversidad biológica en la zona de estudio, sin embargo la zona de estudio representa la milésima parte de la Reserva Ecológica Antisana, razón por la cual el número de especies que se encuentran en la zona de estudio son especies que se pueden encontrar en otras zonas de páramo circundante a la zona de Micaloma, o en zonas donde no existe mayor actividad humana. Por esta razón no existen especies que se encuentren en extremo cuidado en la zona de estudio.

Las especies fueron identificadas en el Plan de Manejo de la REA (MAE, 2002), Estudios de Impacto Ambiental para el proyecto de Agua Potable para Quito La Mica – Quito Sur (Páez, J., 1993), Diagnóstico Socio – Ambiental Corredor de Páramo El Tambo – Antisana (FUNAN, 2005).

Endemismo: En este sentido, los valores de ponderación de endemismo no van a tener que ser usados, sin embargo como referencia se pone: 1 si la especie es endémica

exclusiva del Área Protegida - AP; y 0,5 si la especie es endémica del país. El valor total de endemismo se determina mediante la ecuación No. 21:

$$EC = \frac{\mathrm{Es} * \mathrm{Vp}}{\mathrm{Et}} \qquad [\ 21\ ]$$

Dónde:

EC = Valor de ponderación de endemismo exclusivo del AP

Es = Número de especies endémicas del AP en el sendero

Vp = Valor de ponderación

Et = Número total de especies endémicas del AP

Para calcular el Valor de ponderación de especies endémicas del país, se utilizó la ecuación No. 22:

$$EE = \frac{\mathrm{Es} * \mathrm{Vp}}{\mathrm{Et}} \qquad [\ 22\ ]$$

Dónde:

EE = Valor de ponderación de endemismo exclusivo del Ecuador

Es = Número de especies endémicas de la REA en el sendero

Vp = Valor de ponderación

Et = Número total de especies endémicas de la REA

Amenaza: A estas especies se las multiplicó por un factor de ponderación de acuerdo a su nivel de amenaza, pudiendo este ser: En Peligro Crítico = 1; En Peligro = 0,6; Vulnerable = 0,4; y, Casi amenazada = 0,2.

Para encontrar la ponderación de amenaza para cada sendero, se aplicó la ecuación No. 23:

$$A = \frac{(\mathrm{Nepc} * \mathrm{Vp}) + (\mathrm{Nep} * \mathrm{Vp}) + (\mathrm{Nv} * \mathrm{Vp}) + (\mathrm{Nca} * \mathrm{Vp})}{\mathrm{Ct}} \qquad [\ 23\ ]$$

Dónde:

A = Ponderación del sendero por amenaza

Nepc = Número de especies amenazadas como En Peligro Crítico

Nep = Número de especies amenazadas como En Peligro

Nv = Número de especies amenazadas como Vulnerables

Nca = Número de especies amenazadas como Casi amenazada

Vp = Valor de ponderación de acuerdo a su categoría de amenaza

Ct = Valor de la REA según el criterio de amenaza

El Factor de corrección de flora se calcula mediante la ecuación No. 24:

$$FCFl = 1 - (\mathrm{EC} + \mathrm{EE} + \mathrm{A}) \qquad [\ 24\ ]$$

Dónde:

FCFl = Factor de Flora

EC = Valor de la ponderación del endemismo exclusivo de la REA

EE = Valor de la ponderación del endemismo exclusivo del Ecuador

A = Valor de Amenaza de las especies endémicas del Ecuador en la REA

3.3.3.2 Fauna

Al igual que el aspecto de flora, la fauna existente en la zona de estudio, es de gran variedad y existen registros por parte de los Guardaparques, además de reconocer especies identificadas en el Plan de Manejo de la REA (MAE, 2002), Estudios de Impacto Ambiental para el proyecto de Agua Potable para Quito La Mica – Quito Sur (Páez, J., 1993), Diagnóstico Socio – Ambiental Corredor de Páramo El Tambo – Antisana (FUNAN, 2005). De esta manera se procedió a realizar caracterizaciones a nivel general en base a los registros encontrados en los documentos antes mencionados.

Herpetofauna

Las caracterizaciones de especies presentes de anfibios y reptiles, se basaron mediante registros encontrados, principalmente del documento: Diagnóstico Socio – Ambiental Corredor de Páramo El Tambo – Antisana (FUNAN, 2005), ya que dicho estudio se enfocó en realizar una línea base socio ambiental. Puesto que, en los recorridos realizados para el presente estudio no se logró encontrar estas especies.

Avifauna

Los senderos fueron recorridos desde las 07h00 hora en que abren la REA, sin embargo se tienen registros, hasta del año 2013 en donde se han realizado muestreos , así mismo dentro del listado de especies que se hace referencia se establece, la abundancia, sensibilidad, estado de conservación. Es menester mencionar que este es el grupo de mayor número de taxas animales.

Mastofauna

Al igual que los anteriores grupos de especies animales, la caracterización de este componente, se realizó principalmente mediante registros de observaciones, registros de los guardaparques y especies identificadas en el Plan de Manejo de la REA (MAE, 2002), Estudios de Impacto Ambiental para el proyecto de Agua Potable para Quito La Mica – Quito Sur (Páez, J., 1993), Diagnóstico Socio – Ambiental Corredor de Páramo El Tambo – Antisana (FUNAN, 2005).

- **Factor fauna**

Este factor comprende Herpetofauna, Avifauna y Mastofauna los mismos que son analizados independientemente para calcular el Factor de Fauna. Para cada taxa se deben identificar las especies endémicas y si se encuentran en alguna categoría de amenaza.

Solo se determinó el nivel de endemismo y amenaza nacional.

Endemismo: Para todas las categorías animales se identificaron las especies endémicas que se encontraron en los senderos. A estas se las multiplicó por el valor de ponderación 1. Para determinar el valor de endemismo se aplicó la ecuación No. 25:

$$EC = \frac{\mathrm{Es} * \mathrm{Vp}}{\mathrm{Et}} \qquad [\ 25\ ]$$

Dónde:

EC = Valor de ponderación de endemismo exclusivo del AP

Es = Número de especies endémicas del AP en el sendero

Vp = Valor de ponderación

Et = Número total de especies endémicas del AP

Amenaza: A estas especies se las multiplicó por un factor de ponderación de acuerdo a su nivel de amenaza, pudiendo este ser: En Peligro Crítico = 1; En Peligro = 0,6; Vulnerable = 0,4; y, Casi amenazada = 0,2.

Para encontrar la ponderación de amenaza para cada sendero, se aplicó la ecuación No. 26:

$$A = \frac{(\mathrm{Nepc} * \mathrm{Vp}) + (\mathrm{Nep} * \mathrm{Vp}) + (\mathrm{Nv} * \mathrm{Vp}) + (\mathrm{Nca} * \mathrm{Vp})}{\mathrm{Ct}} \qquad [\ 26\ ]$$

Dónde:

A = Ponderación del sendero por amenaza

Nepc = Número de especies amenazadas como En Peligro Crítico

Nep = Número de especies amenazadas como En Peligro

Nv = Número de especies amenazadas como Vulnerables

Nca = Número de especies amenazadas como Casi amenazada

Vp = Valor de ponderación de acuerdo a su categoría de amenaza

Ct = Valor de la REA según el criterio de amenaza

El Factor de corrección de flora se calcula mediante la ecuación No. 27:

$$FCFa = 1 - (\mathrm{EC} + \mathrm{A}) \qquad [\ 27\ ]$$

Dónde:

FCFa = Factor de Fauna

EC = Valor de la ponderación del endemismo exclusivo de la REA

A = Valor de Amenaza de las especies endémicas del Ecuador en la REA

3.4 Procedimiento Analítico de Caracterización de los Suelos y Niveles para la interpretación

La colecta de las muestras será exclusivamente de suelo.

Se analizarán los tipos de suelos existentes en cada uno de los senderos, para este tipo de análisis se tomará en cuenta investigaciones realizadas por Piscitelli, *et al*., (2010). Describiendo en este caso los sitios de Uso Turístico y el Tipo Suelo existente. En cada sitio se extraerá una muestra de 0-20 cm para determinar textura, para el cálculo del factor K. Solamente se colectó muestras del horizonte A, debido a que es en este horizonte donde se debilita la calidad del suelo, entorno a la debilidad de nutrientes y erodabilidad del suelo.

Para el muestreo y análisis del tipo de suelo, se tomarán muestras representativas en base a un tipo de muestreo sistemático (Lozano, V., 2011) calicatas en cada uno de los senderos, dos repeticiones en zonas cercanas , según la longitud total de todos los senderos, también en donde los niveles de pendiente tengan un ángulo menor de inclinación a 10 º se realizarán muestreos en zonas representativas, para aquellas pendientes que se encuentren en un rango entre los 10º y 20º también se realizarán

muestreos en zonas donde determine el mapa, y para las pendientes mayores a 20º estas se realizaran en zonas relevantes donde se pueda apreciar visiblemente mayor afectación del uso del suelo por pisoteos. Cubriendo con estas muestras representativas, así la descripción morfológica del perfil de la zona de estudio, no obstante según este tipo de grados angulares se tomarán muestras de sectores aledaños o zonas naturales para determinar si existe alteración por pisoteo de turistas en la parte de los senderos. Toda esta caracterización será basada según las normas USDA (2010), y así asociarlo con alguna de las series descritas en el Mapa General de Suelos del Ecuador por Mejía, L., *et al.*, 1986.

Además de caracterizar la taxonomía del suelo, por orden, suborden y gran grupo de la zona de estudio, también se colectaron muestras suelo de la parte de Micaloma en el Horizonte A o Aluvial del suelo, es decir las colectas que se tomaron, fueron dentro de los primeros 20 cm del suelo.

Para la caracterización de la clase textural, se solicitará al INIAP que realice el análisis de % Arena, Limo y Arcilla.

3.4.1 Proceso para el muestreo del suelo:

- Caracterización del área.- El levantamiento de información base del suelo generará la siguiente información:

Delimitación geoespacial o plano del terreno donde se recoja los lotes donde se encuentran los senderos para uso turístico, y en zonas aledañas con similares características, para conocer el grado de degradación por pisoteo. Además para la

entrega al laboratorio de suelos del INIAP se adjuntará información donde consten los siguientes datos:

- Topografía, Vegetación presente y Uso del Suelo;
- Ubicación General de la zona de estudio;
- Mapa topográfico de la zona de estudio a escala 1 : 50000;
- Condiciones de la zona (Precipitación); y,
- Clima y temperatura ambiente.

Una vez caracterizada el área de influencia directa de la zona de estudio, se procederá a la toma de muestras de suelos. Las muestras se procederán a tomar entre la época de estiaje y la época de lluvias del 2014.

El procedimiento para realizar el muestreo del suelo se realizó siguiendo las técnicas estándar y las recomendaciones por parte del Laboratorio de Suelos del INIAP.

Las profundidades de los perfiles del suelo serán las siguientes: 0-5, 6-10, 11-15 y 16-20 cm, con ayuda de un barreno o una pala en donde se eliminaran los residuos superficiales, los mismos se las extraerá de la superficie de los senderos y serán enviadas al laboratorio del INIAP, Estación Santa Catalina, Sector Cutuglagua, cantón Mejía, Pichincha. El número de muestras se realizó considerando varias variables, pendiente, degradación del suelo, anegamiento y todo esto se realizó por cada uno de los tres senderos existentes en la ZAREA. En total se colectaron 38 muestras de suelo: 16 para Micaloma, 12 para Patourco y 10 para Gallaretas.

Determinadas ya las capacidades de carga de cada sitio turístico, dentro del perfil del visitante se evaluará la calidad del mismo, y así poder obtener datos que puedan

permitir evaluar los impactos y a su vez proponer un sistema de monitoreos que prevea dichos impactos.

3.4.2 Determinaciones Físico – Químicas a realizarse en el muestreo de suelos

La mayoría de muestras obtenidas, servirán para determinar características generales del suelo como: textura (% Arena, % Limo, % Arcilla), pH, %M.O. y % de Humedad.

No obstante en ciertas zonas donde el suelo se encontraba con mayor anegamiento y erosión, se vio necesario se realizar otro tipo de análisis como: NH_4, P, S, K, Ca, Mg, Zn, Cu, Fe, Mn, B, N, entre otros.

En la tabla No. 7 se muestra el tipo de metodología que se utilizó para cada análisis según su determinación.

Tabla 7. Metodologías de Análisis Utilizados por el LSPA – EESC

Determinación	Método	Referencia
pH	Potenciómetro, suspensión Suelo: agua (1:2,5)	NTE INEN 0687:82
NH_4	Nitrógeno en forma amoniacal: Fotocolorimétrico-Azul Indofenol en extracto Olsen Modificado pH 8.5	
P	Fotocolorimétrico-Azul de fosfomolibdato en extracto Olsen Modificado pH 8.5	NTE INEN 0229:78
S	Turbidimétrico-Cloruro de bario (10%) en extracto de fosfato monobásico de calcio	NTE INEN 0237:78
K	Espectroscopia de Absorción Atómica en extracto Olsen Modificado pH 8.5	NTE INEN 0234:78
Ca	Espectroscopia de Absorción Atómica en extracto Olsen Modificado pH 8.5	NTE INEN 0238:78
Mg	Espectroscopia de Absorción Atómica en extracto Olsen Modificado pH 8.5	NTE INEN 0239:78
Zn	Espectroscopia de Absorción Atómica en extracto Olsen Modificado pH 8.5	NTE INEN 0981:84
Cu	Espectroscopia de Absorción Atómica en extracto Olsen Modificado pH 8.5	
Fe	Espectroscopia de Absorción Atómica en extracto Olsen Modificado pH 8.5	NTE INEN 0979:84
Mn	Espectroscopia de Absorción Atómica en extracto Olsen Modificado pH 8.5	NTE INEN 1104:84
B	Fotocolorimétrico- Curcumina en extracto de fosfato de calcio	NTE INEN 0235:98
M.O.	Combustión seca (análisis elemental), Dicromato de Potasio	
% N Total	Semi-micro Kjeldahl	
Textura del Suelo	Bouyoucos Modificado (hidrómetro) Clase Textural por tipo: Arena, Limo y Arcilla	
Conductividad eléctrica	Conductométrico en extracto de pasta saturada	
% Humedad	Gravimétrico	

Fuente: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias – INIAP, Estación Experimental Santa Catalina – EESC, Dpto. Manejo de Suelos y Aguas. (2011).

3.4.3 Niveles para la Interpretación de Análisis de Suelos

Los niveles para la interpretación del análisis de suelos se han obtenido del departamento de Manejo de Suelos y Aguas, de la Estación de Santa Catalina – INIAP, cuyos datos han sido actualizados al 28/Feb/2011 y se encuentran diferenciados en algunos casos para la costa y para la sierra ecuatoriana, por razones didácticas solo se presentaran los datos para la región sierra, sitio de la zona de estudio en las tablas No. 8, 9 y 10:

Tabla 8. Niveles para la interpretación de análisis de Suelos – pH

Costa/ Sierra	Muy Ácido	Ácido	Median. Ácido	Ligeram. Ácido	Prácticam. Neutro	Ligeram. Alcalino	Median. Alcalino	Alcalino	Neutro
pH	0,0 - < 5,0	5 – 5,5	> 5,5 – 6,0	> 6 – 6,5	> 6,5 – 7,5	> 7,5 – 8,0	>8 – 8,5	>8,5	7,0
Siglas	M Ac	Ac	Me Ac	L Ac	P N	L Al	Me Al	Al	N
	Requieren Cal								

Fuente: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias – INIAP, Estación Experimental Santa Catalina – EESC, Dpto. Manejo de Suelos y Aguas. (2011).

Tabla 9. Niveles para la interpretación de análisis de Suelos en la Sierra – N, P, S, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn, B, % M.O.

Nutriente	Unidad	Bajo	Medio	Alto	Tóxico
N	ppm	<30,0	30,0 – 60,0	>60	
P	ppm	<10.0	10 – 20	>20	
S	ppm	<10.0	10 – 20	>20	
K	meq/100ml	<0,2	0,2 – 0,4	>0,4	
Ca	meq/100ml	<4,0	4 – 8	>8,0	
Mg	meq/100ml	<1,0	1 – 2	>2,0	
Cu	ppm	<1,0	1 – 4	>4,0	
Fe	ppm	<20,0	20 – 40	>40,0	
Mn	ppm	<5,0	5 – 15	>15,0	
Zn	ppm	<2,0	2 – 7	>7,0	
B	ppm	<1,0	1 – 2	>2,0	>4,0
CI	ppm	<17,0	17 – 34	>34,0	
M.O.	%	<3,0	3 – 5	>5,0	
Siglas		B	M	A	T

Fuente: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias – INIAP, Estación Experimental Santa Catalina – EESC, Dpto. Manejo de Suelos y Aguas. (2011).

Tabla 10. Niveles para la interpretación de análisis de Suelos en la Sierra – Al + H, Al, Na

Nutriente	Unidad	Bajo	Medio	Tóxico
Al + H	meq/100ml	<0,5	0,5 – 1,5	>1,5
Al	meq/100ml	<0,3	0,3 – 1,0	>1,0
Na	meq/100ml	<0,5	0,5 – 1,0	>1,0
Siglas		B	M	T

Fuente: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias – INIAP, Estación Experimental Santa Catalina – EESC, Dpto. Manejo de Suelos y Aguas. (2011).

3.5 Análisis estadístico de Coeficiente de correlación de Pearson para interpretación de Daños Ambientales

En la estadística el coeficiente de correlación de Pearson en una medida de relación lineal entre dos variables aleatorias cuantitativas. A diferencia de los análisis de covarianza, la correlación de Pearson es independiente de la escala de las medidas de las variables, siendo este tipo de análisis muy significativo para propósito establecido, ya que nuestras variables de análisis tienen diferentes tipos de escalas de medida.

Puntualizando se define, que el coeficiente de correlación de Pearson, es un índice que puede utilizarse para medir el grado de relación de dos variables siempre que estas sean cuantitativas.

Para calcular el coeficiente de correlación de Pearson se utilizara el programa estadístico informático SPSS – IMB SPSS Stadisctics Data Editor Versión 21. Pero como revisión se puede mencionar que este coeficiente sirve para estudiar dos variables aleatorias **n** e **y** sobre algún aspecto; este coeficiente se simboliza con la letra $\rho_{x,y}$, siendo la ecuación No. 28 que permite calcular esta correlación entre dos variables:

$$\rho X, Y = \frac{\sigma xy}{\sigma x \sigma y} = \frac{E[(X - \mu x)(Y - \mu y)]}{\sigma x \sigma y} \qquad [\ 28\ ]$$

Dónde:

- σxy es la covarianza de (X,Y);
- σx es la desviación típica de la variable X;
- σy es la desviación típica de la variable Y.

De manera análoga se puede calcular este coeficiente sobre un estadístico muestral, denotado como Υ_{xy} mediante la ecuación No. 29:

$$r_{xy} = \frac{\sum x_i y_i - n\bar{x}\bar{y}}{nS_x S_y} = \frac{n\sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{\sqrt{n\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}\sqrt{n\sum y_i^2 - (\sum y_i)^2}} \qquad [\ 29\ ]$$

Para la forma de interpretación se seleccionan varios grupos de puntos (x, y) y con el coeficiente de correlación de cada grupo. En la figura No. 2 se puede apreciar la correlación, la cual refleja una no linealidad y una dirección de la relación lineal. Mientras que en la parte central se puede apreciar que la varianza de y es nula, por lo que la correlación es indeterminada o no existe correlación.

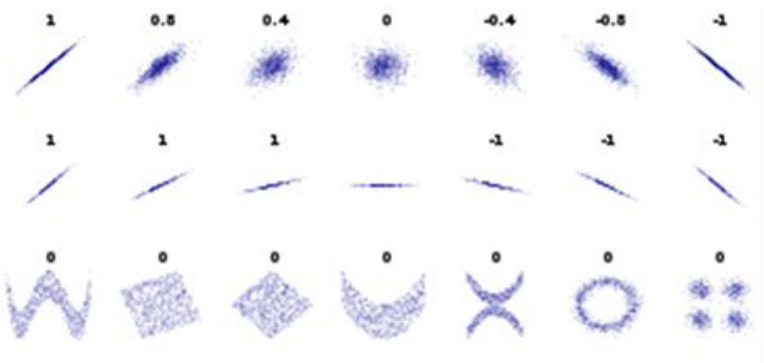


Figura. 2 Figuras de interpretación del Coeficiente de Correlación de Pearson

Fuente: Regresión Múltiple. Cuadernos de Estadística. (Etxeberria, 1999).

Para la interpretación de la figura 2, los valores del índice de correlación varían en el intervalo [-1,1]:

- Si r = 1, existe una correlación positiva perfecta. El índice indica una dependencia total entre las dos variables denominada relación directa: cuando una de ellas aumenta, la otra también lo hace en proporción constante.
- Si 0 < r < 1, existe una correlación positiva.

- Si r = 0, no existe relación lineal. Pero esto no necesariamente implica que las variables son independientes: pueden existir todavía relaciones no lineales entre las dos variables.
- Si -1 < r < 0, existe una correlación negativa.
- Si r = -1, existe una correlación negativa perfecta. El índice indica una dependencia total entre las dos variables llamada relación inversa: cuando una de ellas aumenta, la otra disminuye en proporción constante.

Este análisis se lo realiza con la finalidad de ver cuáles son las posibles relaciones que se pueden dar, entre diferentes variables principalmente de los resultados de análisis de los nutrientes del suelo que se realizaron en la zona de estudio, la compactación por la actividad turística, entre otros.

3.5.1 Coeficiente de Determinación

En estadística, el coeficiente de determinación, denominado R^2 y pronunciado R cuadrado, es un estadístico usado en el contexto de un modelo estadístico cuyo principal propósito es predecir futuros resultados o testear una hipótesis. El coeficiente determina la calidad del modelo para replicar los resultados, y la proporción de variación de los resultados que puede explicarse por el modelo (Steel, 1960). En este caso el Coeficiente de determinación lo vamos a utilizar con la finalidad de verificar un mayor grado de relación los resultados expresados en el coeficiente de correlación de Pearson.

Hay varias definiciones diferentes para R^2 que son algunas veces equivalentes. Las más comunes se refieren a la regresión lineal. En este caso, el R^2 es simplemente el cuadrado del coeficiente de correlación de Pearson, lo cual es sólo cierto para la regresión lineal simple. Si existen varios resultados para una única variable, es decir,

para una X existe una Y, Z... el coeficiente de determinación resulta del cuadrado del coeficiente de determinación múltiple. En ambos casos el R^2 adquiere valores entre 0 y 1. Existen casos dentro de la definición computacional de R^2 donde este valor puede tomar valores negativos.

3.6 Procedimiento para la valoración cuantitativa de impactos ambientales

La valoración cuantitativa de impactos ambientales, es el resultado del análisis de las interacciones entre los elementos ambientales y las acciones que se generarán, por las actividades de recreación, para lo cual se parte de la determinación causa-impacto-efecto, calificando a cada uno de los impactos mediante los siguientes parámetros (Coneza-Vítora, 2003), para mayor referencia véase anexo N (Matriz de Seguimiento de Impactos).

3.6.1 Signo del Impacto

Tiene relación a calificar a los impactos como positivos o negativos, correspondiendo los signos “+” o “-” respectivamente. El impacto será calificado como positivo, en el caso de representar un efecto que produzca beneficio social, colectivo o una mejora sustancial en algún otro componente ambiental.

Se lo asignará al impacto como negativo cuando sus efectos sean detrimentos para el medio ambiente, ya sea en los componentes naturales, bióticos como socio-económicos.

- **Intensidad (IN):** Se refiere al grado de incidencia o grado de destrucción de la actividad de recreación sobre el indicador, en el ámbito específico en el que actúa. Puede tomar los siguientes valores:

  Baja: 1
  Media: 2
  Alta: 4
  Muy alta: 8
  Total: 12

- **Extensión (EX):** Se refiere al área de influencia del impacto en relación con el entorno del proyecto. Puede tomar los siguientes valores:

  Puntual: 1
  Parcial: 2
  Extenso: 4
  Total: 8
  Total + Crítico: 12

- **Momento (MO):** Es el plazo de manifestación del impacto; tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto. Puede tomar los siguientes valores:

  Largo plazo: más de 5 años: 1
  Medio plazo, 1 a 5 años: 2
  Corto plazo o inmediato, menos de un año: 4
  Corto plazo o inmediato, menos de un año + Crítico: 8

- **Persistencia (PE):** Es el tiempo que permanecerá el efecto desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a

la acción por medios naturales, o mediante la introducción de medidas correctoras. Puede tomar los siguientes valores:

Efecto fugaz, menos de 1 año: 1
Temporal, 1 a 10 años: 2
Permanente, más de 10 años: 4

- **Reversibilidad (RV):** Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto por medios naturales, una vez aquella deja de actuar sobre el medio. Puede tomar los siguientes valores:

  Corto plazo: 1
  Medio plazo: 2
  Irreversible: 4

- **Sinergia (SI):** Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría de esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente no simultánea. Puede tomar los siguientes valores:

  Sin sinergismo (Simple): 1
  Sinérgico (Varios): 2
  Muy sinérgico (Muchos): 4

Cuando se presentan casos de debilitamiento, la valoración del efecto presentará valores de signo negativo, reduciendo al final el valor de la importancia del impacto.

- **Acumulación (AC):** Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera. Puede tomar los siguientes valores:

  Simple: 1
  Acumulativo: 4

- **Efecto (EF):** Este atributo se refiere a la direccionalidad de la relación causa – efecto, es decir la forma como se manifiesta el efecto sobre un Indicador, como consecuencia de una acción. Puede tomar los siguientes valores:

  Indirecto: 1
  Directo: 4

- **Periodicidad (PR):** Se refiere a la regularidad de la manifestación del efecto. Puede tomar los siguientes valores:

  Irregular, esporádico o discontinuo: 1
  Periódico: 2
  Continuo: 4

- **Recuperabilidad (MC):** Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial del factor afectado por medio de la intervención humana con medidas correctoras. Puede tomar los siguientes valores:

  Recuperable de inmediato: 1
  Recuperable a mediano plazo: 2
  Mitigable: 4
  Irrecuperable: 8

El cálculo del valor de Importancia de cada impacto, se realiza utilizando la ecuación No. 30 que se describe a continuación la cual fue presentada por Coneza-Vítora (2003):

$$I = +/- (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC) \qquad [30]$$

3.6.2 Jerarquización de Impactos Ambientales

La categorización de los impactos ambientales identificados y evaluados por el autor se ha realizado en base al valor de la Importancia del Impacto, determinado en el proceso de identificación, calificación y valoración. Se han conformado 4 categorías de impactos, a saber:

- Críticos;
- Severos;
- Moderados; y,
- Irrelevantes.

La categorización proporcionada a los impactos ambientales, se lo puede definir de la siguiente manera:

a) **Impactos Críticos:** Son aquellos cuyo Valor de la Importancia del Impacto es mayor o igual a 75 y corresponden a las afecciones de elevada incidencia sobre el factor ambiental.

b) **Impactos Severos:** Son aquellos cuyo Valor de la Importancia del Impacto es menor a 75 pero mayor o igual a 50.

c) **Moderados:** Corresponden a todos los aquellos impactos con Valor de la Importancia del Impacto menor a 50 y mayor o igual a 25. Pertenecen a esta

categoría los impactos capaces plenamente de corrección y por ende compensados durante la ejecución del Plan de Manejo Ambiental.

d) **Irrelevantes:** Son aquellos menores a 25. Se consideran en esta categoría aquellos que no tienen una influencia importante.

3.6.3 Indicadores de Impactos y su respectivo indicador de medición

- **Aire**

Generación de ruido.- Sonido en el ambiente.

- **Agua**

Contaminación (Basura).- Presencia de basura en las riveras de lagunas o cuerpos de agua.

- **Suelo**

Erosión.- Desgaste del suelo, siendo el porcentaje de la longitud erosionada relación a la longitud total del sendero;

Compactación del Suelo.- Pérdida de permeabilidad del suelo;

Anegamiento.- Acumulación del agua en el suelo, utilizando el porcentaje de esta superficie en relación a la longitud total del sendero;

Apertura senderos.- Presencia de nuevos senderos;

Contaminación (Basura).- Presencia de basura en el sendero; y,

Pérdida de Nutrientes.- Análisis del Suelo y evaluación con parte natural del entorno.

- **Calidad Escénica**

Paisaje.- Este indicador tiene un valor constante para todos los senderos, debido principalmente a los valores excepcionales de endemismo y de calidad de los atractivos turísticos con los que cuenta la zona de estudio.

- **Flora**

Deterioro de flora.- Representado por la longitud total en metros de vegetación alterada por el flujo constante de los turistas en el sendero. Pérdida de Diversidad. Inventario y determinación de la diversidad de especies endémicas. Pérdida de Cobertura. Porcentaje de cobertura vegetal por hábito.

- **Fauna**

Pérdida de Diversidad.- Inventario y determinación de la diversidad de especies endémicas. Cambios de densidad. Presencia de rastros, fecas de Lycalopex culpaeus.

- **Aspecto Humano**

Turismo.- Número de Atractivos en la zona de Estudio; y,

Empleo.- Número de trabajadores empleados.

Capítulo 4

Caracterización y diagnóstico de la zona de estudio

Para la realización de este capítulo, se utilizó información bibliográfica secundaria, como también datos generados por el Instituto Geográfico Militar - IGM, la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento de Quito – EPMAPS, Ministerio del Ambiente – MAE – Reserva Ecológica Antisana - REA entre otras Instituciones que han generado información relevante en la zona de estudio, la misma que ha sido corroborada en varios aspectos y a su vez con análisis en laboratorios en ciertos casos, entre otros aspectos. Además para cada aspecto sea físico, biótico, socioeconómico se presentará la metodología, que ya fue expresada en el capítulo III para indicar como fue generada la información primaria con la finalidad de caracterizar la zona de estudio.

La información de campo será recopilada para: suelos y aspectos socioeconómicos (perfil del turista) está información será de primera mano. Para la caracterización de los aspectos bióticos, este estudio se basó en fuentes secundarias detalladas en el capítulo 3 punto 1 literal 2.

4.1 Características Generales del Área.

4.1.1 Base legal

El 21 de Julio de 1993, mediante resolución No. 0018 RA/INEFAN, se crea la Reserva Ecológica Antisana (Anexo O).

En este Registro Oficial se establecen los límites del área protegida, el uso del suelo dentro de los predios de la nueva área protegida, las directrices para su

administración y manejo, entre los aspectos más relevantes. Razón substancial y primordial establecida a partir del 20 de julio de 1993.

4.1.2 Ubicación y Jurisdicción Política Administrativa

La ubicación de la zona de estudio, administrativamente se encuentra determinada en la tabla No. 11:

Tabla 11. Ubicación de la zona de estudio

Datos	Jurisdicción
Provincia	Napo
Cantón	Archidona
Parroquia	Cotundo
Sector	Micaloma y sus áreas circundantes

4.1.3 Toponimia

- Mica.- nombre Plato de madera, para molde de raspaduras (Cordero, L., 2003).
- Cocha.- nombre Lago o Laguna (Cordero, L., 2003).

Es en este sentido que la laguna en su forma inicial antes de la represa, tenía la forma de un plato de madera para molde de raspaduras, cuya traducción se resume en español como Laguna en forma de plato de madera para molde de raspaduras. Y Micaloma significara una palabra Quichua castellanizada como la loma del plato de madera.

Para mayor explicación se adjunta en la figura No. 3 la fotografía tomada por el IGM el 15 de febrero de 1956.

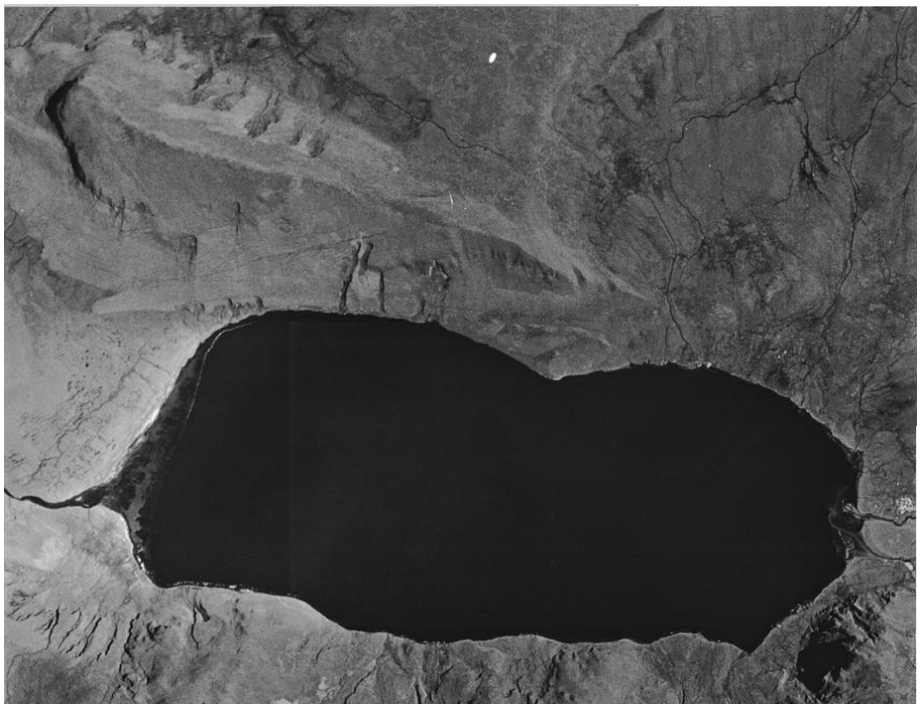


Figura. 3 Laguna de la Mica
Fuente: Instituto Geográfico Militar, 1956

4.1.4 Extensión de la Zona de Estudio y Límites

La extensión aproximada, de la zona de estudio son 118,5 Has., es decir aproximadamente la milésima parte de la extensión total de la Reserva Ecológica Antisana.

Los límites del área de estudio se encuentran en la tabla No.12:

Tabla 12. Límites de la zona de estudio

Datos	Límites
Norte	Carretera que va desde la entrada de la Reserva al muelle II de la Laguna de la Mica
Sur	Embalse o Laguna de la Mica
Este	Quebrada de Micahuayco
Oeste	Carretera que va al Muelle II y el Embalse o Laguna de la Mica

En la figura No. 4 se muestra la ubicación del área de estudio con los límites del área:

Figura. 4 Ubicación y límites de la zona de estudio
Fuente: Instituto Geográfico Militar, 2011. Adaptado por: Autor

4.1.5 Coordenadas Universales y Geográficas

Las coordenadas fueron determinadas por el Sistema World Geodetic System 84 WGS84, y proyectadas en el Sistema de Coordenadas Universal Transversal de Mercator – UTM para la zona 17 S, estas coordenadas se muestran en la tabla No. 13:

Tabla 13. Ubicación de la zona de Estudio en Coordenadas Universales UTM

Sectores	Eje X	Eje Y	Zona
Norte	808965,32 m E	9940968,01 m S	17S
Sur	810556,67 m E	9939957,81 m S	17S
Este	810926,27 m E	9940205,09 m S	17S
Oeste	808547,10 m E	9940636,22 m S	17S

Para referencia también se adjunta la tabla No. 14 en coordenadas geográficas:

Tabla 14. Ubicación de la zona de Estudio en Coordenadas Geográficas

Sectores	Longitud	Latitud
Norte	78° 13’ 27.77’’ O	0° 32’ 00.42’’ S
Sur	78° 12’ 36.33’’ O	0° 32’ 33.26’’ S
Este	78° 12’ 24.39’’ O	0° 32’ 25.21’’ S
Oeste	78° 13’ 41.28’’ O	0° 32’ 11.22’’ S

4.1.6 Rango Altitudinal

El rango altitudinal va desde los 3921msnm hasta los 4094 msnm altura máxima de Micaloma.

4.1.7 Senderos

En la zona de Micaloma, existen tres senderos existentes: Micaloma, Patourco y Gallaretas. Estos senderos mayoritariamente cruzan de occidente a oriente. Para comprender características especiales de cada uno de los senderos, es necesario establecer los factores que limitan la actividad turística en cada uno de ellos.

De manera general la topografía del sector es irregular, en distintas partes es ondulada. Cuyos paisajes, son formas heredadas Paleo Glaciares.

4.1.7.1 Sendero Micaloma

Localizado a 230 metros de distancia de la guardianía de la Mica, es quizá es sendero más importante, y según archivos fotográficos del IGM tomados el 13 de noviembre del 2000, ya se empieza a ver la utilización de este sendero, puesto que el mismo es utilizado para pasar esta pequeña montaña, a filo de cumbre. En esta zona

existen diferentes tipos de paramo, como el páramo herbáceo y de almohadillas, paramo de pajonales, entre otros.

En la tabla No. 15 se muestran otros datos importantes del sendero:

Tabla 15. Datos del Sendero de Micaloma

Nombres	Datos de Ruta
Trayecto de la Ruta	Montaña de Micaloma
Tiempo Aproximado (h)	1:20
Distancia Total (m)	2.600 metros
Alturas (msnm)	Promedio 4023
	Inicio 3921
	Máximo 4094
	Mínimo 3921
	Fin 3928
Sentido del recorrido	Oeste – Este
Nivel de dificultad	Moderada
Ubicación del Punto de Inicio	UTM (eje X): 808783
	UTM (eje Y): 9940444

En la Figura No. 5 se muestra la Variación Altitudinal del sendero Micaloma, en la vista Transversal sentido Oeste – Este:

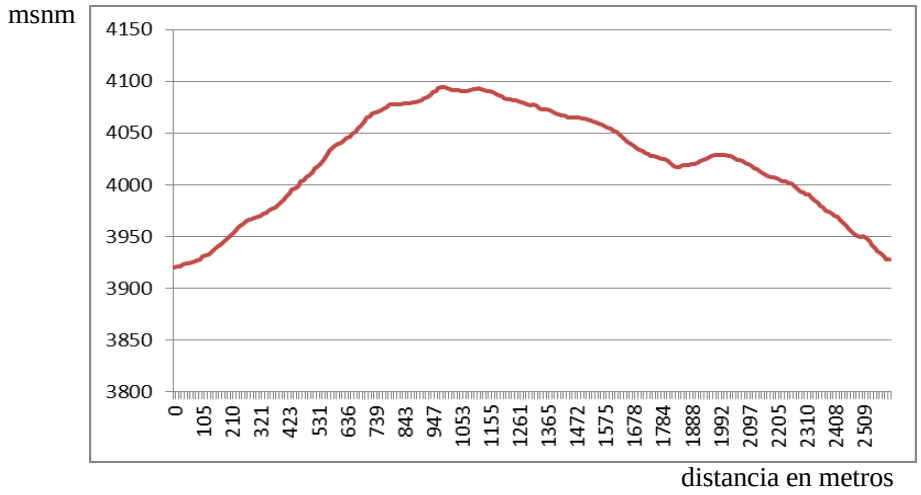


Figura. 5 Variación Altitudinal Sendero de Micaloma

Fuente: Autor en base a los datos generados por el Navegador Garmin

En la Figura No. 6 se encuentra el Mapa de ubicación del Sendero de Micaloma:

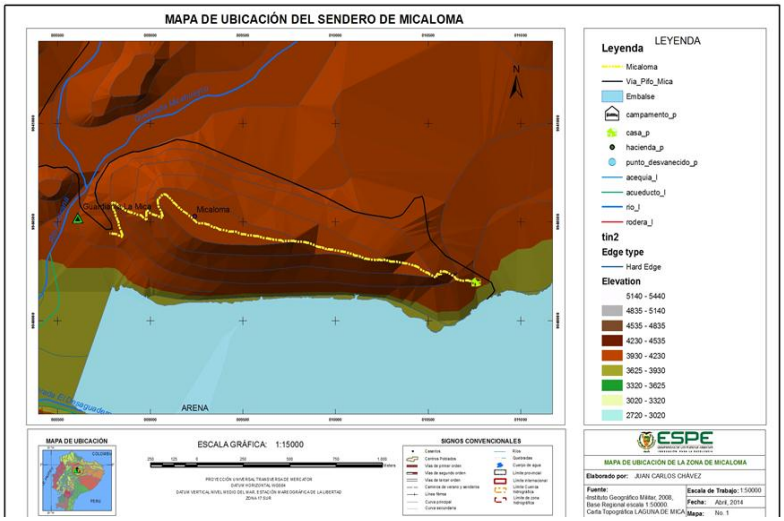


Figura. 6 Mapa de ubicación del Sendero de Micaloma

Fuente: Instituto Geográfico Militar, 2011. Adaptado por: Autor

Variante del Sendero Micaloma

Esta variante se encuentra localizada, en la mitad del recorrido del Sendero Micaloma aproximadamente a 1.5 kilómetros de la guardianía de la Mica, esta variante es utilizada por personas que desean ascender a la cresta de Micaloma, sin realizar mayor esfuerzo, o también se la utiliza para retornar al inicio sin pasar por la misma vía. Aquí en esta variante se pueden tomar fotografías, observación de aves y principalmente una vista hacia el lado oriental de la Laguna, mientras que desde el sendero de Micaloma se logra apreciar la parte oeste como es el Volcán Antisana. Según archivos fotográficos del IGM tomados el 15 de febrero de 1956, ya hay indicios de la utilización de esta variante de sendero, puesto que el mismo es utilizado para pasar esta pequeña montaña, y según conversaciones con el personal de la reserva indica que este camino era

utilizado por el personal de la hacienda Antisana cuando montaban a Caballo. En esta zona existen diferentes tipos de paramo, como el páramo herbáceo y de almohadillas, páramo de pajonales, entre otros.

En la tabla No. 16 se muestran otros datos importantes de la variante del sendero:

Tabla 16. Datos de la Variante del Sendero de Micaloma

Nombres	Datos de Ruta
Trayecto de la Ruta	Montaña de Micaloma
Tiempo Aproximado (h)	0:40
Distancia Total (m)	1.400 metros
Alturas (msnm)	Promedio 3960 Inicio 3930 Máximo 4022 Mínimo 3930 Fin 4022
Sentido del recorrido	Oeste – Este
Nivel de dificultad	Moderada
Ubicación del Punto de Inicio	UTM (eje X): 808853 UTM (eje Y): 9940424

En la Figura No. 7 se muestra la Variación Altitudinal de la Variante del Sendero Micaloma, en la vista Transversal sentido Oeste – Este:

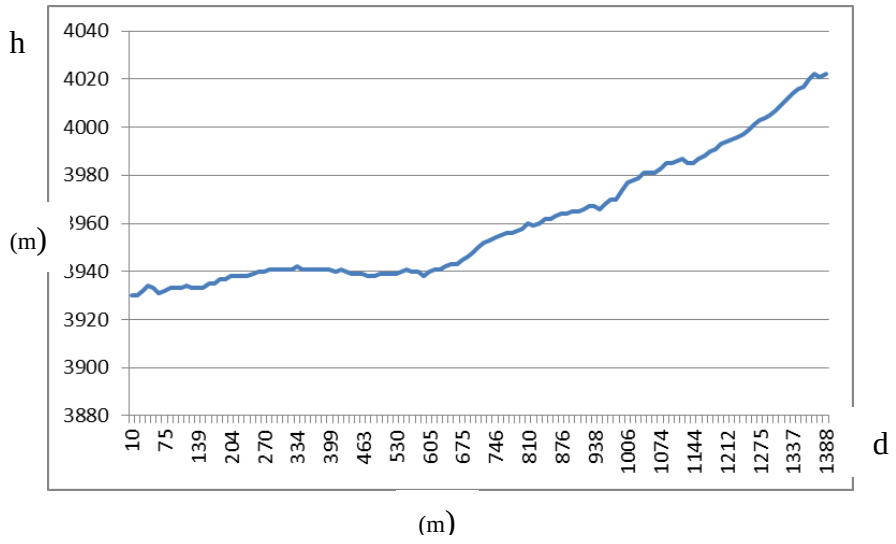


Figura. 7 Variación Altitudinal de la Variante del Sendero de Micaloma

Fuente: Autor en base a los datos generados por el Navegador Garmin

En la Figura No. 8 se encuentra el Mapa de ubicación de la Variante del Sendero de Micaloma:

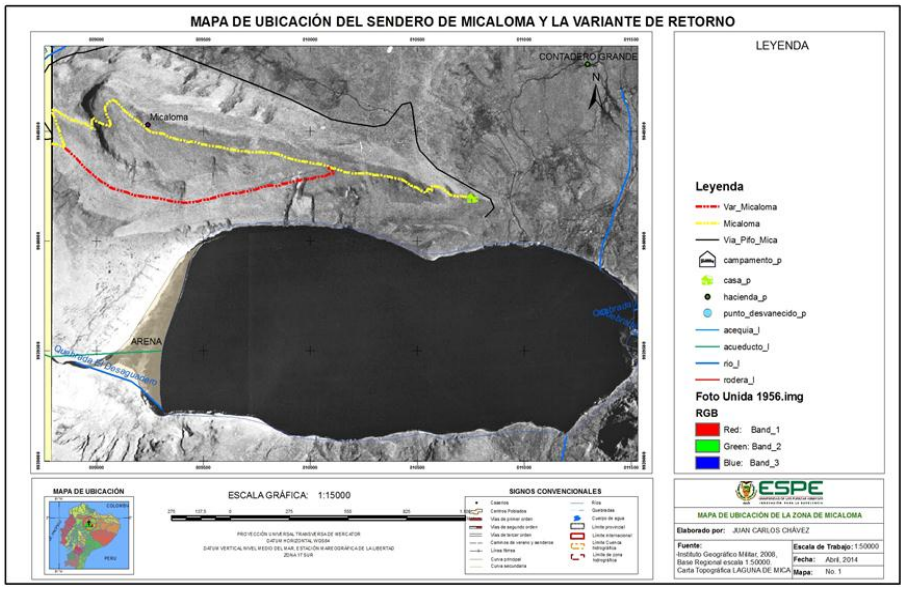


Figura. 8 Mapa de ubicación de la Variante del Sendero de Micaloma

Fuente: Instituto Geográfico Militar, 1956. Adaptado por: Autor

4.1.7.2 Sendero Patourco

Este sendero se encuentra localizado en la parte noroeste del Embalse La Mica aproximadamente a 230 metros de la guardianía de la Mica, este sendero empieza en el mismo punto de inicio del sendero de Micaloma, Este sendero es utilizado generalmente por personas que desean observar la Laguna, es uno de los senderos que no se requiere de mucho tiempo para poder recorrerlo. Cabe indicar que este sendero para su retorno utiliza parte de la variante del sendero de Micaloma, además posee un mirador con vista a la Laguna. En esta zona existen diferentes tipos de paramo, como el páramo herbáceo y de almohadillas, páramo de pajonales, entre otros.

En la tabla No. 17 se muestran otros datos importantes del sendero Patourco:

Tabla 17. Datos del Sendero Patourco

Nombres	Datos de Ruta
Trayecto de la Ruta	Parte sur oeste de la Montaña de Micaloma
Tiempo Aproximado (h)	0:40
Distancia Total (m)	1.490 metros
Alturas (msnm)	Promedio 3947 Inicio 3939 Máximo 3970 Mínimo 3926 Fin 3941
Sentido del recorrido	Oeste – Este - Oeste
Nivel de dificultad	Baja
Ubicación del Punto de Inicio	UTM (eje X): 808787 UTM (eje Y): 9940445

Fuente: Autor

En la figura No 9 se muestra la Variación altitudinal del Sendero Patourco, desde la vista Transversal sentido Oeste – Este – Oeste:

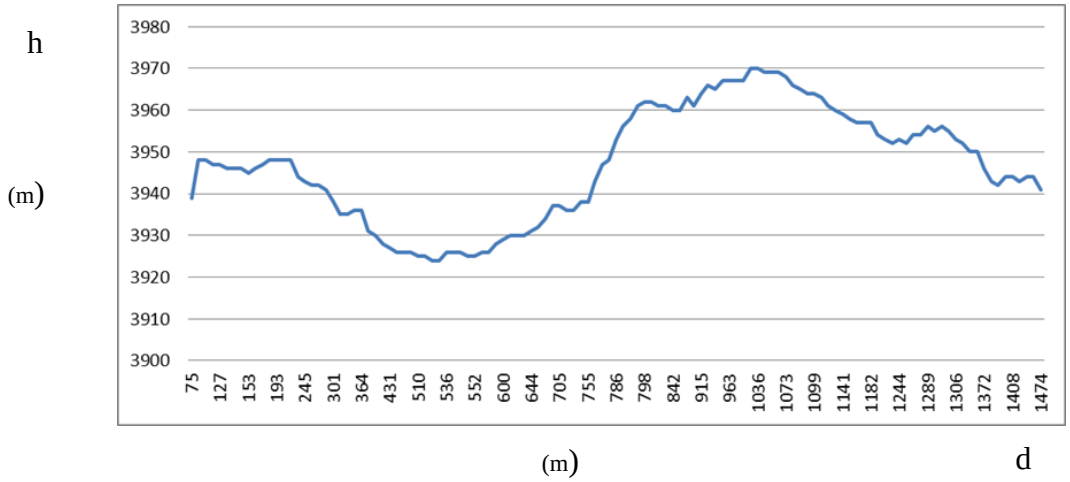


Figura. 9 Variación Altitudinal del Sendero Patourco

Fuente: Autor en base a los datos generados por el Navegador Garmin

En la figura No. 10 se muestra el Mapa de ubicación del Sendero Patourco:

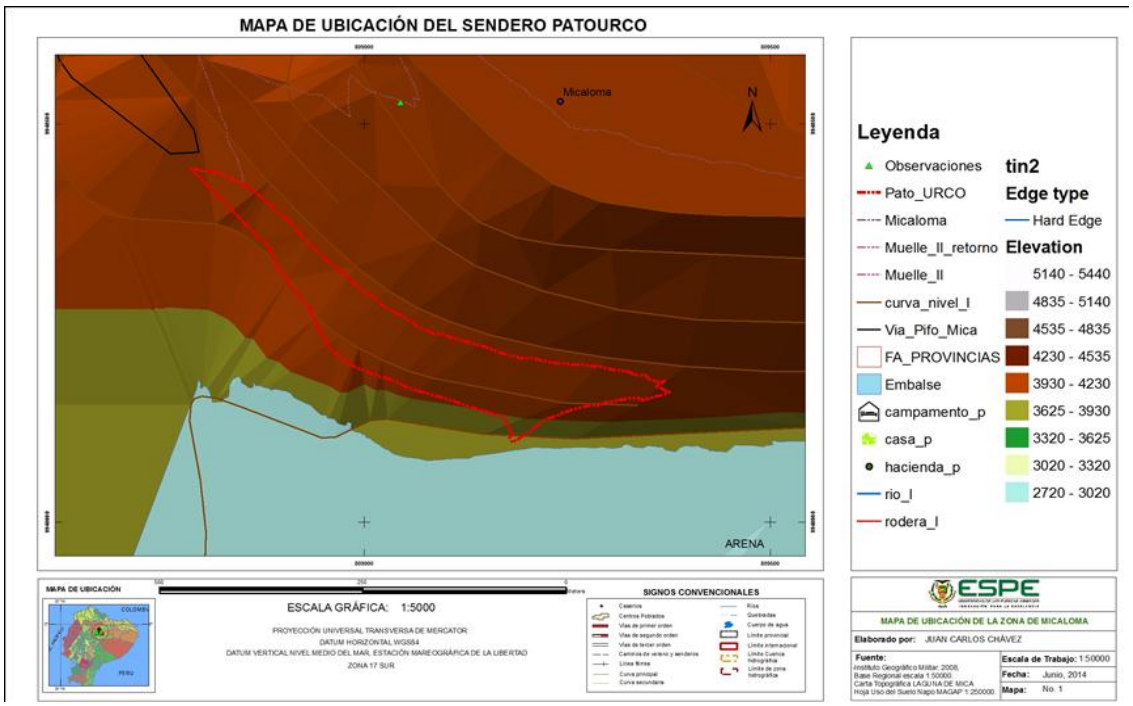


Figura. 10 Mapa de ubicación del Sendero Patourco

Fuente: Instituto Geográfico Militar, 2011. Adaptado por: Autor

4.1.7.3 Sendero Gallaretas

Este sendero se encuentra localizado en la parte norcentral del Embalse La Mica aproximadamente a 2150 metros de la guardianía de la Mica, este sendero empieza en el la zona de la pirámide (antes del muelle II, justo donde era la casa del Club Aventura Sport), Este sendero es utilizado generalmente por personas que desean observar aves como las gallaretas (*Fulica ardesiaca)*, es uno de los senderos que no se requiere de mucho tiempo para poder recorrerlo, desde el punto de inicio del sendero, más no desde la entrada a la reserva, razón por la cual resulta complicado poder recorrerlo. Vale la pena mencionar que para el recorrido de este sendero existen dos miradores de las Gallaretas. En esta zona existen dos tipos de paramo, el páramo herbáceo y de almohadillas, y el páramo de pajonales.

En la Tabla No. 18, se muestran otros datos relevantes del Sendero Gallaretas:

Tabla 18. Datos del Sendero Gallaretas

Nombres	Datos de Ruta
Trayecto de la Ruta	Parte sur este de la Montaña de Micaloma cercano al Muelle II
Tiempo Aproximado (h)	0:35
Distancia Total (m)	600 metros
Alturas (msnm)	Promedio 3952 Inicio 3964 Máximo 3964 Mínimo 3944 Fin 3956
Sentido del recorrido	Este – Oeste; y Oeste – Este
Nivel de dificultad	Baja
Ubicación del Punto de Inicio	UTM (eje X): 810742 UTM (eje Y): 9940198

En la Figura No. 11 se muestra la Variación altitudinal del sendero Gallaretas, según la vista transversal sentido Oeste – Este:

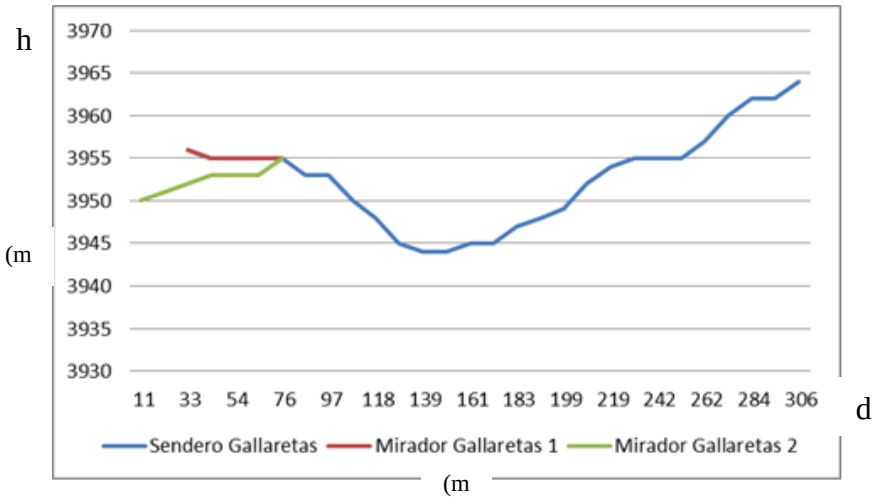


Figura. 11 Variación Altitudinal del Sendero Gallaretas

Fuente: Autor en base a los datos generados por el Navegador Garmin

Mientras que en la Figura No. 12 se muestra el Mapa de ubicación del Sendero Gallaretas:

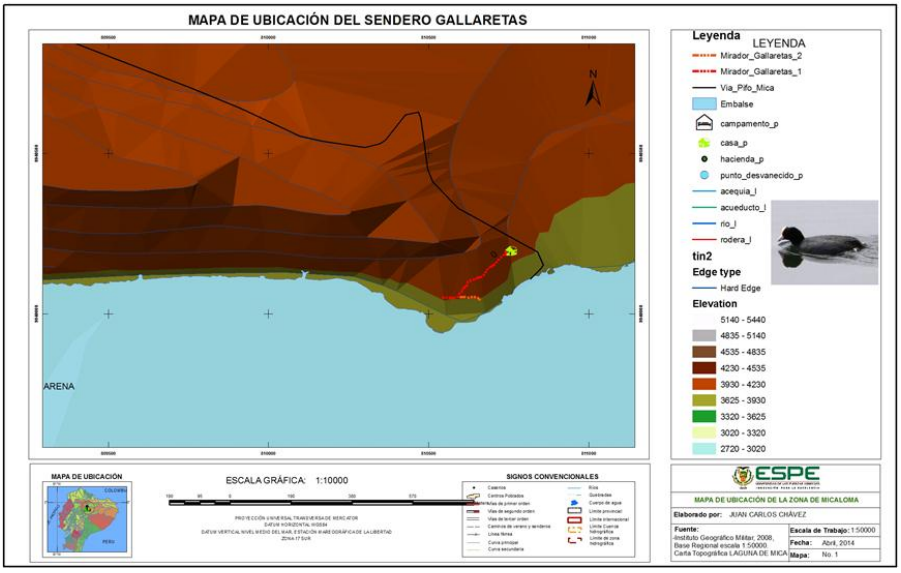


Figura. 12 Mapa de ubicación del Sendero Gallaretas

Fuente: Instituto Geográfico Militar, 2011. Adaptado por: Autor

4.1.8 Vías de Acceso

El ingreso a la Reserva Ecológica Antisana, sector La Mica, se lo realiza desde la ciudad de Quito recorriendo 32 kilómetros por una vía de primer orden que llega hasta la población de Pintag; desde Pintag hasta la REA existe aproximadamente 35 kilómetros más. Del parque de Pintag se toma la vía a San Alfonso, se pasa por las canteras del Flujo de Lava de Antisanilla (camino de segundo orden aproximadamente 1,2 kilómetros), se sigue el camino pasando por el mirador del Peñón del ISCO, se pasa el primer control y se sigue el camino por unos 20 minutos más hasta llegar al ingreso a la Reserva. El camino tiene en su mayoría asfalto, desde Pintag hace falta mantenimiento de la vía, en la zona de las canteras existe el tramo de 1,2 kilómetros de camino de segundo orden y posterior a esto el camino se vuelve nuevamente asfaltado y es mantenido por la EPMAPS. Existe señalética que fue implementada en el año 2011, por parte del MAE y del MINTUR.

4.2 Aspectos Físicos y Climáticos

Con este ítem, se pretende demostrar la constitución y naturaleza de la zona de Micaloma y sus alrededores. En relación a los aspectos climáticos, se procura establecer las condiciones climáticas atmosféricas, su relación con la temperatura, radiación solar entre otras condiciones atmosféricas y telúricas de la mencionada zona de estudio.

4.2.1 Geología

Para la caracterización de esta zona geológica, se utilizaron investigaciones realizadas por (Wolf, 1982), además del uso de mapas como: Mapa geológico de la República del Ecuador (Spencer, 1993), y la hoja Geológica de Pintag (Malo, 1981 – 1983).

Ya refiriéndose netamente en el aspecto geológico, en la zona de estudio afloran rocas cuyas edades varían desde el Paleozoico hasta el Holoceno, se puede distinguir un basamento metamórfico en el oriente, luego rocas volcánicas jóvenes de tipo andesita – basálticas con recubrimientos piroclásticos hacia el Oeste.

Como referencia se adjunta en la Figura No. 13, en donde se indica que en la zona de estudio según su litología predominan tres zonas importantes:

a) Lava, Piroclastos, correspondientes a la Formación Antisana;
b) Lahares; y,
c) Depósitos Fluvio – Glaciares.

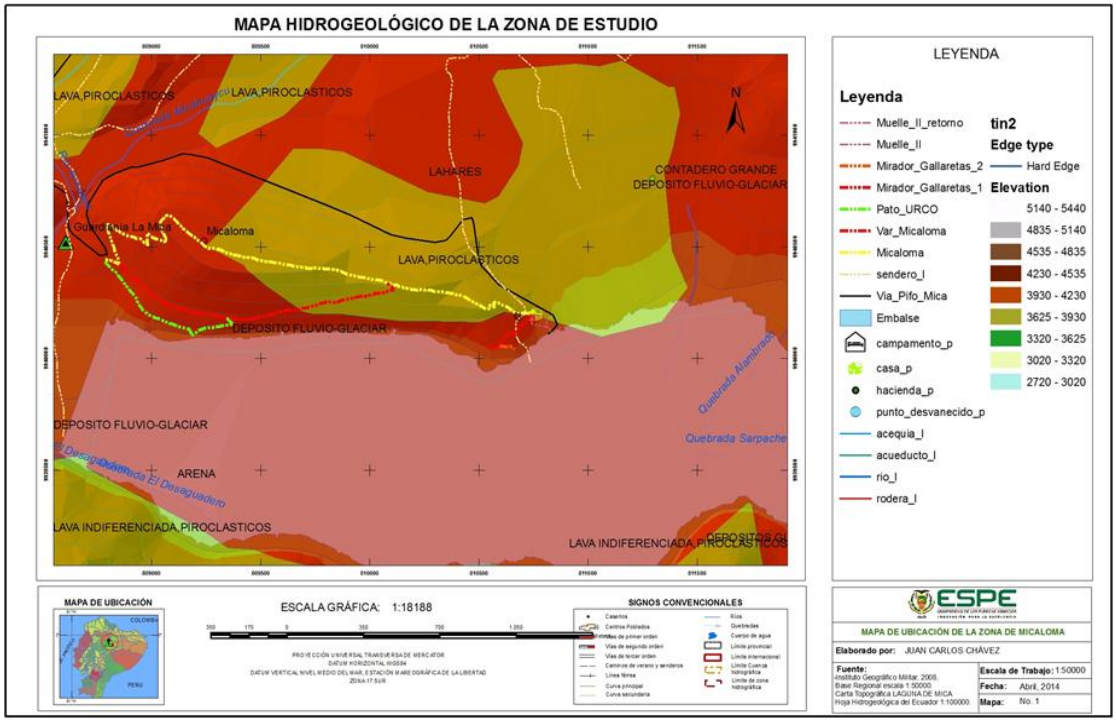


Figura. 13 Mapa Hidrogeológico de la Zona de Estudio

Elaborado por: Autor, en base a la hoja geológica escala 1 : 100000 del IGM

En la tabla No. 19 se muestra información hidrogeológica de la zona de estudio:

Tabla 19. Información Hidrogeológica de la zona de estudio

Litología	Código	Formación	Edad	Permeabilidad	Tipo de Permeabilidad	Símbolo
Lava, Piroclásticos	B1	Volcánicos Antisana	Cuaternaria	Baja a Media	Por Figuración	P_{An}
Lahares	A2		Cuaternaria	Media a Alta	Porosidad Intergranular	Lh
Depósito Fluvio - Glaciar	A2		Cuaternaria	Media a Alta	Porosidad Intergranular	gu

Fuente: Instituto Geográfico Militar

4.2.2 Vulcanismo – Volcánicos Antisana (Pleistoceno – Holoceno)

El Volcán Antisana es el cuarto volcán más alto del Ecuador, se localiza a los 78º 08’Longitud Oeste y 0º 27’ Latitud Sur, en el límite provincial entre Pichincha y Napo aproximadamente a 55 km. Al sureste de la ciudad de Quito, sobre la cordillera oriental

de los Andes, su máxima elevación posee 5758 msnm. Se menciona acerca de este Volcán ya que la misma área de estudio se encuentra ubicada dentro del Grupo Volcánicos Antisana.

Según información general del instituto Geofísico de la Escuela politécnica Nacional – IG EPN, indica que este tipo de volcán, es un Estratovolcán cónico con escarpe de deslizamiento y su estado es activo.

*"*Constituye un estrato- volcán, litológicamente compuesto por un sin número de depósitos de brechas volcánicas, lavas y material piroclástico endurecido; sus flancos presentan pendientes que varían entre el 56 y 67 % con un casquete glaciar en su parte somital. Es un volcán activo, que ha reportado ya algunos eventos eruptivos, entre los que se destacan: El gran derrame lávico de Cuyuja, cuyo punto de emisión se ubica en el flanco oriental del antiguo edificio, descendió por los flancos orientales hasta alcanzar el valle del río Quijos y bajar por éste hasta los sectores aledaños a la población de Baeza. Remanentes de este flujo se observan a lo largo del valle del rio mencionado, formando terrazas con laderas escarpadas. Existe un solo evento eruptivo de esta magnitud y estilo en la historia del Antisana, que se cree se originó hace 18.000 o 19.000 años AP (aproximadamente 20.950 AC)*."* (MAE, 2002).

En el caso de una posible erupción futura, el Plan de Manejo de la Reserva Ecológica Antisana (MAE, 2002), señala que se podrían tener los siguientes riesgos:

Flujos De Lava

Corrientes de roca fundida relativamente fluidas, que descenderían por los drenajes principales, con velocidades que dependerán de la pendiente del terreno,

viscosidad y volumen emitido, las zonas de mayor y menor peligro se circunscriben a la parte somital del edificio (Mejía, 1997).

Flujos Piroclásticos

Masas nubosas incandescentes compuestas por cenizas, fragmentos de roca, piedra pómez y gases, viajarían por las laderas del volcán, a grandes velocidades a temperaturas que fluctuarían entre 350°C y 1000°C.

Lahares

Se trata de una mezcla de rocas, cenizas, pómez y agua, que como producto de los deshielos ocasionados por la actividad volcánica, fluyen a altas velocidades siguiendo los cursos de los ríos y/o drenajes. En el Mapa de los Peligros Volcánicos Potenciales Asociados con el Volcán Antisana, los potenciales lahares descenderían por el río Papallacta al norte y río Antisana al sur, generando inundaciones en los valles aluviales de estos dos.

Caída de Piroclastos

El término piroclastos se usa para describir a fragmentos de roca fundida o sólida de diferente tamaño, cenizas y gases, que han sido arrojados a la atmósfera.

El material piroclástico fino, sería transportado por el viento hacia los sectores noroccidentales de la región estudiada." (MAE, 2002).

4.2.3 Mineralogía

Según el Mapa Tectono - Metalogénico de la República del Ecuador (Spencer, 2003) el área de estudio se localiza dentro de la Provincia Metalogénica Occidental

(Mesozoico – Cenozoico), y esta a su vez se encuentra dentro de la Sub Provincia Polimetálica del Antiplano.

4.2.4 Topografía

La topografía del Área de estudio está sujeta a los páramos volcánicos. Tal interpretación se basa en los reconocimientos de campo del área, la cartografía en escala 1: 50000 y fotografías a la zona editadas por el Instituto Geográfico Militar (IGM), e información bibliográfica.

Los *páramos volcánicos* comprende el área de suelos de origen volcánico y de depósitos cuaternarios ubicados sobre los 3500 m.s.n.m. en el sector oriental de la zona de estudio. Encierra el sector lacustre de Micacocha hasta Micaloma, hacia el norte. Se caracteriza por presentar una topografía esencialmente ondulada con cerros de pendientes generalmente suaves y planicies pantanosas. La presencia de quebradas que alimentan a la laguna, es otra característica. Según información proporcionada por la Gerencia de Operaciones de la EPMAPS el Embalse de la Mica se encuentra ubicado a una altitud de 3920,5 msnm., en su nivel máximo de aprovechamiento y en su nivel mínimo de aprovechamiento es 3909,5 msnm, la longitud de la presa tiene 780m y una superficie del embalse de 3, 72 Km^2.

El área topográfica descrita se halla en la Cordillera Real (oriental) de los Andes.

El rango altitudinal está entre los 3920m.s.m.n. (cota en la zona de la Mica) y los 4094 msnm. (Punto más alto de la zona de Micaloma).

Los paisajes del área de estudio, son formas heredadas Paleo Glaciares, que se derivan de asociaciones, de valles glaciares, cuchillas, rocosas, lagos morrenas, entre

otros. Estos paisajes tienen cobertura de proyecciones de piroclastos recientes: andosoles desaturados negros.

4.2.5 Geomorfología y Fisiografía

"Las tierras frías de los Andes, constituyen un conjunto original de paisajes, que todo visitante guarda en su memoria luego de una estancia en el medio andino." (Winckell, 1997).

Ciertos sectores de la zona de estudio tienen un alto valor ecológico, ya que poseen un alto grado de conservación. Además dentro de la zona de estudio se encuentra el sector de páramos y lagunas en suelos volcánicos con las siguientes características particulares:

"*Sobre los suelos de origen volcánico situados al occidente de la zona se hallan los páramos de Stipa ichu (paja) como planta herbácea predominante y el Embalse de la Mica sobresaliendo entre otras cercanas al área de estudio*" (Winckell, 1997).

Existen áreas no intervenidas y rodales propios de vegetación arbustiva ubicados principalmente en las zonas laterales norte y sur de la cresta de la montaña de Micaloma, a lo cual se agrega la vegetación particular alrededor del Embalse. El interés ecológico de esta área radica principalmente, en poder conservar y mantener, la zona y sus áreas circundantes, entre estas se encuentra el Embalse cuyo principal propósito está en abastecer los proyectos de agua potable para la ciudad de Quito.

4.2.6 Clima

La situación geográfica y las épocas del año inciden directamente en el clima de la zona de estudio. Por ejemplo en los volcanes con nieve perpetua y zonas aledañas la temperatura varía desde algunos grados centígrados bajo cero hasta 10ºC y en las zonas más bajas hasta aproximadamente 20ºC.

Según la clasificación climática de (Pourrut, 1983), el área de interés se enmarca en el Clima, en las estribaciones altas de la cordillera andina. Y su línea base meteorológica se detalla a continuación:

- Clima: Ecuatorial Frío de Alta Montaña, sobre los 3.200 msnm (Pourrut, 1983); y,
- Temperatura: Promedio de 5.7° C (2,4 – 6,9).

Como información adicional, un aspecto relevante del volcán Antisana que influye directamente sobre el clima es: *"… la mayor extensión de zonas cubiertas por glaciares sobre la cordillera oriental, tiene que ver con la mayor abundancia de precipitaciones debidas a las masas de aire provenientes de la Amazonía. Esta situación se mantiene todavía en la actualidad: los "nevados" sometidos a dos influencias, como el Cotopaxi o el Antisana, muestran en efecto una clara disimetría entre vertientes. Los límites inferiores de las nieves y hielos permanentes son más bajos al Este."* (Winckell, 1997, pág. 43).

Sobre el anterior párrafo, las siguientes fotos capturadas desde la parroquia de Papallacta en la zona del páramo de la Virgen hacia el lado norte del Antisana, se puede apreciar cómo se forman las masas de aire provenientes de la Amazonía es decir al lado

izquierdo de las fotos, y como existe una mayor extensión de zonas cubiertas por glaciares hacia el lado este o izquierdo:

Figura. 14 Fotos del Volcán Antisana tomadas por el autor para referencia del Clima
Fuente: Autor, 2012

Para la caracterización de los parámetros meteorológicos se dispone de estaciones de registro, la primera ubicada en la Presa La Mica de la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento de Quito - EMAPS, y la segunda es la Estación Papallacta (Código M188) del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología - INAMHI.

Como información relevante la primera se encuentra ubicada a 1,3 Km de la zona de estudio y la segunda se encuentra ubicada a 20 km de la zona de estudio, la segunda estación se la toma como referencia ya que esta estación cuenta con datos históricos de: Heliofanía, Evaporación, Punto de Rocío, Tensión de vapor, Nubosidad; y, así también se tomó como información secundaria referencial: el Mapa Bioclimático de Ecuador (Cañadas & Estrada, 1978) y de información generada por parte del Plan de Manejo de la Reserva Ecológica Antisana (MAE, 2002).

En la tabla No. 20 se presentan los datos de ubicación de las dos estaciones de registro:

Tabla 20. Datos de las estaciones que se consideraron para la caracterización del clima

Estación	Altitud (msnm)	Longitud	Latitud
La Mica Presa	3915	78°13'43" O	00°32’45’’ S
Papallacta	3150	77°08’49’’ O	00°21’47’’ S

Fuente: Anuarios Meteorológicos INAMHI, y EMPAPS
Elaborado por: Autor

4.2.6.1 Heliofanía

La presencia del brillo solar durante el día u horas de sol, en esta zona de estudio es bastante limitada, esto se debe a las masas de aire provenientes de la Amazonía, las cuales chocan con la cordillera Real u Oriental originando nubosidad y precipitaciones.

Así mismo se conoce que la unión de los vientos fríos del callejón interandino, con los vientos cálidos – húmedos de la Amazonía, forman neblinas presentes la mayor parte del año. Esto ocasiona que no exista mucha exposición solar en esta zona, es decir que si en un promedio en la zona ecuatorial se tiene 12 horas de luz solar y 12 horas de sombra, al año en Ecuador se tiene 4380 horas luz. Y en esta zona el promedio de horas luz es casi la quinta parte 953, 85 horas luz al año, es decir en promedio diario tendríamos 2 horas con 37 minutos de luz solar cada día al año.

Los datos se encuentran indicados en la tabla No. 21:

Tabla 21. Parámetros de Heliofanía en la Estación Papallacta (M188) años 2009 - 2010

Año	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Prom (h-luz)	Total
2009	41,4	65,9	79,9	68	88,5	49,7	66	78,5	90,8	89,6	112,8	107,2	78,19	938,3
2010	122,9	62,8	78,5	38,2	100,1	45,5	101	71,9	92,6	105,1	74,2	76,6	80,78	969,4
Prom (h-luz)	82,15	64,35	79,2	53,1	94,3	47,6	83,5	75,2	91,7	97,35	93,5	91,9	79,49	953,85
Máx (h-luz)	122,9	65,9	79,9	68	100,1	49,7	101	78,5	92,6	105,1	112,8	107,2	79,49	953,85
Mín (h-luz)	41,4	62,8	78,5	38,2	88,5	45,5	66	71,9	90,8	89,6	74,2	76,6	79,49	953,85

Simbología de valores por colores:

Valor más alto	
Valor más bajo	
Valor promedio	

Fuente: INAMHI, Anuario Meteorológico, (2011).

En la figura No. 15 se puede apreciar, una representación gráfica de la distribución multianual, en donde se presenta el promedio de Heliofanía según los meses, y allí se puede observar claramente que los meses de menor número de horas luz son los meses de abril y junio. Los meses de mayor número de horas luz serán de septiembre a enero.

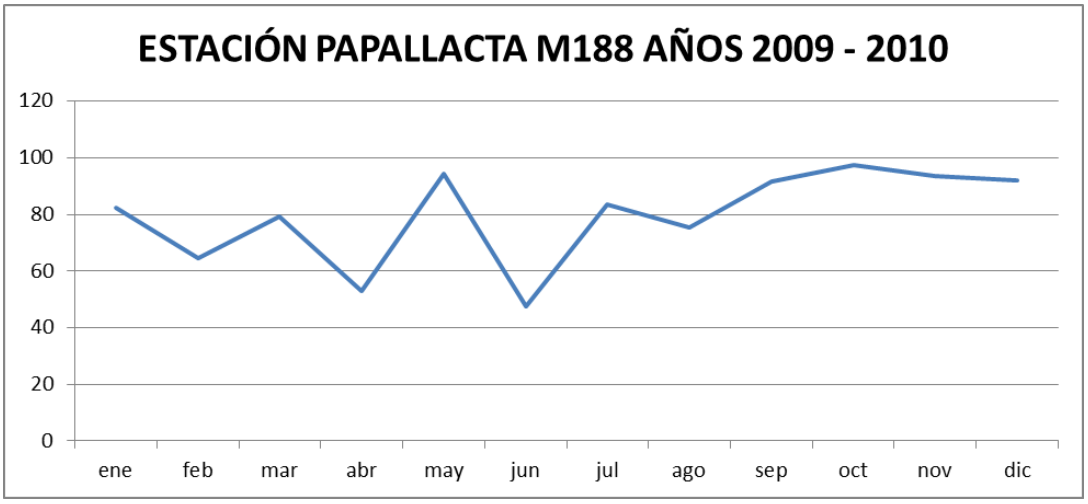


Figura. 15 Distribución Multianual de Heliofanía
Elaborado por: Autor

4.2.6.2 Radiación Solar

La Radiación Solar media permanece relativamente constante durante casi todos los meses del año, únicamente existen picos ascendentes en los meses de julio y septiembre.

Los cuales se pueden observar en la figura No. 16.

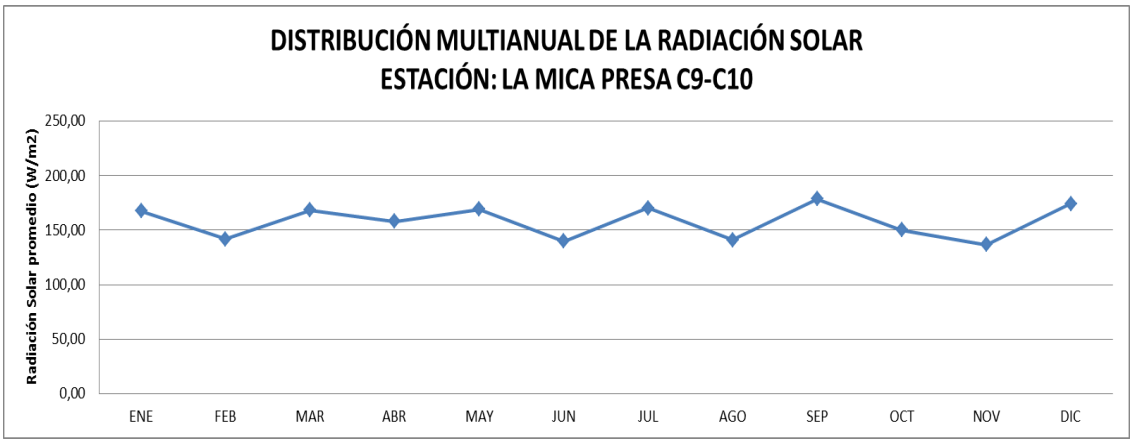


Figura. 16 Distribución Multianual de Radiación Solar
Fuente y Elaborado por: EPMAPS – Gerencia de Operaciones, (2014).

En la tabla No. 22, que puede apreciar que la Radiación Solar media promedio anual es de 184,96 W/m²; la radiación solar mínima promedio registrada en el año 2002 fue de 97,13 W/m² en el mes de noviembre, mientras que la máxima promedio registrada en el año 2005 fue de 244,36 W/m² en septiembre.

Tabla 22. Parámetros de Radiación Solar Media Mensual Estación la Mica C9 – C10 años 2000 - 2010

año	**ene**	**feb**	**mar**	**abr**	**may**	**jun**	**jul**	**ago**	**sep**	**oct**	**nov**	**dic**	**Prom anual W/m²**
2000	151,9											165,2	
2001	151,9		136,1	136,9									
2002	161,6	147,5							151,1	121,8	97,1	110,3	
2003	139,7	129,4				106,5	127,5	126,0					
2004												199,8	
2005		218,2	175,9	188,8	213,0	225,6	240,9	235,8	244,4	190,0	188,4	150,8	206,5
2006	196,7	189,6				206,1	238,7					166,9	
2007	193,3	219,7	212,5	183,9	199,8	173,9	238,7	203,1	179,9	171,5	192,3	167,3	194,7
2008	183,5	186,2	177,1	181,8		193,9	187,8	192,4					
2009	170,5			160,7	163,4	141,8	171,0	161,4	191,3	163,5			
2010	164,6	141,6	168,2	155,3	174,6	137,5	169,1	120,2	166,1	136,4	136,5	174,1	153,7
Prom W/m²	168,2	176,0	174,0	167,9	187,7	169,3	196,3	173,2	186,6	156,7	153,6	162,1	185,0
Máx W/m²	196,7	219,7	212,5	188,8	213,0	225,6	240,9	235,8	244,4	190,0	192,3	199,8	206,5
Mín W/m²	139,7	129,4	136,1	136,9	163,4	106,5	127,5	120,2	151,1	121,8	97,1	110,3	153,7

Simbología de valores por colores:

Valor más alto	
Valor más bajo	
Valor promedio	

Fuente: EPMAPS – Gerencia de Operaciones, (2014).

4.2.6.3 Temperatura del Aire

Como se aprecia en la tabla No. 23, la temperatura media anual del año 2007, único año que se tienen todos los registros mensuales, es de 5,7 °C; la temperatura mínima promedio registrada al año 2008 fue de 2.4 °C en el mes de octubre, mientras que la máxima promedio fue de 6,9 °C en febrero del 2005.

Tabla 23. Parámetros de Temperatura Media de la Estación la Mica C9 – C10 años 2000 – 2010

año	**ene**	**feb**	**mar**	**abr**	**may**	**jun**	**jul**	**ago**	**sep**	**oct**	**nov**	**dic**	Prom. Anual (°C)
2000	5,1										5,7	5,5	
2001	4,9	5,4	5,4	5,4	5,6	5,1			5,0	5,6	5,6	6,0	
2002	5,6	5,8							5,3	5,4	5,6	5,9	
2003	5,6	5,7					5,0	5,2		5,5			
2004												5,3	
2005		6,9	6,6	6,7		6,4	5,9	6,0	6,1	6,4	6,2	6,3	
2006	6,1	6,2	6,2	6,2		5,8	5,7	5,7	5,7			6,2	
2007	6,1	5,6	5,9	6,0	5,9	5,6	5,3	5,4	5,3	5,5	5,7	5,7	5,7
2008	5,8	5,7	5,6	5,8	5,8	5,7	5,4	5,3	4,4	2,4			
2009						4,9		4,8					
2010	5,9	6,3	6,2	6,5	6,4	5,9	5,6		5,6	5,7			
Prom. (°C)	5,7	6,0	6,0	6,1	5,9	5,6	5,5	5,4	5,4	5,2	5,8	5,8	5,7
Máx. (°C)	6,1	6,9	6,6	6,7	6,4	6,4	5,9	6,0	6,1	6,4	6,2	6,3	5,7
Mín. (°C)	4,9	5,4	5,4	5,4	5,6	4,9	5,0	4,8	4,4	2,4	5,6	5,3	5,7

Simbología de valores por colores:

Valor más alto	
Valor más bajo	
Valor promedio	

Fuente: EPMAPS – Gerencia de Operaciones, (2014).

La temperatura media anual permanece relativamente constante durante casi todos los meses del año, solamente existe una pequeña diferencia de temperatura que desciende de junio a octubre. Esta relación se puede apreciar en la figura No. 17.

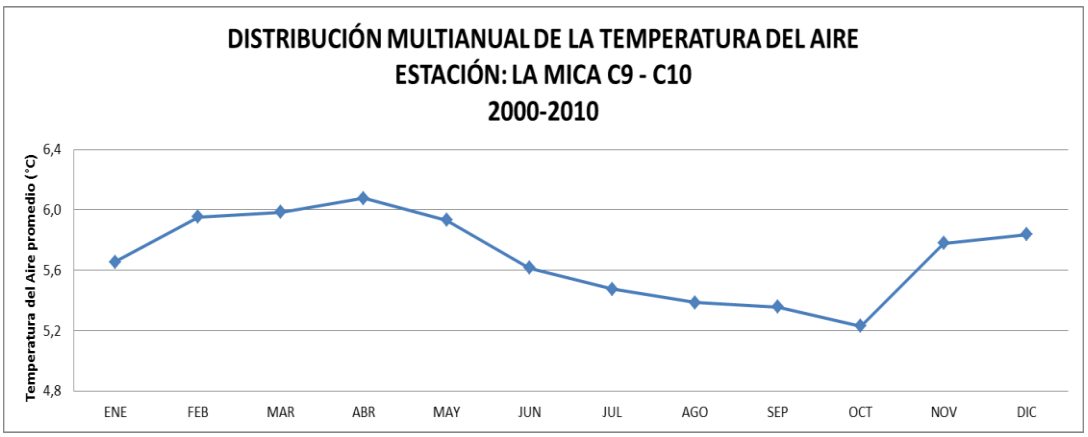


Figura. 17 Distribución Multianual de la temperatura del Aire
Fuente y Elaborado por: EPMAPS – Gerencia de Operaciones, (2014).

4.2.6.4 Vientos

La velocidad promedio del viento anual del año 2008 (año que se tiene la mayoría de registros mensuales,) es de 3,3 m/s o 11, 88 km/h; mientras que la velocidad mínima promedio registrada al año 2008 fue de 2.3 m/s o 8,28 km/h en el mes de abril, y la máxima promedio fue de 5,75 m/s o 20,7 km/h en septiembre del 2009.

Sin embargo, según Páez en el año de 1993 él menciona que “Los vientos son más fuertes entre los meses de julio y septiembre, su dirección es de Sureste SE a Noroeste NO y su velocidad registrada es de 20 m/s o 72 Km/h”.

En la tabla No. 24 se presenta los parámetros de la Velocidad del viento durante el periodo 2000 al 2010:

Tabla 24. Parámetros de La Velocidad del Viento Estación la Mica C9 – C10 años 2000 – 2010

año	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Prom Anual (m/s)
2000											3,51	3,59	
2001	3,21	3,74	2,84	3,72	3,54	5,03	5,35		3,38	3,78	3,48		
2002								4,36					
2003	3,65	3,56	4,41		5,16	3,47	4,41	4,28	3,51				
2004												2,92	
2005	3,58	3,24	3,26	3,16									
2006												3,32	
2007										2,83	3,38	3,03	
2008	3,46	2,80	3,00	2,30	3,29	3,38	3,57	3,36	3,68	4,10	3,38		3,30
2009	3,65	4,26		3,86		4,31	5,50	5,22	5,75	3,56	3,88		
2010	4,88	5,06	4,33	3,58	3,71	4,47	3,85	4,39					
Prom. (m/s)	3,74	3,78	3,57	3,32	3,92	4,13	4,54	4,32	4,08	3,57	3,53	3,22	3,30
Máx. (m/s)	4,88	5,06	4,41	3,86	5,16	5,03	5,50	5,22	5,75	4,10	3,88	3,59	3,30
Mín. (m/s)	3,21	2,80	2,84	2,30	3,29	3,38	3,57	3,36	3,38	2,83	3,38	2,92	3,30

Simbología de valores por colores:

Valor más alto	
Valor más bajo	
Valor promedio	

Fuente: EPMAPS – Gerencia de Operaciones, (2014).

En la figura No. 18 se puede apreciar como en el mes de julio existe un mayor incremento de la velocidad del viento, es decir existe una mayor evapotranspiración, lo cual también incide directamente en la temperatura del aire, es decir a mayor velocidad del viento, mayor brisa y estabilización de la temperatura.

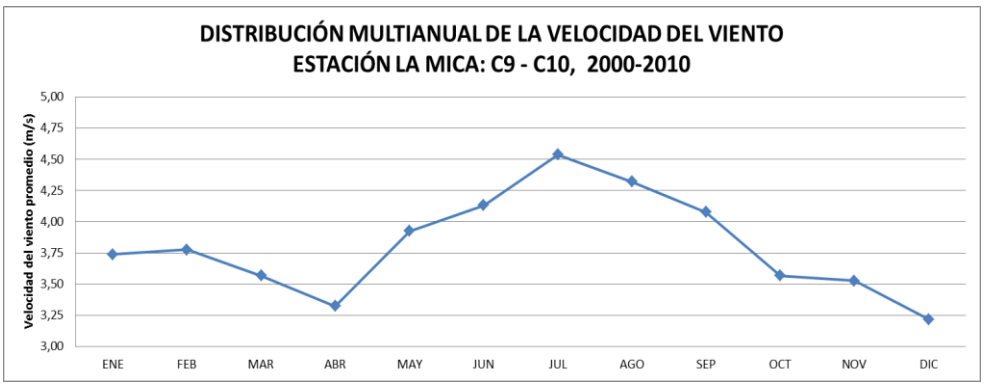


Figura. 18 Distribución Multianual de la Velocidad del Viento
Fuente y Elaborado por: EPMAPS – Gerencia de Operaciones, (2014).

4.2.6.5 Humedad Relativa

La humedad del aire se debe al vapor de agua que se encuentra presente en la atmósfera. El vapor procede de la evaporación de los mares y océanos, de los ríos, los lagos, las plantas y otros seres vivos. La cantidad de vapor de agua que puede absorber el aire depende de su temperatura. El aire caliente admite más vapor de agua que el aire frío (Wikipedia®, 2014).

La humedad relativa promedio anual es de 86,9 %; mientras que la Humedad Relativa mínima promedio registrada en el año 2005 fue de 76,2 % en el mes de noviembre, y la Humedad Relativa máxima promedio registrada en el año 2004 fue de 92,4 % en el mes de marzo. Esta explicación puede ser observada en la tabla No. 25:

Tabla 25. Parámetros de Humedad Relativa Estación la Mica C9 – C10 años 2000 - 2010

AÑO	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	**Prom. Anual (%)**
2000	90,3	88,9							87,6	84,3	80,2	84,2	
2001	84,9	86,7	87,8	89,0	88,0	87,4	90,2	84,0	86,2	79,5	82,5	85,8	86,0
2002	81,9	84,4	89,0									87,8	
2003	85,7	88,2	90,5	89,0	90,1	89,7	88,9	87,3	87,6	85,7	86,5		88,1
2004		86,2	92,4									83,7	
2005	84,9	87,1	88,6	90,1	82,7	89,1	86,8	87,3	86,1	86,8	76,2	88,4	86,2
2006	88,7	86,9	89,0	89,2	91,2							88,9	
2007	87,7	81,4	89,4	89,6	88,7	91,9	86,2	90,2	90,9	88,1	88,6	88,1	88,4
2008	88,8	89,5	89,3	89,6	90,5	89,8	91,2	89,8	87,8	88,0	87,7		89,3
2009	86,8	88,1		87,6	86,0	87,5	86,2	87,4	81,3	86,2	81,6	87,8	86,0
2010	84,0	86,6	85,3	86,2	82,5	87,1	84,4	86,8	81,3	84,3	87,1	86,9	85,2
2011	82,1	85,9	85,6	87,4	85,2	86,6	88,7	83,7	86,8	82,0	81,4	86,9	85,2
2012	87,4	87,8	88,2	87,2	89,6	85,6	87,5	80,4	88,6	85,7	86,2	87,9	86,8
2013	88,6	90,7	88,7	87,3	88,1	86,8							
Prom. (%)	86,3	87,0	88,6	88,4	87,5	88,1	87,8	86,3	86,4	85,1	83,8	86,9	86,9
Máx. (%)	90,3	90,7	92,4	90,1	91,2	91,9	91,2	90,2	90,9	88,1	88,6	88,9	90,4
Mín. (%)	81,9	81,4	85,3	86,2	82,5	85,6	84,4	80,4	81,3	79,5	76,2	83,7	82,4

Simbología de valores por colores:

Valor más alto	
Valor más bajo	
Valor promedio	

Fuente: EPMAPS – Gerencia de Operaciones, (2014).

La Humedad Relativa permanece relativamente constante durante casi todos los meses del año, únicamente existe un descenso en el mes de noviembre. Tal como se aprecia en la figura No. 19.

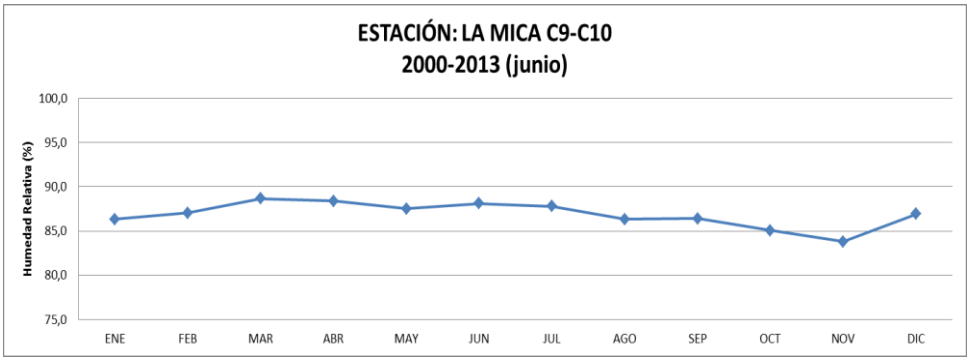


Figura. 19 Distribución Multianual de la Humedad Relativa

Fuente y Elaborado por: EPMAPS – Gerencia de Operaciones, (2014).

4.2.6.6 Precipitación

Los datos de precipitación, fueron proporcionados por la EPMAPS, y son los únicos datos que se presentarán hasta el año 2014. En la figura No. 20 se observa que la Precipitación permanece relativamente constante durante los meses de agosto a febrero, meses en donde se bajan los niveles de caudales en los ríos amazónicos, mientras que en los meses de abril y junio existen picos ascendentes de mayor cantidad de precipitación.

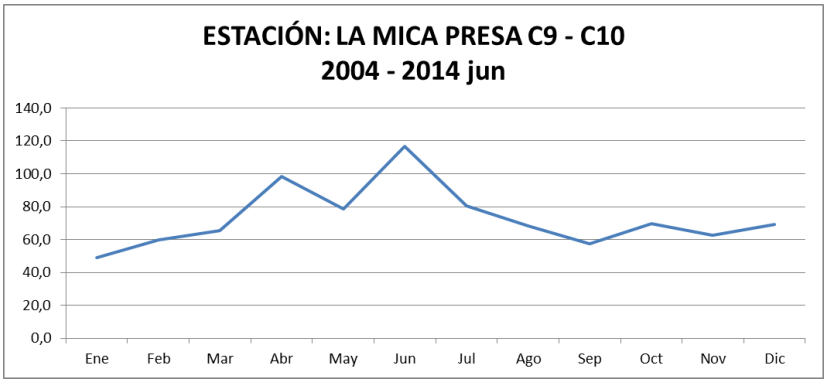


Figura. 20 Distribución Multianual de Precipitación

Fuente: EPMAPS – Gerencia de Operaciones, (2014). Elaborado por: Autor

En la tabla No. 26, la precipitación mínima mensual registrada en el año 2005 fue de 3,7 mm en el mes de noviembre, mientras que la precipitación máxima mensual fue registrada en el presente año 2014 y fue de 199 mm en el mes de junio. Anualmente todavía no se cree pertinente hablar sobre un valor anual de precipitación, ya que las precipitaciones mensuales deben haber sido observadas por un periodo de por lo menos 20 a 30 años, periodo de observación largo para poder evaluar correctamente las características objetivas del clima.

Tabla 26. Parámetros de Precipitación Anual Estación la Mica C9 – C10 años 2004 - 2014

año	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Total
2004	9,9	51,6	28	102,4	75,1	50,2	93,1	49	46,7	56,2	32,6	45	639,8
2005	11,8	48,7	98,6	142	57,4	99,6	54,1	19,8	31,8	45,9	3,7	124,2	737,6
2006	15	43,6	111,5	107,2	66,6		14,1	29,3	59,4				
2007		19,1	64,9	113,6	55,5	210	34,8	102	48,4	57,7	73,6	69,2	
2008	45,8	87,6	48,9	26,1	153,9	126,3	84,3	58,6	105,3	169,2	106,7	83,3	1096
2009	88,8	54,7	48,4	81,1	76,8	102,5	128,5	71,6	18,1	41,2	24,4		
2010	36,2	40,1	45,6	110,8	29,5	144,3	43,4	122,3	84,9	51,8	153,4	68,3	930,6
2011	49,8	118,2	71,7	148,2	99,5	85,2	126,5	72,8	62,7	51,1	84,3	94,7	1064,7
2012	86,2	62,9	58,5	107,2	51,4	90,7	100,3	91,7	45,5	69,1	37,1	40	840,6
2013	69,9	124,4	75,8	64,8	100,2	61,1	123,5	64,7	70	85,5	49,3	30,4	919,6
2014	74,2	8	70	78,1	100,7	199,0							
Prom (mm.)	48,8	59,9	65,6	98,3	78,8	116,9	80,3	68,2	57,3	69,7	62,8	69,4	73,0
Máx (mm.)	88,8	124,4	111,5	148,2	153,9	199,0	128,5	122,3	105,3	169,2	153,4	124,2	
Mín (mm.)	9,9	8	28	26,1	29,5	50,2	14,1	19,8	18,1	41,2	3,7	45	

Simbología de valores por colores:

Valor más alto	
Valor más bajo	
Valor promedio	

Fuente: EPMAPS – Gerencia de Operaciones, (2014). Elaborado por: Autor

En la tabla No. 27 se muestra el número de días de precipitación en dos periodos de años tomados por el INAMHI. Existiendo meses como el mes de junio de 1998 que ha llovido todo el mes, y en meses como el mes de noviembre de 2009 en que únicamente ha llovido dos días.

Tabla 27. Número de días con precipitación Estación Papallacta (M188) años 1990 – 1998 y 2003 - 2010

año	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	**Prom. días Precip**
1990	18	13	24	20	26	29	21	23	21	15	16	23	20,75
1991	17	15	25	24	25	20	26	27	20	19	22	11	20,92
1992	10	12	22	19		21		24	23	19	13	21	18,40
1993	18	17	29	20		21	21	19	21	16	17	18	
1994	16	16	25	20	26	24	21	22	19	16	25	20	20,83
1995	12	9	18	22	26	24	24	19	19	16	17	15	18,42
1996	12	23	22	22	19	21	21	21	20	20	8	17	18,83
1997	18		12	25	27	20	25	20	15	15	20	16	
1998	20	13	17	21	21	30	29	25					
2003			23	21	24		25	19	24	23	20	20	
2004	8	17	21	23	26	26	27	22	24	22	18	15	20,75
2005	14	21	27	26	20	25	20		21	16	14		
2006	22	18	26	26	21	24	23	22	21	14	22	21	21,67
2007	12	11	19	26	21				25	23	24	25	
2008	20	19	16	24	19	22	22	22	20	19	12	21	19,67
2009	18	14			17	22	20	20	16	17	2		
2010	11	16	16	20	17	22	20	20	14	14		11	
Prom.	15	16	21	22	22	23	23	22	20	18	17	18	19,83
Máx.	22	23	27	26	27	30	29	27	25	23	25	25	19,83
Mín.	8	9	12	19	17	20	20	19	14	14	2	11	19,83

Simbología de valores por colores:

Valor más alto	
Valor más bajo	
Valor promedio	

Fuente: INAMHI, Anuarios Meteorológicos, (1990 – 1998 y 2003 - 2010).
Elaborado por: Autor

En la figura No. 21 se muestra que los meses con menor número de días con precipitación son los meses de enero, febrero y noviembre, existiendo una tendencia ascendente en los meses de marzo, abril, junio y julio.

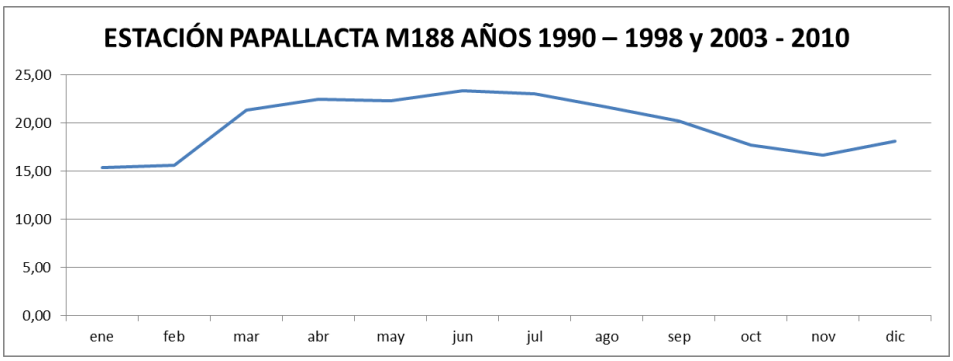


Figura. 21 Distribución multianual de días de precipitación

Fuente: INAMHI, Anuarios Meteorológicos, (1990 – 1998 y 2003 - 2010). Elaborado por: Autor

4.2.6.7 Nubosidad

Los datos de nubosidad, fueron obtenidos en base de los anuarios meteorológicos del INAMHI. La tabla No. 28, indica que la nubosidad mínima mensual registrada en el año 2008 fue de 5 octas en el mes de noviembre, mientras que la nubosidad máxima mensual de 8 Octas tiene varios registros desde el año 2004 hasta el año 2010, y estos registros mayoritariamente se sitúan durante el primer semestre del año. El promedio de Nubosidad en este rango multianual de tiempo registra un valor de 6,93 Octas es decir cielo casi cubierto, aunque no completamente.

Tabla 28. Parámetros de Nubosidad Media Estación Papallacta (M188) años 2003 - 2010

año	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	**Prom. Octas**
2003			7	7	7		7	7	7	7	7	7	
2004	7	7	8	7	7	8	8	7	7	7	7	7	7,25
2005	7	8	7	8	7	8	7	7	7	7	7	7	7,25
2006	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7,00
2007	8	7	8	8	7	8	7	7	7	7	7	6	7,25
2008	6	6	6	6	7	7	7	6	6	6	5	6	6,17
2009	7	7	6		6	7	7	7	6	6	6	6	
2010	6	7	7	7	7	8	7	7	7	7	7	7	7,00
Prom(Octas)	6,86	7,00	7,00	7,14	6,88	7,57	7,13	6,88	6,75	6,75	6,63	6,63	6,93
Máx (Octas)	8,00	8,00	8,00	8,00	7,00	8,00	8,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	6,93
Mín (Octas)	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	7,00	7,00	6,00	6,00	6,00	5,00	6,00	6,93

Simbología de valores por colores:

Valor más alto	
Valor más bajo	
Valor promedio	

Fuente: INAMHI, Anuarios Meteorológicos, (2003 - 2010).

En la figura No. 22 se puede observar que los picos ascendentes de nubosidad media se encuentran en los meses de Abril y mayormente en Junio. La Nubosidad Media permanece relativamente constante durante los meses de agosto a marzo, existiendo una tendencia hacia la baja en los meses de noviembre y diciembre, meses en donde existe menor cantidad de precipitación en la región amazónica.

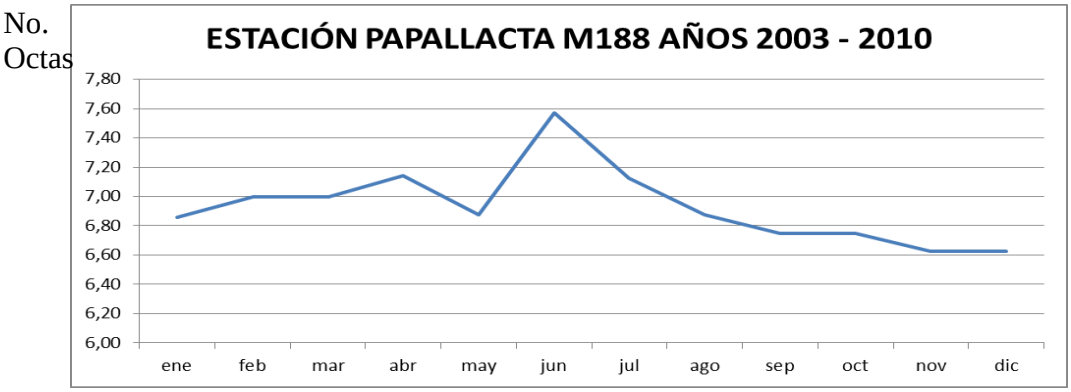


Figura. 22 Distribución Multianual de Nubosidad Media
Fuente: INAMHI, Anuarios Meteorológicos, (2003 - 2010). Elaborado por: Autor

4.2.6.8 Presión Atmosférica

La presión atmosférica fue tomada con un barómetro el martes 14 de enero del 2014, a una altura aproximada de 4047 msnm, a las 14:25. La presión tomada fue de 624 hPa, esto equivale en Torr a una presión de 468 mmHg.

4.2.6.9 Punto de Rocío

Los datos de Punto de Rocío, han sido obtenidos en base de los anuarios meteorológicos proporcionados por el INAMHI para la estación Hidrometeorológica de Papallacta. En la tabla No. 29, se aprecia que el Punto de Rocío mínimo mensual se encuentra registrado en el año 2007 con 6,8°C en el mes de noviembre, mientras que el

Punto de Rocío máximo mensual fue de 10.4 °C registrado en el año 1993 en el mes de abril. El promedio de Punto de Rocío en este rango multianual de tiempo registra un valor de 8,59 °C.

Tabla 29. Parámetros del Punto de Rocío en la Estación Papallacta (M188) años 1990 - 2010

año	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Prom. °C
1990	9,10	9,20	9,00	9,20			7,70	7,50	8,60	9,10	9,20		
1991	8,80	8,90	10,00	9,50	9,70		8,40	7,30	8,60	8,80	9,50		
1992	9,70	9,70		9,90		9,10		8,20					
1993				10,40	9,70	9,00	8,50	8,30	8,80	9,40	10,00	10,10	
1994	9,50	9,10	9,50	9,50	9,50	8,60	8,10	8,10	8,80	9,50		9,70	
1995		9,40	9,70		9,60	9,40	8,80	9,00		9,70			
1996					10,00			8,20					
2003			8,50	8,90	8,80		7,50	8,20	8,40	8,70	8,80	8,40	
2004	8,30	8,20	9,10	8,70	9,30	7,80	7,70	7,00	7,70	8,50	8,80	8,50	8,30
2005	8,50	9,40	9,00	9,40	8,50	8,50	7,20	7,70	8,00	8,40	8,40	8,20	8,43
2006	8,10	8,60	8,60	8,50	8,70	7,70	7,30	7,50	7,40	8,30	8,50	8,70	8,16
2007	8,90	7,30	8,50	9,00	8,80		7,20	7,20	7,20	7,20	6,80	8,40	
2008	8,50	8,30	8,30	8,70	8,30	8,10	7,50	7,40	7,70	8,20	8,50	8,50	8,17
2009	8,60	8,30	8,60		8,40	8,10	7,70	8,00	7,50	8,60	8,60	8,60	
2010	8,10	9,30	9,10	9,70	9,40	8,50	8,10	7,40	7,70	8,00	8,00	8,20	8,46
Prom (°C)	8,74	8,81	8,99	9,28	9,13	8,48	7,82	7,80	8,03	8,65	8,65	8,73	8,59
Máx (°C)	9,70	9,70	10,00	10,40	10,00	9,40	8,80	9,00	8,80	9,70	10,00	10,10	8,59
Mín (°C)	8,10	7,30	8,30	8,50	8,30	7,70	7,20	7,20	7,20	7,20	6,80	8,20	8,59

Simbología de valores por colores:

Valor más alto	
Valor más bajo	
Valor promedio	

Fuente: INAMHI, Anuarios Meteorológicos, (1990 – 1996 y 2003 - 2010). Elaborado por: Autor

En la figura No. 23, se observa que el Punto de Rocío permanece relativamente constante durante los meses de octubre a febrero, existiendo una tendencia ascendente con un pico en el mes de abril y una tendencia hacia la baja justo en los meses de julio y agosto, meses en donde el punto del rocío es menor.

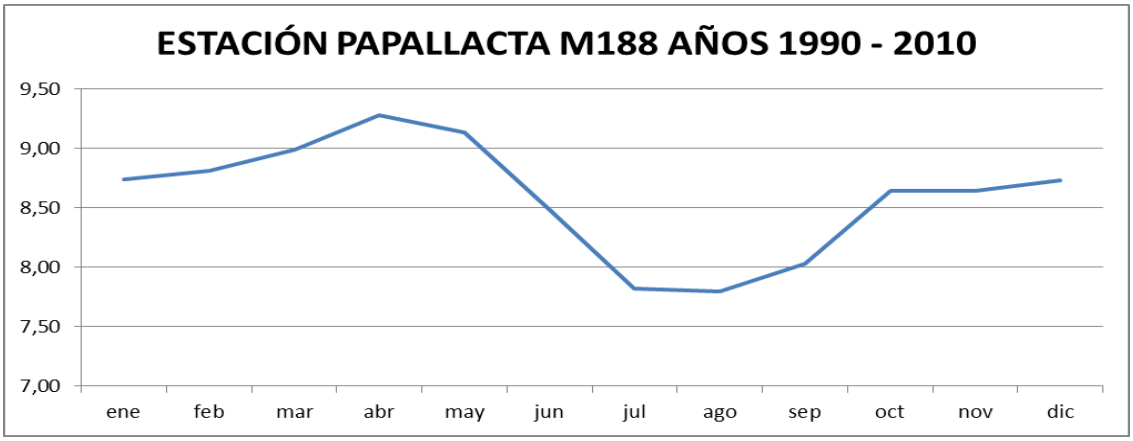


Figura. 23 Distribución Multianual de Punto de Rocío °C

Fuente: INAMHI, Anuarios Meteorológicos, (1990 – 1996 y 2003 - 2010). Elaborado por: Autor

4.2.6.10 Evaporación Potencial

En la zona de estudio la evaporación potencial varía entre los 600 y 700 mm. de agua al año (Páez, 1993). No obstante según información referencial de la estación de Papallacta, en los años 2004, 2005 y 2006 existe un promedio de evaporación potencial que varía entre los 800 y 910 mm. Esta información se encuentra indicada en la tabla No. 30:

Tabla 30. Parámetros de Evaporación Mensual en la Estación Papallacta (M188) años 2003 - 2009

Año	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	**Prom mm**	**Total mm**
2003			37,9	51,9			54,4	76,1	75,8	88,7	85,2			
2004	130,5	67,4	53,6	73,9	67,1	41,2	44,4	73,5	75,0	74,2	91,5	96,6	74,1	888,8
2005	98,9	63,6	59,1	65,0	85,5	48,1	81,9	82,1	77,9	86,1	103,1	59,4	75,9	911,0
2006	57,7	73,2	61,4	64,6	70,6	50,3	54,2	59,2	68,6	102,9	71,8	65,4	66,7	799,9
2007	66,9	84,1	60,5	56,3	88,4		70,0	36,7	56,0	71,0	56,6	73,3		
2008	74,8	67,4	60,7	61,6	54,5	53,4	44,2	41,4	66,3	61,5	66,7	57,0	59,1	709,5
2009	43,9	45,7	69,0		45,9	42,6	50,1	43,9	64,8	67,3				
Prom mm	78.8	66.9	57.5	62.2	68.7	47.1	57.0	59,0	69.2	78.8	79.2	70.3	66.2	794.7
Máx mm	130.5	84.1	69.0	73.9	88.4	53.4	81.9	82.1	77.9	102.9	103.1	96.6	8.6	
Mín mm	43.9	45.7	37.9	51.9	45.9	41.2	44.2	36.7	56.0	61.5	56.6	57.0	8.6	

Simbología de valores por colores:

Valor más alto	
Valor más bajo	
Valor promedio	

Fuente: INAMHI, Anuarios Meteorológicos, (2003 - 2009). Elaborado por: Autor

En la figura No. 24 se muestra el diagrama de distribución multianual de la evaporación, en esta se demuestra que los meses pico de evaporación potencial son enero, octubre y noviembre, el mes que menor evaporación registra es el mes de junio:

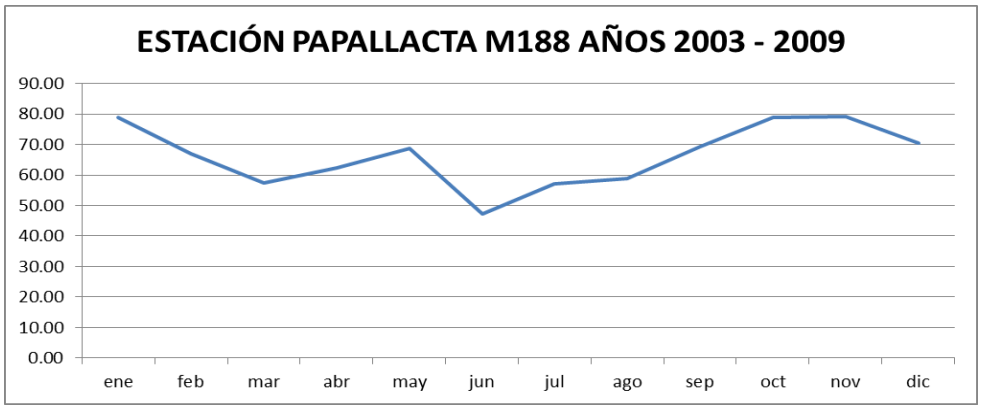


Figura. 24 Distribución Multianual de Evaporación mm.

Fuente: INAMHI, Anuarios Meteorológicos, (2003 - 2009). Elaborado por: Autor

4.2.7 Hidrografía

Hidrográficamente la zona se encuentra ubicada en la vertiente Oriental de los Andes, a nivel general el sistema hidrográfico de la Reserva está conformado por tres ríos principales: "el río Antisana, que nace sobre los 4800 msnm; el río Tambo el cual se origina en los páramos del Quilindaña a los 4500 msnm y el río Papallacta que surge en los páramos de la Laguna de Parcacocha" (MAE, 2002).

Por su ubicación geográfica la Reserva es rica en recursos hídricos. Sus humedales, las lagunas de sus páramos, las lagunas de formación y de retención de agua como Micacocha y sus bosques montanos abastecen de agua al sur de la ciudad de Quito.

La zona de estudio se encuentra localizada en la subcuenca del río Antisana. El Embalse de la Mica, se encuentra alimentado por tres quebradas Sarpache, Moyas y Alambrado. Y este embalse abastece de agua al sistema La Mica – Quito Sur. Los datos de la presa se presentan en la tabla No. 31:

Tabla 31. Datos del Embalse La Mica

Información	Datos
Ubicación de la Presa	UTM (eje X): 808777,951 UTM (eje Y): 9939850,776
Caudal de Suministro	1,7 m^3/seg.
Volumen Útil del Embalse	25,8 millones de m^3
Altura	15,2 m
Longitud	780 m
Ancho Corona	6 m
Nivel mínimo de aprovechamiento	3909,5 msnm
Nivel máximo de aprovechamiento	3920,5 msnm
Superficie del embalse	3,72 km^2

Fuente: Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento de Quito.

Las quebradas de Moyas y el Alambrado, nacen de los deshielos suroccidentales del Volcán Antisana, mientras que la quebrada Sarpache, nace de humedales ubicados al sureste del embalse. Para referencia general se indica en la figura No. 25 el mapa de microcuencas y caudales del Embalse La Mica:

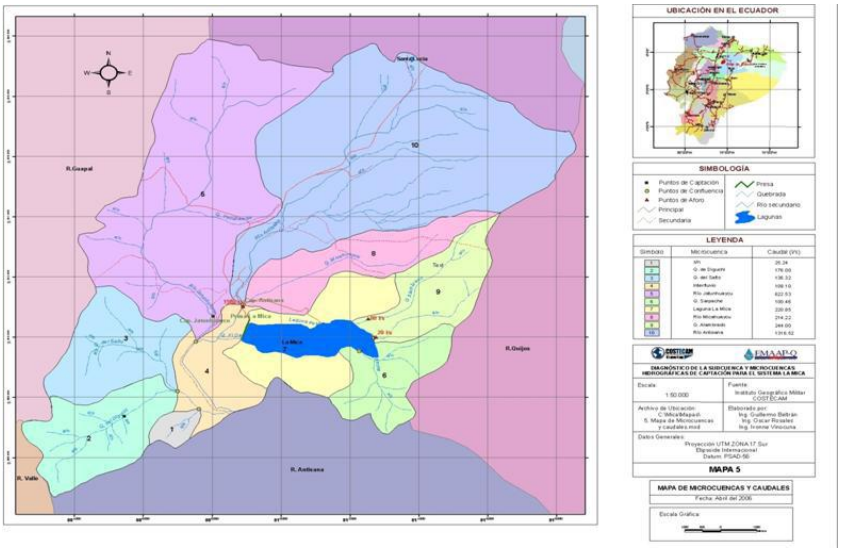


Figura. 25 Cuenca del Embalse La Mica

Fuente: Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento de Quito, (2006).

4.2.7.1 Características Limnológicas del Embalse La Mica

Esta información se presenta únicamente con la finalidad de dar a conocer algunos de los resultados presentados en el Simposio Internacional “Entorno Natural y Gestión del Agua en ciudades de América Latina”, organizado por la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento de Quito (Fuertes, 2010).

La información presentada es del periodo 2006 – 2010, los parámetros analizados fueron: pH, Conductividad, Tds, Oxígeno Disuelto, Transparencia SECCHI, °C. Estos análisis fueron realizados en el mismo sitio de la laguna. También se

realizaron otros análisis como: NT, N-NO3, N-NH4, PT, SRP, CHLa, ST, SS, COT, Fe T (D), Mn T, Coliformes Totales, Fecales, Fito Y Zooplancton, estos se realizaron en el laboratorio central de control de calidad de la EPMAPS.

Como resultados de este estudio se muestra en la tabla No. 32 que muestra el estado trófico de la laguna embalse La Mica:

Tabla 32. Resultados del Estado Trófico del Embalse La Mica

	Disco Secchi (m) prom.	**Disco Secchi (m) min.**	**Zona fóticaprom.(m)**	**Chl.a (µg/L) prom.**	**Chl.a (µg/L) máx.**	**PT µg/L prom.**	**PT µg/L máx**	**Índice de Carlson**
Embalse La Mica	3.4±0.2	1.5	10.2±1.3	8.8±0.8	15	41±6	80	51

Simbología: PT: media anual de la concentración de fósforo total en el lago (µg/L), Chl media: media anual de la concentración de clorofila a en aguas superficiales (µg/L), Chl máxima: pico anual de la concentración de clorofila a en aguas superficiales (µg/L), Media de Secchi: media anual de transparencia de la profundidad de Secchi (m), Mínimo de Secchi: mínimo anual de transparencia de la profundidad de Secchi (m).

Fuente: Fuertes, E., (2010). Características Limnológicas de los Embalses Alto Andinos que Opera la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento de Quito. Elaborado por: Autor

A continuación en la tabla No. 33 se muestran los valores límites de la OCDE para un Sistema Concreto de Clasificación Trófica:

Tabla 33. Valores Límites de la OCDE para un Sistema de Clasificación Trófica

Categoría Trófica	**Índice de Carlson**	**Disco Secchi (m) prom.**	**Disco Secchi (m) min.**	**Chl.a (µg/L) prom.**	**Chl.a (µg/L) máx.**	**PT µg/L prom.**
Oligotrófico	<40	>6	>3	<2,5	<8	<10
Mesotrófico	40-50	6-3	3 - 1,5	2,5 – 8	8 – 25	10 - 35
Eutrófico	50-60	3 – 1,5	1,5 – 0,7	8 - 25	25 - 75	35 - 100
Hipereutrófico	>70	<1,5	>0,7	>25	>75	>100

Simbología: PT: media anual de la concentración de fósforo total en el lago (µg/L), Chl media: media anual de la concentración de clorofila a en aguas superficiales (µg/L), Chl máxima: pico anual de la concentración de clorofila a en aguas superficiales (µg/L), Media de Secchi: media anual de transparencia de la profundidad de Secchi (m), Mínimo de Secchi: mínimo anual de transparencia de la profundidad º de Secchi (m).

Fuente: Fuertes, E., (2010). Características Limnológicas de los Embalses Alto Andinos que Opera la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento de Quito.

Bajo los datos del Índice de Carlson y los Valores Límites de la OCDE para un Sistema Concreto de Clasificación Trófica se establecieron los siguientes resultados que se muestran en la tabla No. 34:

Tabla 34. Resultados del Estado Trófico de las Aguas del Embalse La Mica

Información	Índice de Carlson	Según OCDE para Sistema Concreto de Clasificación Trófica
La Mica	Mesotrófico	Mesotrófico

Fuente: Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento de Quito.

Los resultados de los análisis Físico – Químico promedio 2006 – 2010 se muestran en la tabla No. 35:

Tabla 35. Valores Límites de la OCDE para un Sistema de Clasificación Trófica

Lugar	Fe mg/L	Oxíg disuelto mg/L	Sólidos suspendidos mg/L	Turbiedad NTU	pH	°T Agua	Cond. µs/cm	COT mg/L	Coli fecal NMP/100ml	Coli Total NMP/100ml	Comp. Normat. Amb.
La Mica	0,26 ± 0,03	6,5 ± 0,2	5,9 ± 1,6	2,3 ± 0,3	7,9 ± 0,1	10,9 ± 0,2	247 ± 7	5.1	10 ± 8	100±2	Cumple

Texto Unificado de Legislación Secundaria, Medio Ambiente, Libro VI, Anexo 1, Tabla 1 (Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional)
Fuente: Fuertes, E., (2010). Características Limnológicas de los Embalses Alto Andinos que Opera la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento de Quito.

Las características presentadas adaptadas a los siguientes modelos de eutrofización para lagos tropicales: Índice de Carlson, valores límites de la OCDE, permiten clasificar de la siguiente manera:

- Embalse La Mica: Mesotrófico con tendencia en un 29 % de probabilidad a Eutrófico.

4.2.8 Suelo

Las características del suelo en las zonas de páramos andinos son muy variables. En su mayoría presentan una combinación de materia orgánica y ceniza volcánica, razón

por la cual los cambios en su composición se producen lentamente. En general son, en gran parte, de origen glaciar y volcánico. Los suelos en esta zona de estudio son relativamente húmedos, negros o cafés, con tendencia a la acidez y una gran capacidad de retención de agua.

Los suelos de páramo poseen un alto contenido en materia orgánica y por lo tanto una alta capacidad para retener agua y nutrientes.

La acumulación de materia orgánica está relacionada con un lento proceso de descomposición del material vegetal, debido a las bajas temperaturas. El que la descomposición sea lenta, ocasiona, en general una baja disponibilidad de nitrógeno mineral en el suelo (Llambi, *et al, 2012).*

Para el conocimiento de este factor, este estudio se basó en estudios realizados por el Programa Nacional de Regionalización Agraria - PRONAREG - ORSTON del Ministerio de Agricultura y Ganadería, el Mapa General de Suelos del Ecuador (Mejía V., *et al*. 1986), su Memoria Explicativa, y análisis realizados por el INIAP, en base a muestras obtenidas por el autor en la zona de estudio.

Según el mapa General de Suelos del Ecuador, (González, et. al., 1986), en la tabla No. 36 se muestra que el área de estudio se encuentra en:

Tabla 36. Características del Suelo Según Parámetros de USDA

Clasificación del Suelo Soil Taxonomy USDA			**Material de Origen**	**Clima Zonas de Humedad y Temperatura**	**Fisiografía y Relieve**	**Características del Suelo**
Orden	**Suborden**	**Grangrupo**				

Tabla 36. Características del Suelo Según Parámetros de USDA

Clasificación del Suelo Soil Taxonomy USDA			Material de Origen		Clima Zonas de Humedad y Temperatura		Fisiografía y Relieve	Características del Suelo	
Orden	**Suborden**	**Grangrupo**							
Inseptisol	Andept	Dystrandept	Proyecciones Volcánicas	Ceniza Reciente sueva y permeable	Húmedo a Muy Húmedo	Frio a Templado	Relieves planos a montañosos de la sierra alta, vertientes y estribaciones andinas.	Alofánicos; Limosos a franco limosos; profundos, Ricos en Materia	Pardos; limos y arenas estratificados.

Fuente: González, *et. al.* Mapa General de Suelos del Ecuador, (1986).

En la figura No. 26 se aprecian tres mapas generados en base a la información del Ministerio de Agricultura, Ganadería Acuacultura y Pesca – MAGAP, para las clasificaciones de suelos en la zona de estudio por Orden, Sub Orden y Gran Grupo. No obstante esta información al ser elaborada a escala 1: 250 000 posee un rango de error máximo hasta de 125 mt. Razón por la cual después de mostrar las siguientes figuras y de conocer la zona mediante las muestras del suelo se establecerán valores en base a resultados de análisis de suelos, los cuales puedan proporcionar una información más precisa del área de estudio.

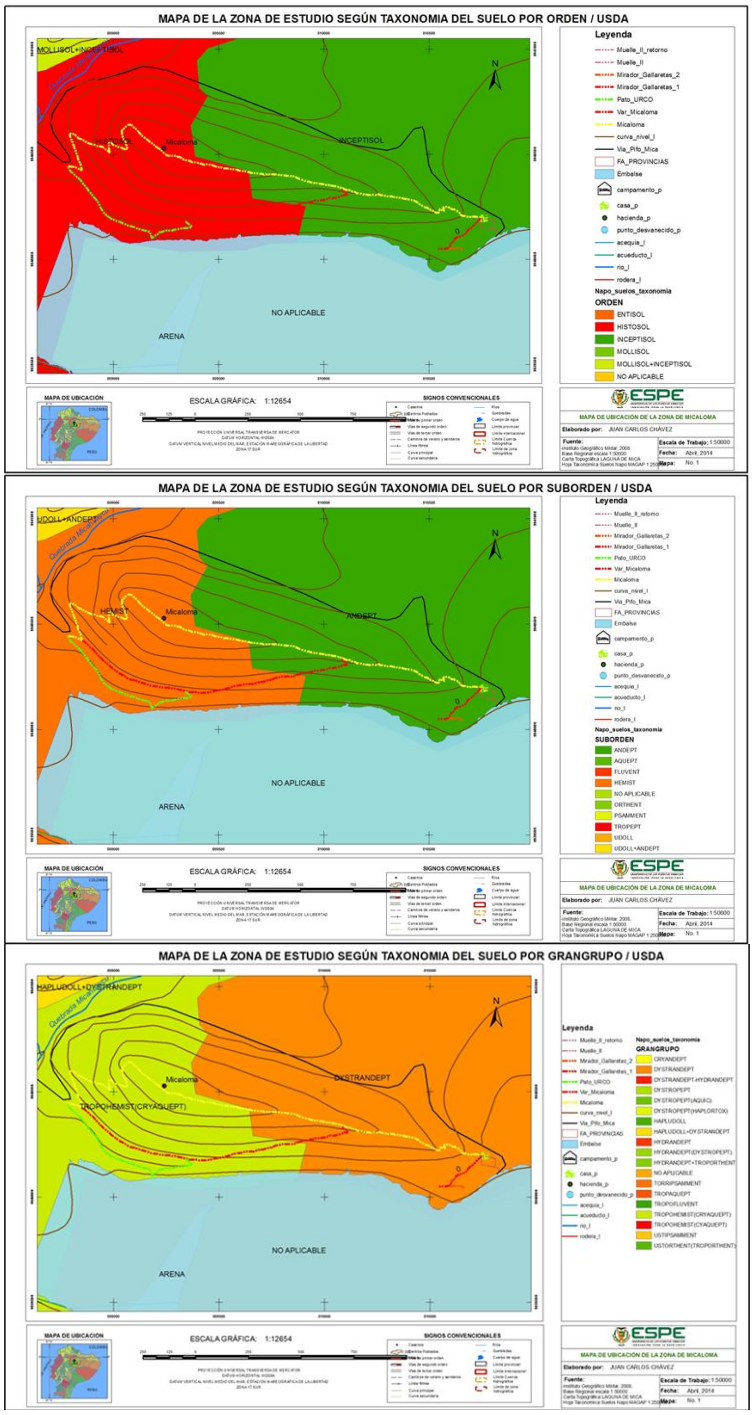


Figura. 26 Mapas de la Zona de Estudio Según Taxonomía del Suelo por Orden, Suborden y Grangrupo

Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca – MAGAP, (2011).
Elaborado por: Autor

La clasificación de suelos actualmente, se basa en el Sistema Norteamericano Soil Taxonomy (USDA, 1999), sobre esta clasificación se considerará principalmente la morfología de los suelos descrita en términos de sus horizontes diagnósticos.

En base a las visitas realizadas y al reconocimiento en campo, se determinó que la zona de estudio pertenece según el Sistema Norteamericano Soil Taxonomy (USDA, 1999):

- El Orden a: Andosoles, e Histosoles.

Andosoles: equivalente a los Andosoles denominados por la FAO (páramos de Ecuador, Colombia, Perú). La palabra Andosol, es de origen Japonés, y significa suelo negro (an = negro, do = suelo), y no tiene relación con “Andes” como a veces suele creerse.

A los Andosoles de páramo, se los encuentra en zonas por sobre los 3000 msnm, a lo largo de la cordillera de los Andes. Los Andosoles son altamente porosos, de coloración oscura desarrollados a partir de depósitos piroclásticos (materiales de origen volcánico: cenizas, tobas, pumita), aunque es posible encontrarlos en asociación con materiales no volcánicos. Poseen altos contenidos de aluminio (Al), la fijación de fósforo (P) es alta debido a reacciones que lo hacen insoluble y no disponible para las plantas (USDA, 1999).

A pesar de que poseen una excelente capacidad de retención de agua y en general se consideran fértiles en condiciones naturales, su fuerte reacción con los fosfatos hace que la agricultura, sin fertilización, sea problemática.

Los Andosoles presentan propiedades únicas llamadas “propiedades ándicas”. Estas se manifiestan en el horizonte ándico que consiste en: la capa superficial de color

negro, de varios centímetros (30 cm), formada a partir de materiales de origen volcánico (aunque se pueden encontrar en materiales no volcánicos y no solo en la superficie), con una densidad aparente baja (1 g/cm3), alta retención de fósforo (P) y grandes cantidades de aluminio (Al) y hierro (Fe) (USDA, 1999).

Los horizontes ándicos pueden tener diferentes propiedades, dependiendo del tipo de proceso de meteorización dominante que esté actuando sobre el material del suelo.

Los Andosoles, se pueden clasificar en tres subtipos de acuerdo con los siguientes calificadores:

1. horizonte ándico dominado por la presencia de vidrio volcánico y otros minerales primarios (aquellos que no han sufrido cambios desde su formación inicial), por textura gruesa y elevada densidad aparente (> 0.9 g/cm3) (Andosol Vitrándico, vitr = vidrio);

2. horizontes ándicos en donde los minerales alofánicos son predominantes. El pH es de tipo ácido a neutro con valores que van de 5 a 7 (Andosol Silándico, sil = sílice), y

3. horizontes ándicos, en los que predominan complejos formados por aluminio y humus. El pH va desde extremadamente ácido a ácido, con valores inferiores a 5 (Andosol Aluándico, alu = aluminio), (Rants, 1997).

Histosoles: son los Histosoles denominados por la FAO (en pantanos de la mayoría de páramos, aunque no se limitan solo a estos ambientes). Son suelos constituidos por materiales orgánicos poco descompuestos.

Según su término Histosol, proviene del griego histos = tejido, también se conocen como suelos de turba o suelos de pantano (USDA, 1999). Otro de los grupos de suelo que ocupa un lugar importante en el páramo, es el de los Histosoles, que se han desarrollado gracias a la acumulación de materia orgánica no descompuesta o que lo han hecho solo parcialmente (sucesivas capas de restos de plantas que se han acumulado más rápido de lo que se pueden descomponer) debido a:

- bajas temperaturas;
- condiciones de elevada humedad (casi siempre saturados de agua lo que evita la descomposición aeróbica); y,
- bajo pH.

Al estar formados casi en su totalidad por materia orgánica estos suelos presentan densidades aparentes muy bajas (0.04 – 0.2) g/cm3.

Se encuentran en zonas planas o depresiones en donde se forman pantanos con vegetación compuesta por especies pequeñas adaptadas a condiciones de extrema humedad y acidez (musgos, almohadillas, pequeñas hierbas, líquenes, etc.) (USDA, 1999).

Muchos Histosoles están relacionados genéticamente con los Andosoles e incluso, su diferenciación es casi imposible sin la ayuda de análisis químicos muy específicos.

Para ser considerado como Histosol, un suelo debe tener más de 40 cm de material orgánico, y empezar a no más de 30 cm desde la superficie. Si se encuentra directo sobre roca continua o fragmentada, debe tener por lo menos 10 cm de grosor.

Además, el material orgánico de suelo debe tener un contenido de carbón orgánico (en relación con el peso) de 12 a 18 % o más (más del 20 % de materia orgánica), dependiendo del contenido de arcilla.

En cuanto al contenido de humedad, debe permanecer saturado por lo menos 30 días consecutivos al año. Todos estos criterios definen al horizonte hístico.

Los Horizontes hísticos presentan diferentes estados de descomposición de la materia orgánica, criterio utilizado para clasificarlos en subcategorías de acuerdo a los siguientes calificadores:

1. Horizontes hísticos que tienen, después de frotar el material orgánico, menos de 1/6 (en volumen) de tejido vegetal reconocible (Histosol Sáprico);

2. Horizontes hísticos donde, luego de frotar el material orgánico, quedan de 1/6 a 2/3 como restos reconocibles de tejido vegetal. La situación es intermedia entre sáprico y fíbrico (Histosol Hémico); y,

3. Horizontes hísticos donde, luego de frotar el material orgánico, 2/3 o más consiste en tejido vegetal reconocible (Histosol Fíbrico) (IUSS Working Group WRB, 2006).

4.2.8.1 Uso Actual del Suelo

El uso del suelo y cobertura vegetal es un aspecto fundamental en el proceso de zonificación, ya que permite conocer e identificar las principales actividades y utilización del suelo por parte de la población, de igual manera se puede conocer las zonas que tienen importancia natural y que se encuentran amenazadas por las actividades de cualquier tipo.

El uso actual del suelo, se basó en los estudios del Programa Nacional de Regionalización del Ministerio de Agricultura y Ganadería - PRONAREG, además también de observación de fotografías aéreas tomadas y cartografía del IGM, y principalmente en lo establecido en el Plan de Manejo de la REA (MAE, 2002) y lo que determina la Ley Forestal de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre en su denominación de Reserva Ecológica: " *Es un área de por lo menos 10.000 hectáreas, que tiene las siguientes características y propósitos:*

1.- Uno o más ecosistemas con especies de flora y fauna silvestres importantes, amenazadas de extinción, para evitar lo cual se prohíbe cualquier tipo de explotación u ocupación; y,

2.- Formaciones geológicas singulares en áreas naturales o parcialmente alteradas." Por tal razón el uso actual de define como zona de conservación y protección.

Tal como se representa en la figura No. 27:

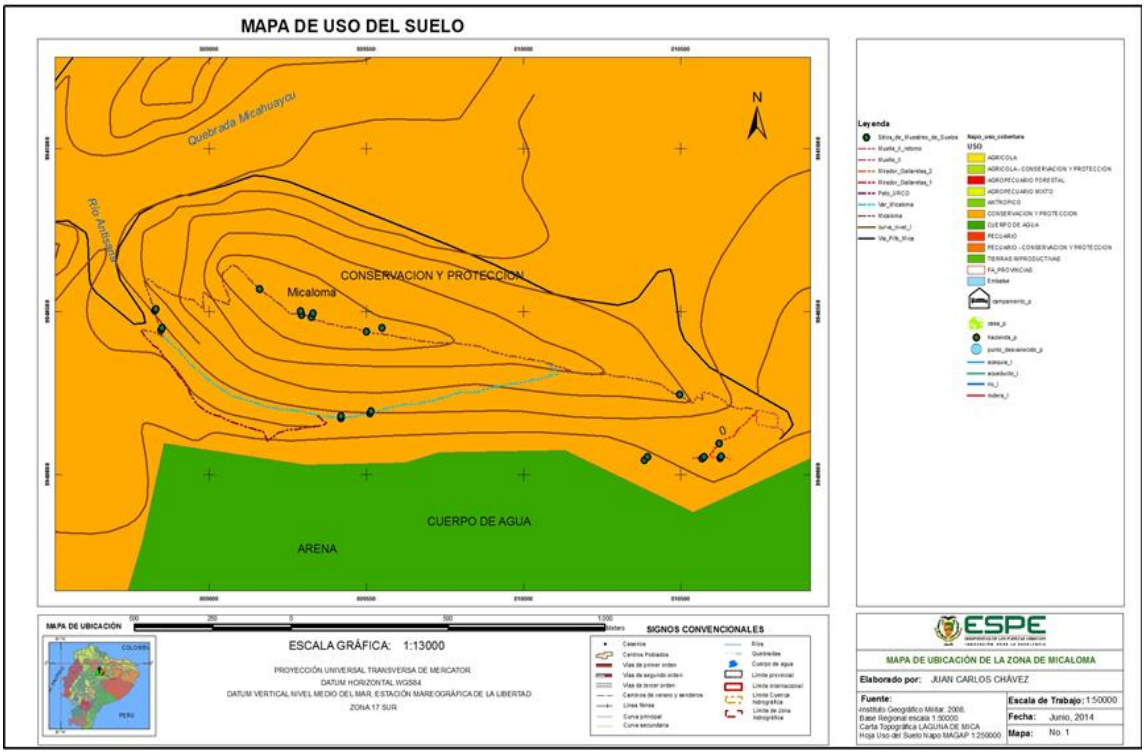


Figura. 27 Mapa de la Zona de Estudio Según el Uso del Suelo

Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca – MAGAP, (2011).

Elaborado por: Autor

4.2.8.2 Cobertura del Suelo

Para el establecimiento del uso y cobertura el suelo, fue necesario realizar recorridos, para conocer el área de Micaloma, los recorridos se realizaron desde abril del 2013, hasta septiembre del 2014, además se utilizó fotografías satelitales de la zona de estudio actualizadas al año 2011 y mediante la utilización de herramientas de análisis espacial del programa informático ArcGis y dividiendo la zona en cuadrantes de 100mt por 100mt, se comprobó los siguientes datos expuestos en la tabla No. 37:

Tabla 37. Uso y Cobertura del Suelo

Ítem	Código	Descripción	Área (has)	%
1	Ae	100% Área Erosionada	0.53	0.45
2	HsSn03	100% Herbazal Inundable Montano Alto	6.07	5.12
3	HsSn04	100% Herbazal montano alto y montano alto superior de páramo	44.24	37.33
4	HsSn05	100% Herbazal y arbustal montano alto y montano alto superior de páramo	58.98	49.78
5	Pal	100% Almohadillas	8.67	7.32
		TOTAL	118.5	100.00

Elaborado por: Autor

En la figura No. 28 se muestra el mapa de la zona de estudio, dividido en cuadrantes de 100mt X 100mt:

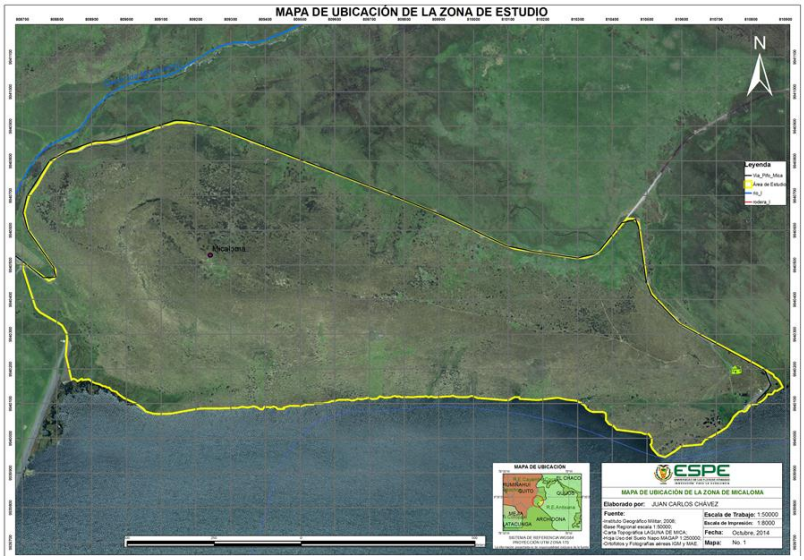


Figura. 28 Mapa de la Zona de Estudio dividido en cuadrantes de 100mt X 100mt
Fuente: ORTOFOTOS MAE, (2012). Adaptado por: Autor

4.2.9 Bellezas Escénicas

La Reserva Ecológica Antisana, es una de las zonas más importantes de páramo y de bosque nublado, situada en la región de la sierra ecuatorial de la vertiente oriental de la cordillera de los andes. La zona de la Micacocha se encuentra localizada a 50 km al sureste de la ciudad de Quito. A partir del Volcán Antisana (5758 msnm), la zona se encuentra rodeada de pantanos y algunas lagunas y sus terrenos descienden hacia las llanuras amazónicas.

La laguna de la Mica, le proporciona un encanto particular a la reserva, además esta zona posee una belleza paisajística incomparable debido a varios factores como son: el recorrido por senderos, turismo de naturaleza, observación de aves como el Cóndor Andino (*Vultur gryphus)*, siendo este uno de los pocos lugares en el Ecuador donde todavía se puede apreciar esta especie de ave.

En la cima de Micaloma (4094 msnm), existe un mirador natural, donde se puede observar claramente los 360 ° del paisaje, pudiéndose apreciar desde este punto y en un día despejado, montañas como: el Volcán Antisana (5758 msnm) ubicado al noreste de la zona de estudio, el Volcán Cotopaxi (5897 msnm) ubicado al suroeste, el Volcán Sincholahua (4873 msnm) ubicado al oeste y la Laguna de la Mica o Micacocha situada al sur.

En la figura No.29 se muestran los atractivos mencionados en el párrafo anterior:

Figura. 29 Foto Panorámica tomada desde la Cima de Micaloma a 4094 msnm
Fuente: Autor, 2013

4.3 Aspectos Biológicos

4.3.1 Zonas de Vida

Diversas han sido las formas para determinar los ecosistemas o biomas a nivel mundial, pues en estos intervienen varios elementos como latitud, altitud, variación climática (temperatura, meses secos, precipitación y evapotranspiración), topografía, edafología, biología, entre otros para determinar qué tipo de ecosistema es el existente en tal determinado sitio. Basándose en información generada, según el Sistema de

Clasificación de los ecosistemas del Ecuador continental. (MAE, 2012), el Mapa de Vegetación de los Andes de Ecuador, su memoria explicativa (Baquero, *et al*, 2004), además relacionándolo al Catálogo de Plantas Vasculares del Ecuador (Jørgensen y León, 1999), a datos climatológicos generados por el INAMHI y la EPMAPS, y a su vez a información proveniente de campo, la interpretación fue ajustada, tanto el área de uso de suelo como el área de cobertura vegetal, se determinó que la vegetación existente en la zona de Micaloma es:

- Herbazal inundable montano alto y montano alto superior de páramo;
- Herbazal montano alto y montano alto superior de páramo; y,
- Herbazal y arbustal montano alto y montano alto superior de páramo.

4.3.1.1 Herbazal inundable montano alto y montano alto superior de páramo HsSn03

En la tabla No. 38 se aprecia las referencias que tomo el Ministerio del Ambiente para realizar la clasificación de ecosistemas a nivel de Ecuador continental:

Tabla 38. Herbazal inundable montano alto y montano alto superior de páramo

Clasificación	Formación vegetal / ecosistema
Sierra et al. 1999	Herbazal lacustre montano alto
Josse et al. 2003	CES409.102 Bofedal altimontano paramuno

Fuente: Sistema de Clasificación de los ecosistemas del Ecuador continental. (MAE, 2012)

Según Francisco Cuesta, Silvia Salgado, Selene Báez & Carmen Josse. Son ecosistemas azonales en los que las condiciones edáficas o microclimáticas locales tienen una mayor influencia sobre la vegetación que los factores climáticos asociados al gradiente altitudinal. La vegetación azonal del páramo está presente donde existe un balance hídrico positivo, es decir las perdidas por corrientes y evapotranspiración son menores que las entradas por precipitación o escorrentía (Cleef 1981, Bosman et al.

1993). La saturación del suelo influye en la vegetación originando dos grandes unidades, las ciénagas o turberas y las áreas dominadas por aguas estancadas conocidas como pantanos. En ambos casos, los suelos se caracterizan por tener condiciones anaeróbicas que inhiben la descomposición de materia orgánica, y por lo tanto promueven la formación de suelo con porcentajes de carbono orgánico de hasta el 50%. En estos ecosistemas, al igual que en otros tipos de humedales, la producción primaria neta excede a la descomposición y a las pérdidas por carbono orgánico disuelto.

Para que los turberas o ciénagas se desarrollen y se mantengan en el tiempo se requiere de la combinación de diferentes condiciones ambientales, entre las que se destacan: (1) balance hídrico positivo con bajas fluctuaciones en el nivel del agua, (2) sustrato bajo en nutrientes donde la proporción de Carbono es mayor a la de Nitrógeno (Kuhry y Vitt 1996), (3) Ingreso de aguas con baja concentración de nutrientes, (4) bajas temperaturas. La modificación de estas condiciones puede empujar el ecosistema fuera de su zona de estabilidad y llevarlo a sistemas zonales de páramo como pajonales. En particular se ha visto que la eutrofización provocada los nutrientes (particularmente Nitrógeno) proveniente de desechos de ganado vacuno, provoca que estos humedales se transformen en herbazales.

Las turberas de almohadillas están compuestas principalmente *por Distichia muscoides, Plantago rigida, Werneria humilis, W. rigida y W. crassa, Eryngium humile y Oreobolus spp*. Las turberas formadas por almohadillas tienen una distribución altitudinal diferente de las turberas de Sphagnum. Con el incremento de la elevación las turberas de Sphagnum son remplazados por almohadillas de Distichia muscoides (Cleef, 1981).

Por otra parte, los pantanos se forman en sitios húmedos donde el flujo de agua es más variable en el tiempo, y contiene más nutrientes (Hofstede et al. 1998). Este sistema, al igual que las ciénegas, se desarrolla sobre condiciones anaeróbicas, pero cuando el nivel del agua es alto la capa vegetal flota sobre el, está formando parches dispersos de plantas. Existen dos tipos de pantanos en cuanto a su composición florística, los pantanos dominados por briofitas y los pantanos compuestos por especies de *Juncaceae y Cyperaceae*. Los pantanos de *Sphagnum spp, Breutelia sp. y Campylopus cucullatifolius* son característicos de condiciones de mucha humedad, con alta conductividad, alta concentración de nitratos (NO3) y fosfatos (PO4) y baja concentración de hierro (Fe). Por el contrario los pantanos caracterizados por *Lophozia subinflata y Cortaderia sericantha* se restringen a situaciones de bajas contenidos de Potasio (K) y alto contenido de Aluminio (Al) (Bosman et al. 1993). Los pantanos de *Juncaceae y Cyperaceae* forman un estrato superior de hasta 1 m de altura y están compuestos por especies de los géneros *Juncus, Eleocharis, Carex, Rhychospora y Cortaderia*. Entre estas monocotiledóneas grandes se hallan muchas especies típicas de turberas como *Valeriana plantaginea, Rumex spp, Oritrophium limnophyllum, Isolepis inundata e Isoetes spp* (Jørgensen, et al 1999).

Estado de conservación: Extensas zonas de ecosistema ha sido transformado por el drenaje artificial para el uso de áreas de pastoreo. El drenaje y el pisoteo vacuno generan un proceso de eutrofización, alteración de las propiedades físico-químicas del suelo y una posterior conversión del ecosistema a estados de degradación o transformación a ecosistemas de páramo de herbáceo no inundado.

Las referencias geográficas del ecosistema HsSn03 en Ecuador son: Carchi: Mariscal Sucre (Reserva Ecológica Guandera), La Esperanza (Reserva Ecológica Antisana). Imbabura: Piñan, Mojanda, Zuleta. Pichincha: vía Pifo - El Tambo, Papallacta, río Pita-Parque Nacional Cotopaxi. Napo: Oyacachi, Llanganates (Laguna Anteojos). Chimborazo: Atillo, Osogoche, Colta. Parque Nacional Sangay (Laguna Amarilla, valle de Collanes), Cuenca alta del río Dudas (Cañar), Lagunas del Compadre (Parque Nacional Podocarpus).

4.3.1.2 Herbazal montano alto y montano alto superior de páramo HsSn04

En la tabla No. 39 se aprecia las referencias que tomo el Ministerio del Ambiente para realizar la clasificación de ecosistemas a nivel de Ecuador continental y para tomar como referencia este ecosistema:

Tabla 39. Herbazal montano alto y montano alto superior de páramo

Clasificación	Formación vegetal / ecosistema
Sierra et al. 1999	Páramo herbáceo
Josse et al. 2003	CES409.123 Pajonales altimontanos y montanos paramunos

Fuente: Sistema de Clasificación de los ecosistemas del Ecuador continental. (MAE, 2012)

Según Silvia Salgado, Francisco Cuesta, Selene Báez, Carmen Josse. Este ecosistema abarca la mayor extensión de los ecosistemas de montaña en el Ecuador; se extiende a lo largo de las dos cordilleras de los Andes desde el Carchi hasta Loja (Hofstede et al. 2003, Beltrán et al. 2009). Se caracteriza el paisaje de los ecosistemas alto-andinos del Ecuador y se localiza generalmente en los valles glaciares, laderas y llanadas montañosas sobre los 3300 m de elevación. Se caracterizan por tener suelos Andosoles con un profundo horizonte A, rico en materia orgánica que puede alcanzar los

60 kg Carbono/m2 (Buytaert et al. 2006, Farley et al. 2010). Las condiciones climáticas de alta humedad y la alta concentración de carbono orgánico en el suelo determinan que este ecosistema se caracterice por contener una gran cantidad de agua por unidad de volumen (80-90% por cm3) con una excepcional capacidad de regulación hídrica (Buytaert et al. 2006).

La estructura y composición de la vegetación de este ecosistema está influida fuertemente por las quemas asociadas a la ganadería extensiva (Lægaard 1992, Verweij & Budde 1992). Un complejo mosaico resulta de estas prácticas, creando diferencias temporales y espaciales a lo largo de la gradiente altitudinal. En lugares donde existe una mayor intensidad en las quemas y el pastoreo, los herbazales tienen una menor altitud, han perdido biomasa, el estrato arbustivo está ausente y muchas de las especies rastreras que crecen en las condiciones de microclimas de los pajonales son escasas. Las comunidades de plantas que crecen en estas condiciones están generalmente dominadas por *Agrostis spp., Festuca spp., Lachemilla orbiculata y Paspalum spp.* (Ramsay & Oxley 1996, 2001 y Luteyn 1999).

Este ecosistema está caracterizado por tener una vegetación densa, dominada por gramíneas amacolladas de los géneros *Calamagrostis, Agrostis, Festuca, Cortaderia bífida y Stipa*. En las comunidades húmedas de más de un metro de alto domina *Calamagrostis effusa* y en los pajonales pluviestacionales, *Calamagrostis* recta junto con parches de arbustos xerofíticos de los géneros *Diplostephium, Hypericum y Pentacalia* y una abundante diversidad de hierbas en roseta, rastreras y diversas formas de vida creciendo (Ramsay y Oxley 1997). Los arbustos y las pajas amacolladas desaparecen gradualmente a lo largo del gradiente de elevación y son reemplazados en importancia

por los cojines, rosetas acaulescentes, arbustos postrados y hierbas de tallo corto (Cuatrecasas 1968, Harling 1979, Cleef 1981, Luteyn 1999, Ramsay y Oxley 1996).

La composición y fisonomía de estos herbazales difieren altitudinal y latitudinalmente (Ramsay & Oxley 1996). Factores tales como el clima, la historia geológica, la diversidad de hábitats junto con la influencia humana configuran la diversidad de la biota del páramo a escalas locales (alfa) y del paisaje (gama) (Cleef 1981, Sklenar y Ramsay 2001). Estas diferencias se expresan geográficamente llegando a configurar diferencias en la composición y estructura de las comunidades de flora de este ecosistema. En el norte y centro del país, las comunidades de su franja altitudinal inferior (3400-4100 m) se componen de *Calamagrostis spp, Oreomyrrhis andicola y Gnaphalium pensylvanicum*.

Las referencias geográficas del ecosistema HsSn04 en Ecuador: Cotacachi, Guamaní, El Altar, Cajas, Daldal, Villonaco, Cerro Ventanas y alrededores de la Hoya de Loja, Oña, Cumbe, Zapote Naida, Jimbura, Fierro Urco, Cerro de Arcos, Carboncillo (en Saraguro), Sierra Sabanilla, Achupallas Blancas, cordillera Cordoncillo, Cajanuma (Parque Nacional Podocarpus), Parque Nacional Yacuri (Jimbura).

4.3.1.3 Herbazal y arbustal montano alto y montano alto superior de páramo HsSn05

En la tabla No. 40 se aprecia las referencias que tomo el Ministerio del Ambiente para realizar la clasificación de ecosistemas a nivel de Ecuador continental y para tomar como referencia este ecosistema:

Tabla 40. Herbazal y arbustal montano alto y montano alto superior de páramo

Clasificación	Formación vegetal / ecosistema
Sierra et al. 1999	Incluido en Bosque siempreverde montano alto
Josse et al. 2003	CES409.124 Pajonales arbustivos altimontano paramunos

Fuente: Sistema de Clasificación de los ecosistemas del Ecuador continental. (MAE, 2012)

Según Silvia Salgado, Francisco Cuesta, Selene Báez, Carmen Josse. Son pajonales amacollados de alrededor de 1.20 m, mezclados con arbustos dispersos y parches de arbustos de hasta 3 m de altura. Cuatrecasas (1958) y Cleef (1981) consideraron a esta franja como un tipo de vegetación o ecosistema de bosque montano alto. Sin embargo, otros investigadores lo consideran un ecosistema diferente localizado sobre la línea de los bosques altoandinos (Ramsay 1996, Josse et al 2003). La composición y estructura del páramo arbustivo cambia hacia la parte baja de la distribución de este ecosistema, pues la riqueza de especies y promedio de estatura de los arbustos y el número de arbolitos incrementa dramáticamente.

En todo el país este ecosistema se caracteriza por la presencia de *Calamagrostis* y especies arbustivas de los géneros *Baccharis, Gynoxys, Brachyotum, Escallonia, Hesperomeles, Miconia, Buddleja, Monnina e Hypericum*. Especies de *Ericaceae* muy comunes en sitios bajos pueden alcanzar mayores estaturas que grupos de arbustos que se encuentran en el páramo herbáceo son *Disterigma acuminatum, D. alaternoides y Themistoclesia epiphytica*. Otras especies que dominan amplias áreas bajo los 3.320 m en los márgenes de bosque son *Miconia cladonia, M. dodsonii, Ilex sp. y Weinmannia fagaroides*.

Este ecosistema ha desaparecido o se encuentra muy restringido por los efectos de la quema, pastoreo o por la ampliación de la frontera agrícola. En particular, en los

flancos interiores de la cordillera (hacia los valles interandinos), este ecosistema se encuentra como remanentes muy localizados. En las vertientes exteriores, en particular en la oriental andina, este ecosistema se extiende unos 200 a 300 metros de elevación (3300 a 3600).

Entre las especies diagnósticas en la zona norte del Ecuador se encuentran: *Arcytophyllum vernicosum, Berberis grandiflora, B. hallii, B. lutea, Bomarea glaucescens, Brachyotum ledifolium, B. lindenii, Calceolaria spp., Diplostephium rupestre, Escallonia myrtilloides, Hesperomeles obtusifolia, Miconia salicifolia, Monnina obtusifolia, Pernettya prostrata, Pentacalia arbutifolia, P. andicola, P. vaccinioides, Ribes andicola, Tristerix longibracteata, Vaccinium floribundum* (MAE, 2012).

Las referencias geográficas del ecosistema HsSn05 en Ecuador son: Imbabura: Cotacachi, Mariano Acosta, Mariscal Sucre, Pichincha: El tablón (Reserva Ecológica Antisana), Guagua Pichincha, Rumiñahui, Cañar (río Dudas), Loja: Cajanuma, Paso Saraguro-Yacuambi, Sabanilla, El Tiro hacia San Francisco, Napo: Río Ana Tenorio (Parque Nacional Llanganates), Illinizas, Cajas, Oyacachi, Papallacta.

4.3.2 Pisos Zoogeográficos

La gran diversidad vegetal del Ecuador ha dado lugar a la formación de 8 “pisos zoogeográficos” (Albuja, 1999). Donde se encuentran 4134 especies de vertebrados, lo que representa 9,6% del número total de especies de vertebrados en el mundo (Mittermeier *et al*., 1997).

De acuerdo a lo propuesto por (Albuja, 1999) en su clasificación de los Pisos Zoogeográficos del Ecuador, la zona de estudio y sus áreas de influencia se encuentran ubicadas dentro del **piso Altoandino**, que incluye todas las tierras que están entre los 2800 m.s.n.m. hasta el límite nivel, a 4500 m.s.n.m. La vegetación dominante es la asociación de gramíneas, conocida como páramo.

4.3.3 Flora

Para la caracterización Florística de esta zona, se realizaron recorridos en donde se corroboró información, la misma que fue complementada con información secundaria ya generada para esta zona de estudio, como el Plan de Manejo de la Reserva Ecológica Antisana (MAE, 2002), Estudios de Impacto Ambiental para el proyecto de Agua Potable para Quito La Mica – Quito Sur (Páez, J., 1993).

En base a esta información se estableció a nivel general las especies vegetales existentes en la zona de Micaloma, esta información está reconocida en el Anexo D del presente estudio, mientras que en la tabla No. 41 se muestra un índice de representatividad de especies vegetales por familias taxonómicas de plantas:

Tabla 41. Índice de Representatividad de Especies vegetales presentes en la zona de estudio

Familia	No. Especies	% Representatividad por familia
Apiaceae	2	3.57
Asteraceae	20	35.71
Bromeliaceae	1	1.79
Cyperaceae	2	3.57
Dryopteridaceae	1	1.79
Ericaceae	2	3.57
Fabaceae	2	3.57
Gentianaceae	4	7.14
Iridaceae	1	1.79
Lamiaceae	2	3.57
Lycopodiaceae	1	1.79
Poaceae	4	7.14
Polygalaceae	1	1.79
Polygonaceae	1	1.79
Pteridaceae	1	1.79
Ranunculaceae	2	3.57
Rosaceae	2	3.57
Orobanchaceae	2	3.57
Scrophulariaceae	1	1.79
Solanaceae	1	1.79
Valerianaceae	3	5.36

Fuente: Plan de Manejo de la REA (MAE, 2002), Estudios de Impacto Ambiental para el proyecto de Agua Potable para Quito La Mica – Quito Sur (Páez, J., 1993).
Elaborado por: Autor

4.3.3.1 Fitoplancton

Según los datos de los resultados de los análisis de la EPMAPS, se determinó que existen Especies de las siguientes divisiones en el Embalse La Mica, tal como se muestra en la tabla No. 42:

Tabla 42. Promedio de Abundancia de Fitoplancton en La Mica (Por Categoría Taxonómica)

Chlorophyta	Cyanophyta	Diatomeas	Crysophyta	Dinoflagelados	Cryptophyta	Euglenophyta
8,2	0,5	35,3	23,5	6	12,9	13,7

Fuente: Fuertes, E., (2010). Características Limnológicas de los Embalses Alto Andinos que Opera la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento de Quito.

4.3.4 Fauna

Para este componente se realizó un análisis de la información bibliográfica que contiene estudios de la diversidad faunística de la zona de estudio. Para el análisis

bibliográfico, se identificó el autor y el año de cada estudio; y se consideró la relevancia de la información y su relación con las condiciones actuales a fin de incluirlo en la base de datos, entre los cuáles mencionamos: Fauna del Ecuador (Patzelt, 2004), Aves del Ecuador (Ridgely. R. & Greenfield. P., 2006), entre otros.

Considerando las dos zonas de vida que existen en el área de estudio, se presenta una lista de animales que han sido citados como el Plan de Manejo de la Reserva Ecológica Antisana (MAE, 2002), entre otros estudios. Los cuales se mencionas a continuación:

4.3.4.1 Anfibios

En la ZAREA y en zonas adyacentes al área de estudio, se han registrado hasta el momento 8 especies de anfibios (FUNAN, 2005). Esto se presenta en la tabla No. 43:

Tabla 43. Especies de Anfibios registradas en zonas circundantes al área de estudio

Familia	*Especie*	Estado de Conservación	Endemismo
Bufonidae	*Osornophryne antisana*	EN	Endémica de los andes en Ecuador
Amphignathodontidae	*Gastrotheca riobambae*	EN	Endémica de Ecuador
Leptodactylidae	*Pristimantis / Eleutherodactylus chloronotus*	LC	Endémica de Ecuador
	Pristimantis / Eleutherodactylus devillei	EN	
	Eleutherodactylus supernatis	VU	
Eleutherodactylidae	*Eleutherodactylus crepidotus*	LC	
Craugastoridae	*Pristimantis w- nigrum*	LC	
	Pristimantis / Eleutherodactylus curtipes	LC	

SIMBOLOGIA: E.C. = Estado de conservación; EN=En Peligro; VU=Vulnerable; LC= Preocupación Menor; R = raro; C = común; A = abundante.

Fuente: Plan de Manejo de la REA (MAE, 2002), Estudios de Impacto Ambiental para el proyecto de Agua Potable para Quito La Mica – Quito Sur (Páez, J., 1993), Diagnóstico Socio – Ambiental Corredor de Páramo El Tambo – Antisana (FUNAN, 2005).

Elaborado por: Autor

4.3.4.2 Reptiles

Dentro de los estudios realizado en la ZAREA y en zonas adyacentes al área de estudio, se han registrado hasta el momento 4 especies de reptiles (FUNAN, 2005, pág. 80). Esto información se presenta en la tabla No. 44:

Tabla 44. Especies de Reptiles registradas en zonas circundantes al área de estudio

FAMILIA	*ESPECIE*	ESTADO DE CONSERVACIÓN
Gymnophthalmidae	*Proctoporus orcesi*	R
	Proctoporus raneyi	R
	Proctoporus unicolor	C
Tropiduridae	*Stenocercus guentheri*	C

SIMBOLOGIA: E.C. = Estado de conservación; R = raro; C = común; A = abundante.

Fuente: Plan de Manejo de la REA (MAE, 2002), Estudios de Impacto Ambiental para el proyecto de Agua Potable para Quito La Mica – Quito Sur (Páez, J., 1993), Diagnóstico Socio – Ambiental Corredor de Páramo El Tambo – Antisana (FUNAN, 2005).
Elaborado por: Autor

4.3.4.3 Aves

Entre las aves presentes en la zona de estudio y en peligro crítico de extinción en la zona ecuatorial se cita el *Vultur gryphus* (cóndor andino), pero es posible que existan otras especies en tal condición. También existe presencia de diversas especies de colibríes, con mayor frecuencia unas de otras, diversidad de colores, unido a otras poblaciones de especies de aves de interés regional, hacen de la zona alta de la REA sea un sitio privilegiado para poder observar aves de paramo. El grupo de las aves es el más representativo de los vertebrados.

En la Tabla No. 45 se expone 61 especies de aves, 28 familias y 15 órdenes. Probablemente este número de especies puede aumentar considerablemente, si se realizan otros estudios. En el Anexo E, se presenta el listado de aves existentes en la zona de estudio. Como resumen a continuación en la Tabla No. 45 se muestra un índice

de representatividad de especies de aves por familias taxonómicas según datos recopilados:

Tabla 45. Índice de Representatividad de Especies de Aves registradas en la zona de estudio

ORDEN	FAMILIA	No. ESPECIES	% Representatividad por familia
Tinamiformes	*Tinamidae*	1	1.64
Podicipediformes	*Podicipedidae*	1	1.64
Anseriformes	*Anatidae*	5	8.20
Incertae Sedis (En Discusión) (Posiblemente Falconiformes, Accipitriformes, Ciconiiformes, O Cathartiformes	*Cathartidae*	1	1.64
Accipitriformes	*Accipitridae*	3	4.92
Falconiformes	*Falconidae*	2	3.28
Gruiformes	*Rallidae*	1	1.64
Charadriiformes	*Scolopacidae*	7	11.48
	Charadriidae	1	1.64
	Laridae	1	1.64
Columbiformes	*Columbidae*	3	4.92
Strigiformes	*Tytonidae*	1	1.64
	Strigidae	1	1.64
Caprimulgiformes	*Caprimulgidae*	1	1.64
Apodiformes	*Apodidae*	1	1.64
	Trochilidae	5	8.20
Piciformes	*Picidae*	1	1.64
Passeriformes	*Furnariidae*	3	4.92
	Grallariidae	1	1.64
	Tyrannidae	6	9.84
	Hirundinidae	1	1.64
	Troglodytidae	1	1.64
	Motacillidae	1	1.64
	Parulidae	1	1.64
	Thraupidae	7	11.48
	Emberizidae	2	3.28
	Fringillidae	1	1.64
Pelecaniformes	*Threskiornithidae*	1	1.64
15	***28***	**61**	**100**
		TOTAL	

Fuente: Plan de Manejo de la REA (MAE, 2002), Estudios de Impacto Ambiental para el proyecto de Agua Potable para Quito La Mica – Quito Sur (Páez, J., 1993), Diagnóstico Socio – Ambiental Corredor de Páramo El Tambo – Antisana (FUNAN, 2005, pág. 78), Resultados de Censos Neotropicales de Aves Acuáticas (CNAA) en la zona de la Mica 2013 y 2014.
Elaborado por: Autor

4.3.4.4 Mamíferos

La información generada sobre la variedad de mamíferos existentes en la zona de estudio, está alimentada gracias a la observación de los guardaparques de la REA, a su vez también se basa en estudios realizados como el Plan de Manejo de la REA (MAE, 2002), Estudios de Impacto Ambiental para el proyecto de Agua Potable para Quito La Mica – Quito Sur (Páez, J., 1993), Diagnóstico Socio – Ambiental Corredor de Páramo El Tambo – Antisana (FUNAN, 2005, pág. 85).

En el Anexo F, se presenta el listado de mamíferos registrados en áreas circundantes a la zona de estudio, como resumen se muestra a continuación un índice de representatividad de especies de mamíferos por familias taxonómicas según datos recopilados, Mientras que en la tabla No. 46 se muestra un índice de representatividad de Especies de Mamíferos:

Tabla 46. Índice de Representatividad de Mamíferos por familias registrados en áreas circundantes a la ZAREA

Orden	**Familia**	No. Especies	% Representatividad por familia
Paucituberculata	*Caenolestidae*	1	5.88
Carnivora	*Canidae*	1	5.88
	Felidae	2	11.76
	Mephitidae	1	5.88
	Mustelidae	1	5.88
	Ursidae	1	5.88
Artiodactyla	*Cervidae*	2	11.76
Chiroptera	*Vespertilionidae*	1	5.88
	Phyllostomidae	1	5.88
Didelphimorphia	*Didelphidae*	1	5.88
Perissodactyla	*Tapiridae*	1	5.88
Rodentia	*Cricetidae*	4	23.53
7	**12**	**17**	**100**
		TOTAL	

Fuente: Plan de Manejo de la REA (MAE, 2002), Estudios de Impacto Ambiental para el proyecto de Agua Potable para Quito La Mica – Quito Sur (Páez, J., 1993), Diagnóstico Socio – Ambiental Corredor de Páramo El Tambo – Antisana (FUNAN, 2005, pág. 78).
Elaborado por: Autor

4.3.5 Zooplancton

Según los datos de los resultados de los análisis de la EPMAPS se determinó que existen Especies de las siguientes divisiones en el Embalse La Mica, tal como se muestra en la tabla No. 47:

Tabla 47. Promedio de Abundancia de Zooplancton en La Mica (Por Categoría Taxonómica)

Rotatoria	Cladoceros	Copedopos
11,5	58,7	29,8

Fuente: Fuertes, E., (2010). Características Limnológicas de los Embalses Alto Andinos que Opera la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento de Quito.

4.4 Aspectos Socioeconómicos

Para el desarrollo de este componente se utilizaron diversas técnicas cualitativas y cuantitativas que permitieron conocer la dinámica sociocultural del área de estudio.

Para el análisis cuantitativo, se contó con los datos del Censo de Población y Vivienda de 2010, también se utilizó como referencia el Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador, SIISE, Versión 4.5, actualizada a 2010. Y los datos generados en el Plan de manejo de la REA.

La tenencia de la tierra en la zona de estudio es decir, específicamente la zona alta de la REA, a partir del 13 de diciembre del 2010 paso a ser definitivamente parte del Patrimonio del Estado Ecuatoriano, debido a la adquisición del “LOTE DE RESERVA ECOLÓGICA” a la Familia Delgado. Posteriormente zonas circundantes a la reserva, fueron adquiridas por el Fondo para la protección del agua y la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento de Quito – EPMAPS a nombre de los Habitantes de Quito.

Sin embargo en otras zonas como propiedades como las de la Cooperativa San José del tablón Alto, ubicada en el sector de El Tambo, en la zona de Papallacta todavía siguen siendo propiedad privada dentro de una Reserva Ecológica, siendo esto una imposición por parte del estado, desde que se realizó la declaratoria legal como Reserva Ecológica Antisana.

Entre los problemas importantes están: "la sobreexplotación de los suelos durante cientos de años, permanente deforestación*"* (MAE, 2002). Dicha situación ha obligado a los habitantes a presionar sobre los recursos del páramo y de la reserva, extendiéndose hacia las tierras altas el cultivo y a su vez la crianza de ovejas, en la zona circundante a la laguna de la Mica. Vale la pena mencionar que este problema de la crianza de ovejas alrededor del Embalse La Mica, se terminó a partir de la compra del predio a la Familia Delgado por parte del estado ecuatoriano.

"La explotación de las canteras ubicadas en el derrame lávico junto a la hacienda Pinantura, causa un fuerte impacto al ambiente por el uso de dinamita, el ingreso de maquinaria y de vehículos que transportan el material hacia los lugares de destino. Una explotación indiscriminada y de gran dimensión puede afectar el curso del río subterráneo del derrame y dejar de abastecer de agua a la población de Pintag y otros barrios del lugar" (MAE, 2002).

En la tabla No. 48 se muestra un resumen de datos socioeconómicos de los habitantes de la parroquia de Pintag (MCDS, 2014), parroquia que históricamente ha sido tomada en cuenta como área de influencia directa de la zona de estudio:

Tabla 48. Aspectos Socio Económicos de la Parroquia de Pintag

Sector / Indicador	Medida	Parroquia - Pintag	Porcentaje %
Población - Dinámica Demográfica			
Población (habitantes)	Número	17930	
Población - hombres	Número	8815	49
Población - mujeres	Número	9115	51
Empleo - Oferta Laboral			
Tasa de participación laboral bruta	Porcentaje		43
Tasa de participación laboral global	Porcentaje		54,5
Educación - Oferta del Sistema Educativo			
Alumnado de Sistema Público	Número	6722	90
Alumnado de Sistema Privado	Número	364	5
Alumnado de Sistema Fiscomisional	Número	359	5
Educación - Educación de la Población			
Analfabetismo	%(15 años y más)	8,76	
Escolaridad	Años de estudio	8	
Pobreza			
Extrema pobreza por necesidades básicas insatisfechas (NBI)	%(población total)	26,3	
Pobreza por necesidades básicas insatisfechas (NBI)	%(población total)	69,5	
Programas Sociales - Inclusión Económica y Social			
Bono de Desarrollo Humano - Discapacitados, Madres y 3ra Edad	Número	3155	18
Crédito de Desarrollo Humano - Discapacitados, Madres y 3ra Edad	Número	758	4
Programa Aliméntate Ecuador - Discapacitados, Niños/as y 3ra Edad	Número	1982	11
Empleo de la Niñez			
Tasa de niños (5 - 17 años) que Trabajan	%(niños 5-17años)	7,02	
Vivienda			
Vivienda propia	%(hogares)	70,43	
Agua entubada por red pública dentro de la vivienda	%(viviendas)	40,51	
Red de alcantarillado	%(viviendas)	40,86	
Servicio eléctrico	%(viviendas)	97,34	
Medios de eliminación de basura	%(viviendas)	58,05	
Servicio telefónico convencional	%(viviendas)	34,34	
Servicio higiénico exclusivo	%(hogares)	79,12	

Fuente: Ministerio Coordinador de Desarrollo Social – Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador – SIISE, (2014).

Para mayor referencia sobre la metodología utilizada por parte del Sistema Integrado de indicadores Sociales del Ecuador véase anexo N.

4.4.1 Demanda de Visitantes a la Zona Alta de la Reserva Ecológica Antisana

En base a los datos proporcionados por parte del Ministerio del Ambiente, y tal como se presentó en la tabla No. 1 en el Punto 2.3.2 del presente estudio, además en el Planteamiento del Problema, se muestra que actualmente en estos últimos tres años ha existido un incremento del número de visitantes en relación a años anteriores debido a dos factores fundamentales:

- Compra de la Hacienda Antisana por parte del Estado Ecuatoriano (diciembre 2010); y,
- Acuerdo Ministerial No. 006, que estableció la gratuidad de ingreso a las áreas protegidas del Ecuador Continental del PANE.

Estos dos hechos han provocado un incremento de la visitación. Así, a partir del año 2011, se observa que existió un incremento de 1459,28% el número de visitantes en relación al año 2010, y más aún en el año 2012, que mostró un incremento de 4027,55% (40 veces) el número de visitantes del año 2010 (Tabla 1 y Figura 1) ya a partir del tercer año se empezó a estabilizar en número de visitantes. En el 2014 hasta el mes de junio se registró un número de visitantes de 13076, mientras que en años anteriores hasta el mes de junio, se registró en el 2013 un número de 15382 visitantes, y en el 2012 un número de 12299. Es decir la tendencia en estos últimos tres años ha permanecido estable.

En la tabla No. 49 se muestra un registro mensual de visitantes desde el año 2006, hasta junio del 2014 de los visitantes que han ingresado a la Reserva, los valores promedio penden de los últimos tres años que se tienen los registros:

Tabla 49. Número de Visitantes a la REA años 2006 – 2014

año	ene	Feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Total	Prom
2006	146	92	72	80	50	127	56	89	42	103	105	153	1115	93
2007	20	113	171	69	75	9	40	66	25	81	97	62	828	69
2008	37	158	61	51	69	78	177	99	87	87	0	24	928	77
2009	75	58	124	57	91	108	74	123	103	75	205	182	1275	106
2010	117	101	406	164	102								890	178
2011	299	213	763	609	648	992	1367	2169	1189	1275	3155	1183	13862	1155
2012	1685	2329	1916	2076	3293	2457	4510	6134	2830	2952	3524	2988	36694	3058
2013	2853	2714	3422	2001	2893	2606	3072	4236	2462	2693	2143	2945	34040	2837
2014	2279	2117	3185	2859	2165	1695							14300	
Prom Visitan	2272	2387	2841	2312	2784	2253	3791	5185	2646	2823	2834	2967		2924
Máx. Visitan	2853	2714	3422	2859	3293	2606	4510	6134	2830	2952	3524	2988		2924
Mín. Visitan	20	58	61	51	50	9	40	66	25	75	0	24		2924

Simbología de valores por colores:

Valor más alto	
Valor más bajo	
Valor promedio	

Fuente: Ministerio del Ambiente – Reserva Ecológica Antisana, (2014).
Elaborado por: Autor

La Figura No. 30, representa el promedio de visitantes de los últimos tres años, esta información representa un valor real del número de visitantes que ha visitado la reserva. Esto se debe a los dos acontecimientos mencionados anteriormente, como son: la compra de la reserva y el Acuerdo ministerial No. 006 de gratuidad de las áreas protegidas del Ecuador Continental. En la figura No. 30 se muestra, que los meses con menor número de visitantes son los meses de enero, abril, junio y septiembre, mientras

que en los meses de julio y agosto existe una tendencia ascendente teniendo como pico máximo el mes de agosto dando un promedio de 5185 visitantes, es decir por semana aproximadamente 1197 personas (considerando que cada mes tiene aproximadamente 4,33 semanas).

Interpretación Gráfica del registro de visitantes a la REA durante los años 2006 – 2014 se encuentra representada en la figura No. 30:

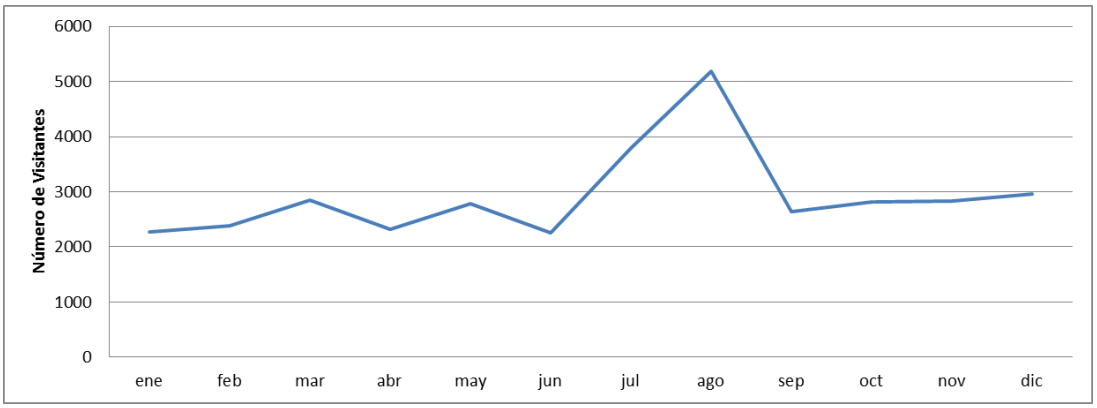


Figura. 30 Interpretación del promedio de Número de visitantes a la REA años 2012 - 2014

4.4.2 Actividades Permitidas en la REA

- **Senderismo.-** es una especialidad del montañismo, la cual puede ser una actividad deportiva o turística, en esta zona es la actividad principal que la gente practica al legar a esta zona. Esta actividad no requiere la existencia de un guía naturalista, ni tampoco de infraestructura.

- **Fotografía.-** es la actividad por la cual los turistas utilizan cámaras fotográficas, y recopilan archivos visuales con cualquier finalidad, en este caso objetos de naturaleza.

- **Observación de Aves.-** Es la actividad en la cual los turistas o los aficionados a las aves, buscan tener contacto visual con diferentes especies de aves que existen en esta zona, para esta actividad se recomienda el uso de binoculares.

- **Pesca Deportiva.-** es la actividad en la cual las personas proceden mediante el uso de caña (siendo este el único método de extracción de peces permitido en la Reserva Ecológica Antisana), a la extracción de peces de un cuerpo del agua. La pesca se la realiza con fines recreativos.

4.4.3 Perfil y características del Turista

En este ítem se presenta un análisis de las características propias del turista que ha visitado la zona alta de la REA. Los atributos que se tomaron en cuenta para realizar el perfil de la demanda en la zona de estudio son los siguientes: Género, Nacionalidad, Edad, Nivel de Educación, Ocupación, Propósito principal de Visita, Grado de Satisfacción, Observaciones.

Entiéndase el término de turista: aquella persona que viaja a otro lugar distinto de donde reside, por un periodo mínimo de un día y no más de doce meses consecutivos, y cuyo principal motivo de viaje es diferente al de realizar una actividad remunerada en dicho sitio (MINCETUR, 2012). Los motivos de viaje pueden ser: vacaciones / recreación u ocio, negocios, visita a familiares y amigos, salud, voluntariado, etc.

Para conocer el perfil del turista, esta investigación se basó en encuestas realizas durante el año 2011, a su vez también en datos generados por parte del personal de la REA en los años 2013 y 2014. La demanda generada por visitantes en los años anteriores dentro de la REA, permitió esquematizar el perfil del turista que visita la

reserva. En el anexo D del presente estudio se mostrará el formato de las encuestas que fueron obtenidas.

4.4.4 Tabulación de las Encuestas

A continuación se procede a interpretar los resultados de las 426 encuestas aplicadas:

Pregunta No. 1 Género de los Visitantes. En la tabla No 50 se interpreta la pregunta No 1 género del visitante:

Tabla 50. Pregunta 1 Género

	No. Encuestas	%
Masculino	309	72,54
Femenino	117	27,46
TOTAL	426	100

Fuente: Ministerio del Ambiente
Elaborado por: Autor

En la figura No. 31 se interpreta gráficamente la pregunta No 1:

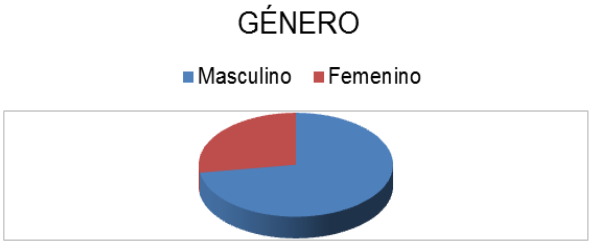


Figura. 31 Interpretación Pregunta de Género de los visitantes

Teniendo como resultado 426 personas encuestadas, 309 personas (72,54 %) de las personas encuestadas es de género Masculino, mientras que 117 (27,46%) es de género femenino, lo que deja como conclusión que la mayoría de visitantes son varones.

Pregunta No 2 Nacionalidad de los Visitantes. En la tabla No 51 se interpreta la pregunta No 2, Nacionalidad de los visitantes:

Tabla 51. Pregunta 2 Nacionalidad

	No.	%
Ecuatorianos	384	90,18
Extranjeros	42	9,82
TOTAL	426	100

Fuente: Ministerio del Ambiente, datos generados desde el año 2006 hasta el año 2013
Elaborado por: Autor

En la figura No. 32 se interpreta gráficamente la pregunta No 2:

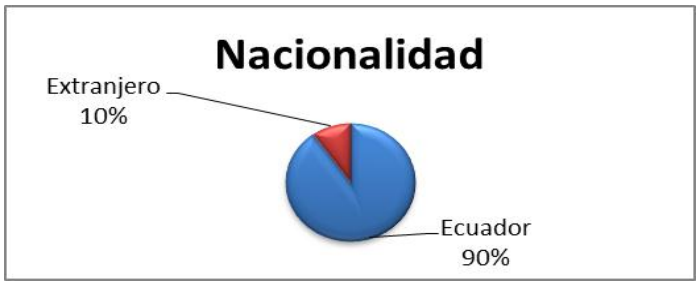


Figura. 32 Interpretación Pregunta de Nacionalidad de los visitantes

En esta pregunta se aplicaron los valores casi reales de los turistas que han ingresado a la REA. Teniendo como resultado que del total de encuestas 426, de los cuales 384 personas es decir el 90,18% de las personas son ecuatorianos, mientras que 42 personas es decir el 9,82 % son extranjeras, lo que deja como conclusión que la mayoría de visitantes son ecuatorianos.

Pregunta No 3 Nivel de Educación de los Visitantes. En la tabla No 52 se interpreta la pregunta No 3 Nivel de Educación de los visitantes:

Tabla 52. Pregunta 3 Nivel de Educación

	No.	%

Tabla 52. Pregunta 3 Nivel de Educación

	No.	%
Primaria	2	2,86
Secundaria	12	17,14
Universitaria	54	77,14
Otros	2	2,86
No contestaron	356	
TOTAL	426	100

Fuente: Ministerio del Ambiente
Elaborado por: Autor

En la figura No. 33 se interpreta gráficamente la pregunta No 3:

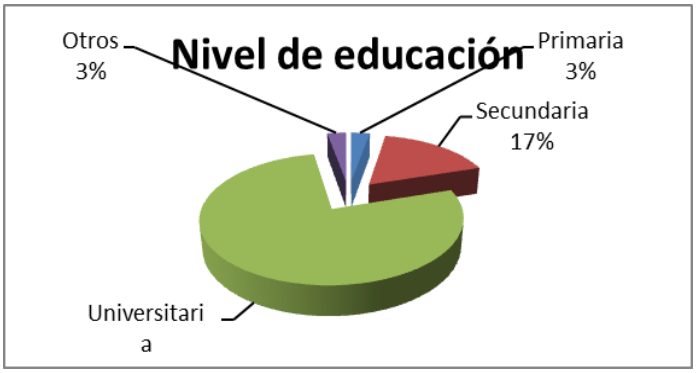


Figura. 33 Interpretación Pregunta de Nivel de Educación de los visitantes

En esta pregunta se pueden apreciar algunos resultados. De estos resultados 54 personas (77,14 %) son de nivel de educación universitaria, siguiéndoles 12 personas (17,14 %) son de nivel de educación secundaria, a estos les siguen 2 personas de educación primaria (3 %) y otros que son 2 personas (3 %). No se tomó en cuenta las personas que no contestaron. En la figura No.33 claramente se demuestra que el mayor número de visitantes tienen educación superior.

Pregunta No 4 Edad de los Visitantes. En la tabla No. 53 se interpreta la pregunta No 4, para visitantes nacionales:

Tabla 53. Edad de los Visitantes Nacionales años 2011

	No.	%
Adultos	281	73,23
Menores de edad	90	23,51
Tercera Edad	12	3,04
Personas con Capacidades Esp.	1	0,22
TOTAL	384	100,00

Fuente: Ministerio del Ambiente
Elaborado por: Autor

En la figura No. 34 se interpreta gráficamente la pregunta No 4, para visitantes nacionales:

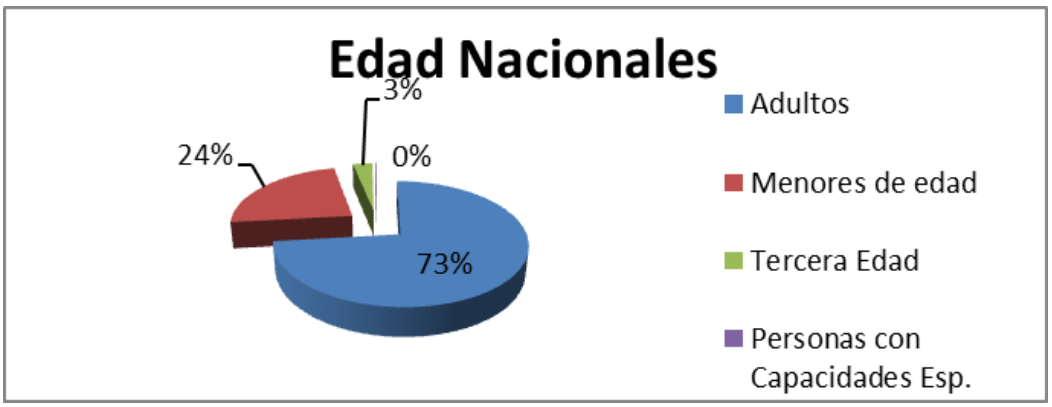


Figura. 34 Interpretación Pregunta Edad de visitantes Nacionales

De los resultados obtenidos en el año 2011, existieron 281 personas (73,23 %) que son adultos, siguiéndoles 90 personas (23,51 %) que son menores de edad, a estos les siguen 12 personas de tercera edad (3,04 %) y 1 persona (0,22 %) con capacidades especiales (0.22 %). En la figura 34 se demuestra que el mayor número de visitantes son adultos, mayores de edad (comprendidos entre los 18 y 64 años de edad). Quizá el mayor de los inconvenientes a la visita para niños, personas de la tercera edad y con capacidades especiales son las condiciones fuertes del clima de la zona de estudio.

En la tabla No 54 se interpreta la pregunta No 4, para visitantes extranjeros:

Tabla 54. Edad de los Visitantes Extranjeros años 2011 y 2012

	No.	%
Adultos	38	89,45
Menores de edad	1	3,42
Tercera Edad	3	7,14
Personas con Capacidades Esp.	0	0,00
TOTAL	42	100,00

Fuente: Ministerio del Ambiente
Elaborado por: Autor

En la figura No. 35 se interpreta gráficamente la pregunta No 4, para visitantes extranjeros:

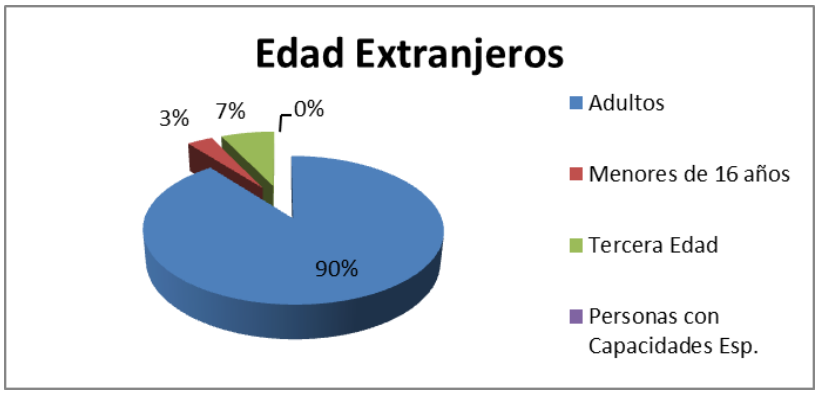


Figura. 35 Interpretación Pregunta Edad de visitantes Extranjeros

De los resultados obtenidos, existieron 38 personas (89,45 %) que son adultos, siguiéndoles 3 personas de tercera edad (7,14 %), a estos le sigue 1 persona (3,42 %) que es menor de edad, y otras 0 (0,00 %) que son personas con capacidades especiales. En la figura No. 35 se demuestra que el mayor número de visitantes son adultos, mayores de edad (comprendidos entre los 18 y 64 años de edad).

Pregunta No. 5 Ocupación de los Visitantes. En la tabla No. 55 se interpreta la pregunta No 5:

Tabla 55. Pregunta 5 Ocupación de los Visitantes

	No.	%
Estudiante	11	15,71
Empleado privado	39	55,71
Empleado público	4	5,71
Profesor	8	11,43
Otros	8	11,43
No contestaron	356	
TOTAL	426	100

Fuente: Ministerio del Ambiente
Elaborado por: Autor

En la figura No. 36 se interpreta gráficamente la pregunta No 5:

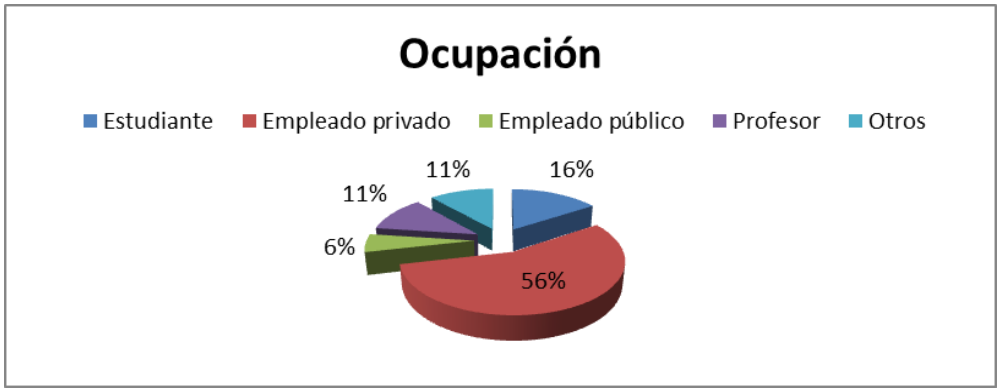


Figura. 36 Interpretación Pregunta de Ocupación de los visitantes

De estos resultados obtenidos 39 personas (55,71 %) son Empleados Privados, posteriormente les siguen 11 personas (15,71 %) que son Estudiantes, continuando 8 personas (11,43 %) que son empleados públicos, otras 8 personas (11,43 %) que son otros trabajos y otras 4 (5,71 %) que son empleados públicos. En la figura anterior se demuestra que el mayor número de visitantes son Empleados privados, no se tomó en cuenta las 356 personas que no contestaron.

Pregunta No. 6 Propósito de la Visita: En la tabla No. 56 se interpreta la pregunta No 6:

Tabla 56. Pregunta 6 Propósito de la Visita

	No.	%
Recreación / diversión / esparcimiento	111	32,74
Hacer deportes de Naturaleza (Caminatas, Ciclismo de montaña)	23	6,78
Observación flora/fauna/paisaje	136	40,12
Asistir a eventos culturales	9	2,65
Turismo de Aventura	21	6,19
Restaurante y Alojamiento	3	0,88
Estudio de Naturaleza	8	2,36
Otros	28	8,26
No contestaron	87	
TOTAL	426	100

Fuente: Ministerio del Ambiente
Elaborado por: Autor

De los resultados obtenidos se aprecia que 136 personas (40,12 %) son turistas que visitan el área por observación de Flora, Fauna o el Paisaje, posteriormente les siguen 111 personas (32,74 %) que son turistas que visitan el área por recreación, diversión o esparcimiento, continuando 28 personas (8,26 %) que son turistas que vienen por otro tipo de actividades, les siguen 23 personas (6,78 %) que visitan la reserva para realizar deportes de naturaleza como trecking o caminatas de montaña, otras 21 personas (6,19 %) son turistas que vienen a realizar turismo de aventura, 9 personas (2,65 %) visitan la reserva por motivos de asistirá eventos culturales en las afueras de la reserva y de paso visitan la REA, otras 8 personas (2,36 %) visitan la REA por realizar estudios de Naturaleza, y por último 3 personas (0,88 %) visitan la REA porque han visitado restaurantes y alojamientos cercanos a la reserva. No se tomó en cuenta las personas que no contestaron.

En la figura No. 37 se interpreta gráficamente la pregunta No 6:

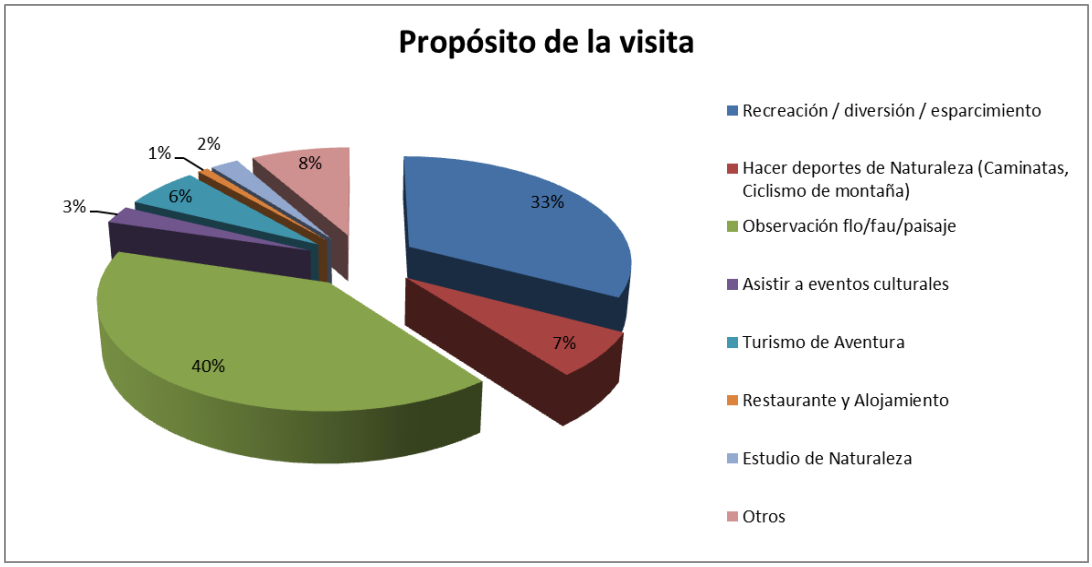


Figura. 37 Interpretación Pregunta de Propósito de la Visita

En la figura No. 37 se demuestra que los principales propósitos de visita son: Observación Flora, Fauna y Paisaje (40,12 %), y Recreación, Diversión y esparcimiento (32,74 %) Sin embargo los demás propósitos de visita tienen relación con el turismo de naturaleza o ecoturismo. Es decir que la mayoría de los visitantes encuentran paz y esparcimiento en la naturaleza.

Pregunta No 7 Grado de Satisfacción del Visitante. En la tabla No. 57 se interpreta la pregunta No 7:

Tabla 57. Pregunta 7 Grado de Satisfacción del Visitante

	No.	**%**
Muy Buena	41	59.42
Buena	28	40,58
Regular	0	0,00
Mala	0	0,00
No contestaron	356	
Total	426	100

Fuente: Ministerio del Ambiente
Elaborado por: Autor

En la figura No. 38 se interpreta gráficamente la pregunta No 7:

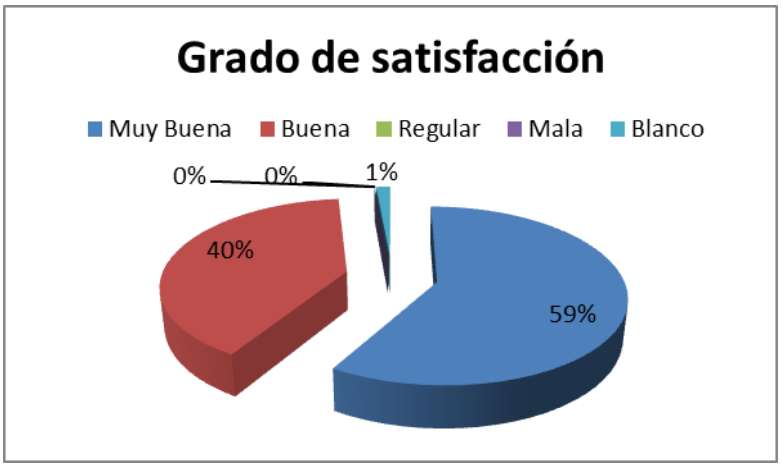


Figura. 38 Interpretación Pregunta de Grado de Satisfacción del Visitante

De los resultados obtenidos se aprecia que:

- 41 personas (59,42 %) tienen un grado de satisfacción muy bueno;
- 28 personas (40,58 %) tienen un grado de satisfacción bueno; y,
- 356 personas dejaron en blanco la encuesta.

Pregunta No 8 Observaciones para mejorar la calidad de la visita. En la tabla No. 58 se interpreta la pregunta No 8:

Tabla 58. Pregunta 8 Observaciones para mejorar la calidad de la visita

	No.	%
Mejorar la información	88	14,08
Señalizar los accesos	83	13,28
Servicios higiénicos adecuados	100	16,00
Mejoramiento de vías	48	7,68
Servicios de cafetería	93	14,88
Tienda de artesanías	51	8,16
Centro de visitantes	51	8,16
Sitio de sombra o refugio	60	9,60
Seguridad en los senderos	41	6,56
Otras (Cortar veg. Sendero, mejorar información por internet)	10	1,60
TOTAL	625	100

Fuente: Ministerio del Ambiente
Elaborado por: Autor

En la figura No. 39 se interpreta gráficamente la pregunta No 8:

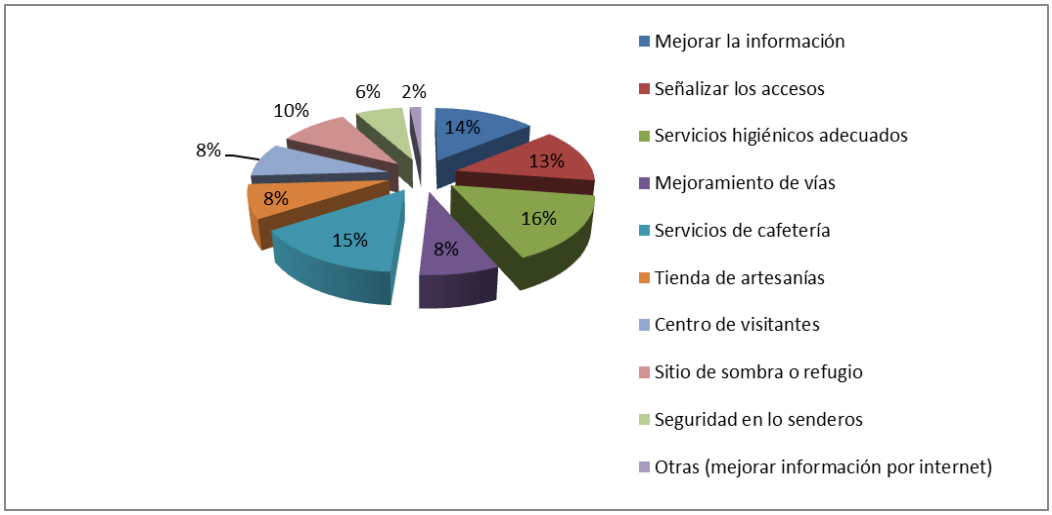


Figura. 39 Interpretación Pregunta Observaciones Para mejorar la calidad de la Visita

De los resultados obtenidos se aprecia que:

100 personas (16,00 %) recomendaron que se tengan servicios higiénicos adecuados;
93 personas (14,88 %) recomendaron que existan servicios de cafetería;
88 personas (14,08 %) recomendaron mejorar la información con respecto a la REA;
83 personas (13,28 %) recomendaron Señalizar los accesos;
60 personas (9,60 %) recomendaron que exista un sitio de sombra o refugio;
51 personas (8,16 %) recomendaron que exista una tienda de artesanías;
51 personas (8,16 %) recomendaron que exista un centro de visitantes;
48 personas (7,68 %) recomendaron que exista mejoramiento de vías;
41 personas (6,56 %) recomendaron que exista seguridad en los senderos; y,
10 personas (1,60 %) recomendaron que exista mejoramiento de la información en internet.

4.4.5 Otros Registros del personal de la REA

En este punto se presenta otra información registrada por parte del personal de la REA, esta información tiene que ver con registros de:

- Visitantes por nacionalidades;
- Número de vehículos que llegan a la ZAREA; y,

- Personas que visitan la reserva para realizar pesca deportiva.

En la tabla No. 59 se interpreta, los datos de Visitantes por nacionalidades:

Tabla 59. Visitantes por nacionalidades en el año 2013

	No.	%
EEUU	1133	47,05
Colombia	150	6,23
Alemania	230	9,55
Inglaterra	201	8,35
Italia	44	1,83
Canadá	72	2,99
Francia	165	6,85
Otros	413	17,15
TOTAL	2408	100,00

Fuente: Ministerio del Ambiente
Elaborado por: Autor

En la figura No. 40 se interpreta gráficamente, los datos de Visitantes por nacionalidades:

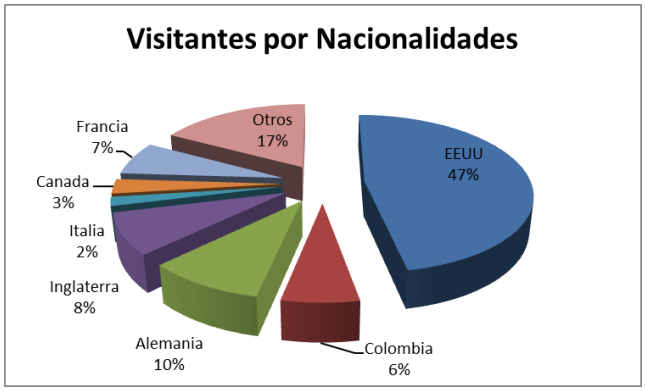


Figura. 40 Interpretación Visitantes por Nacionalidades

De los resultados obtenidos en el año 2013, se puede indicar que 1133 personas (47,05 %) son estadounidenses, posteriormente les siguen 230 personas (9,55 %) que son de alemanes, les siguen 201 personas (8,35 %) que son ingleses, continuando con 165 personas (6,85 %) que son franceses, otras 150 personas (6,23 %) que son colombianos, entre los visitantes principales. En la figura No. 40 se demuestra que el

mayor número de visitantes provienen de Estados Unidos. En la tabla No. 60, se observa el número de Vehículos que llegaron a la ZAREA en los años 2013 y 2014:

Tabla 60. Número de Vehículos que llegaron a la ZAREA en los años 2013 y 2014

año	ene	feb	mar	Abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Total	**Prom**
2013	523	566	705	436	605	471	599	659	533	595	449	663	6804	567
2014	509	452	700	680	534	418								549
Prom. de Vehíc.	516	509	703	558	570	445	599	659	533	595	449	663		566

Simbología de valores por colores:

Valor más alto	
Valor más bajo	
Valor promedio	

Fuente: Ministerio del Ambiente – Reserva Ecológica Antisana

En la figura No. 41 se interpreta gráficamente, número de Vehículos que llegaron a la ZAREA en los años 2013 y 2014:

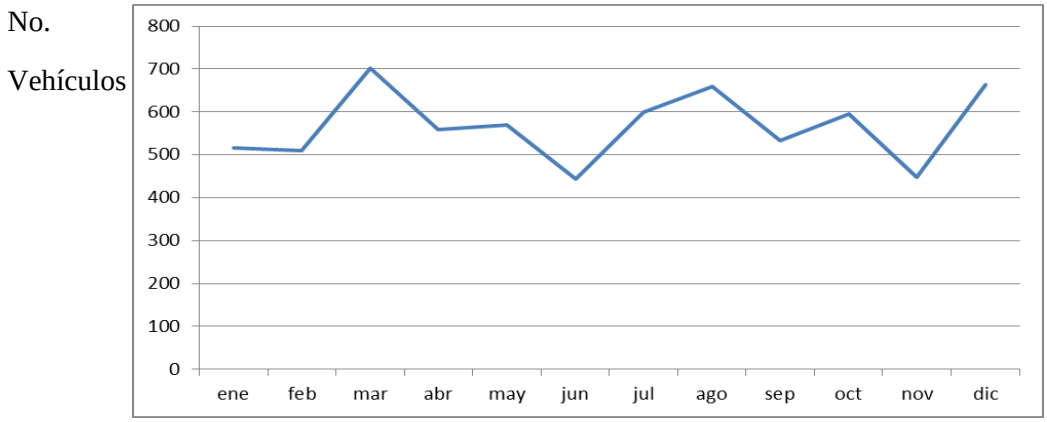


Figura. 41 Interpretación de Vehículos que llegan a la ZAREA

De la interpretación de los resultados obtenidos se puede mencionar que los meses de mayor número de vehículos son marzo, agosto y diciembre, cuya relación es directa con el promedio de visitantes a la reserva, y los meses de menor número de vehículos son los meses de junio y noviembre, cuya relación es directa en el mes de junio con el número de visitantes.

En la Tabla No. 61 se observa el número de Personas que visitaron la ZAREA en los años 2013 y 2014 para visitar y para realizar pesca deportiva:

Tabla 61. Número de visitantes Vs. pesca deportiva, en los años 2013 y 2014

	No.	%
Visitantes	43442	89,87
Pescadores	4898	10,13
TOTAL	48340	100

Fuente: Ministerio del Ambiente – Reserva Ecológica Antisana
Elaborado por: Autor

En la figura No. 42 se interpreta gráficamente, los porcentajes de Visitantes y Pescadores:

Figura. 42 Interpretación de Visitantes Vs. Pescadores en la ZAREA años 2013 y 2014
Fuente: Ministerio del Ambiente – Reserva Ecológica Antisana
Elaborado por: Autor

De la interpretación de los resultados se observa que, el 89,87 % del total de turistas, visitan la reserva por motivos anteriormente mencionados en la pregunta No. 6 de la encuesta que se resume por motivos de turismo de naturaleza, mientras que el 10,13 % visitan la reserva por afición a la pesca deportiva.

4.4.6 Perfil del turista

Dentro de las conclusiones que se puede presentar es que existen dos clases de turistas nacional y extranjero.

Tendencia del perfil de turista nacional:

- Edad entre 20 y 50 años;
- Género: mayoritariamente masculino;
- Nivel de educación: 3er nivel o universitario;
- Ocupación: más del 50 % es empleado privado;
- Propósito de la visita: Observación Flora, Fauna, Paisaje y recreación; y,
- Movilización: la mayoría va en carro propio.

Tendencia del perfil de turista extranjero:

- Edad entre 30 y 50 años;
- Género: mayoritariamente masculino;
- Nivel de educación: 3er nivel o universitario;
- Ocupación: más del 50 % es empleado privado;
- Propósito de la visita: Observación Flora, Fauna, Paisaje; y,
- Movilización: la mayoría va en bus de turismo.

4.4.7 Proyectos en ejecución

La construcción de proyectos de infraestructura en la zona de estudio, es parte de una problemática del desarrollo frente a la protección del ambiente. Si bien es cierto que los efectos de impacto de la construcción de proyectos de infraestructura pueden ser minimizados mediante la implementación de medidas de protección ambiental, en muchos casos, la ejecución de las obras altera a los ecosistemas originales de manera irreversible.

4.4.7.1 Proyecto la Mica – Quito Sur

Está ubicado al suroriente de la provincia de Pichincha y en la parte noroccidental de la Provincia de Napo. Su objetivo es suministrar agua potable a una

población de 600.000 habitantes de la zona sur de la ciudad de Quito. De este proyecto, únicamente la presa La Mica y la captación del río Antisana se encuentran dentro de la REA y estas se encuentran anexas al área de estudio.

El proyecto ha cumplido con los estudios de impacto ambiental y monitoreo estableciendo las características ambientales de las áreas involucradas en las actividades de construcción. Este estudio incluye inventario y diagnóstico de la situación ambiental, descripción y evaluación técnica de los efectos previsibles directos e indirectos y plan de manejo ambiental, el mismo que se ha aplicado en su mayor parte. Sin embargo, el impacto de la obra sobre el ambiente de la parte alta de la REA es significativo ya que ha afectado en los siguientes aspectos (QCD, 1999): alteración del paisaje natural por remoción de tierras, transformación de la laguna de La Mica a embalse regulado, con un incremento de 11 metros en su nivel de agua, modificación de las condiciones biofísicas de la laguna, modificación de sitios de anidación y cría de aves, desaparición de áreas de alimentación de las aves acuáticas, cambios en la diversidad de la avifauna de la laguna y alteración en los ciclos reproductivos de poblaciones de patos, chupiles, bandurrias y truchas, entre otras especies, alteración de ciertos humedales como pantanos, turbas y lagunas del sector de La Mica que son áreas que deben ser dedicadas a la protección y preservación debido a su elevado valor natural y fragilidad, que implica mantener un equilibrio ecológico, es decir un valor relacionado con la conservación y preservación de recursos naturales.

4.4.7.2 Proyecto Ríos Orientales

Este proyecto fue considerado en los estudios del Plan Maestro de Agua Potable y Alcantarillado de la EMAAP-Q, desarrollados entre 1997 y 1998, en donde concluyeron que con el mismo se podría atender la demanda de agua de la ciudad de Quito en una parte del siglo XXI. Básicamente, el proyecto consiste en la captación, conducción y trasvase, a gravedad, de ríos de la vertiente oriental de la Cordillera Real, que se localizan en la provincia de Napo (EMAAP-Q, 2.000).

Las fuentes consideradas en el proyecto son los ríos: Valle Vicioso, Tolda, Chuzalongo, Bajo, Antisana, Javas, Cosanga, Quijos Sur, Quijos Norte, Blanco Grande, Chalpi Grande, Blanco Chico, Tumiguina y Papallacta. El caudal medio natural de todas estas fuentes es de 29,88 m3/s. El proyecto así concebido y mediante obras de regulación proporcionará al Distrito Metropolitano de Quito un caudal medio de 20,46 m3/s y un mínimo de 17,00 m3/s con una garantía del 95%. Sin embalses, el proyecto apenas aportaría 8,18 m3/s. (EMAAP-Q, 2.000).

4.4.7.3 Proyecto Piedra Azufre

El 18 de diciembre de 2 002, se suscribió el Contrato de Préstamo BID 1424/OC-EC entre el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), y la Empresa Metropolitana de Alcantarillado y Agua Potable de Quito (EMAAP-Q), destinado a financiar el "PROGRAMA DE SANEAMIENTO AMBIENTAL (PSA) PARA EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO" para el período 2 003 – 2 007. El programa incluye la realización de estudios y proyectos de agua potable.

En el año de 1 993, cuando se diseñaba el Proyecto La Mica – Quito Sur, se planteó la posibilidad de captar los caudales que se drenan a través de subcuencas

aledañas al eje de la conducción general. En esa zona se ubican los cursos de las quebradas H, I, J, Piedra Azufre y Tablas; cuyas aguas mediante obras de captación y de conducción pueden llevarse hacia el río Sarpache, que constituye uno de los afluentes que alimentan al embalse de La Mica. Con la escasa, incompleta o no comprobada información topográfica, geológica, geotécnica, hidrológica de la zona, se esbozaron perfiles de proyectos para el aprovechamiento de esos caudales. Estas obras son prioritarias, si se desea mantener el caudal del Proyecto La Mica – Quito Sur en 1,7 m3/seg con una garantía del 95%.

4.4.7.4 Proyecto Delimitación Física y Desarrollo del Turismo Sostenible del Patrimonio de Áreas Naturales del Estado

El Ministerio del Ambiente lidera un proceso continuo hacia la consolidación y fortalecimiento del Patrimonio de Áreas Naturales del Estado (PANE), implementando actividades estratégicas para el desarrollo del Turismo Sostenible y la Delimitación efectiva de las áreas protegidas (MAE, 2010).

En este sentido la Dirección Nacional de Biodiversidad y el Proyecto Delimitación Física y Desarrollo de Turismo Sostenible en el PANE, se encuentran llevando adelante un proceso de delimitación física de algunas áreas protegidas priorizadas. Dentro de esta actividad se colocarán hitos en los linderos, sobre todo en aquellas áreas en las que existen conflictos por la tenencia de la tierra, como en el caso de la Reserva Ecológica Antisana.

4.5 Muestreo de Suelos

El uso de análisis de suelos como instrumento para el diagnóstico de la calidad del suelo es una excelente herramienta. Para tener éxito en la caracterización y análisis de suelos, se debe partir de un muestreo adecuado cuya explicación se proporcionó en el capítulo No. 3 punto 4 de esta investigación. En la tabla No 62 se encuentran los puntos donde se realizaron el muestreo de suelos caracterizándoles en primera instancia por: ID (expresado S para sendero, N para natural y NH Zona Natural y Humedal), Ubicación de la toma de muestras en coordenadas UTM, Altura, Variación de inclinación, y sendero. Sobre el tipo de pendiente o grado o variación de inclinación, se aplicaron los criterios de Determinación de la Pendiente (FAO, 2003), y mediante estos criterios se dividieron en tres categorías, explicadas en el capítulo 3, punto 3, literal 2.

Tabla 62. Ubicación de la toma de Muestras de Suelos

Fecha del Muestreo	ID	Ubicación de la toma de Muestras				Var. Inclinación	Sendero
		Eje X m E	Eje Y m S	Zona	Altura		
14/01/2014	1S	809346	9940184	17S	3971	>20°	Patourco
14/01/2014	2S	809333	9940186	17S	3972	>20°	Patourco
14/01/2014	1N	809341	9940204	17S	3990	>20°	Patourco
14/01/2014	2N	809309	9940207	17S	3982	>10° & <20°	Patourco
14/01/2014	3S	810569	9940050	17S	3955	>10° & <20°	Gallaretas
14/01/2014	4S	810626	9940052	17S	3953	>10° & <20°	Gallaretas
14/01/2014	3N	810575	9940055	17S	3960	>10° & <20°	Gallaretas
14/01/2014	4N	810630	9940056	17S	3955	>0° & <10°	Gallaretas
14/01/2014	5S	809325	9940483	17S	4089	>0° & <10°	Micaloma
14/01/2014	6S	809501	9940439	17S	4080	>0° & <10°	Micaloma
14/01/2014	5N	809330	9940495	17S	4085	>0° & <10°	Micaloma
14/01/2014	6N	809550	9940450	17S	4078	>10° & <20°	Micaloma
14/01/2014	7S	808847	9940444	17S	3967	>10° & <20°	Micaloma
14/01/2014	8S	808827	9940503	17S	3980	>10° & <20°	Micaloma
14/01/2014	7N	808850	9940450	17S	3970	>10° & <20°	Micaloma
14/01/2014	8N	808830	9940508	17S	3982	>0° & <10°	Micaloma
31/05/2014	9S	810385	9940044	17S	3942	>0° & <10°	Gallaretas
31/05/2014	10S	810386	9940046	17S	3942	>0° & <10°	Gallaretas
31/05/2014	9N	810395	9940055	17S	3944	>0° & <10°	Gallaretas
31/05/2014	10N	810396	9940056	17S	3944	>0° & <10°	Gallaretas
31/05/2014	11S	809294	9940490	17S	4090	>0° & <10°	Micaloma
31/05/2014	12S	809304	9940489	17S	4090	>0° & <10°	Micaloma
31/05/2014	11N	809291	9940502	17S	4090	>0° & <10°	Micaloma
31/05/2014	12N	809307	9940500	17S	4090	>0° & <10°	Micaloma
15/06/2014	13S	809160	9940569	17S	4084	>0° & <10°	Micaloma
15/06/2014	14S	809165	9940568	17S	4084	>0° & <10°	Micaloma
15/06/2014	15S	810497	9940246	17S	3960	>0° & <10°	Micaloma
15/06/2014	16S	810489	9940246	17S	3960	>0° & <10°	Micaloma
15/06/2014	17S	810623	9940095	17S	3925	>0° & <10°	Gallaretas
15/06/2014	18S	810623	9940100	17S	3925	>10° & <20°	Gallaretas
13/09/2014	19S	809126	9940146	17S	3942	>10° & <20°	Patourco
13/09/2014	20S	808974	9940207	17S	3945	>10° & <20°	Patourco
13/09/2014	13N	809135	9940156	17S	3927	>10° & <20°	Patourco
13/09/2014	14N	808928	9940301	17S	3929	>0° & <10°	Patourco
13/09/2014	21S	809183	9940124	17S	3927	>10° & <20°	Patourco
13/09/2014	22S	809029	9940268	17S	3954	>0° & <10°	Patourco
13/09/2014	15NH	809108	9940098	17S	3925	>0° & <10°	Patourco
13/09/2014	16NH	809136	9940100	17S	3924	>20°	Patourco

En la figura No. 43 se presentan de manera esquemática los puntos geográficos donde se realizaron las colectas de muestras de suelo.

Figura. 43 Mapa de Puntos de Muestreo de Suelo según grado de inclinación del terreno
Fuente: IGM. Adaptado por el Autor

Capítulo 5

Resultados y Discusión

5.1 Resultados

5.1.1 Resultados del Muestreo de suelos

En la tabla No. 63 se publican los resultados de los análisis de suelos de: Compactación, pH, C.E., %M.O., %Humedad, %Arena, %Limo, %Arcilla, y Clase Textural. Identificados por el ID:

Tabla 63. Resultados del Muestreo de Suelos

ID	Compt	Rangos Compt	pH	Rango pH	C.E.	Rangos C.E.	% M.O.	Rang % M.O.	% Humed	% Are	% Lim	% Arci	Clase Textural
1S	0,70	> 0,6 – 0,7 Medio	6,47	L Ac			24,5	>5,0 Alto	61,77	41	51	8	Franco-Limoso
2S	0,70		6,47				24,5		61,77	41	51	8	
1N	0,95	> 0.9 – 1 Bajo	5,62	L Ac			26,4	>5,0 Alto	78,95	41	51	8	Franco-Limoso
2N	0,95		5,62				26,4		78,95	41	51	8	
3S	0,67	> 0,6 – 0,7 Medio	5,70	L Ac			13,0	>5,0 Alto	59,43	35	55	10	Franco-Limoso
4S	0,67		5,70				13,0		59,43	35	55	10	
3N	0,95	> 0.9 – 1 Bajo	4,93	Ac RC			18,1	>5,0 Alto	80,8	35	55	10	Franco-Limoso
4N	0,95		4,93				18,1		80,8	35	55	10	
5S	0,55	> 0,01 – 0,6 Alto	5,22	Ac RC			16,0	>5,0 Alto	56,62	33	57	10	Franco-Limoso
6S	0,55		5,22				16,0		56,62	33	57	10	
5N	0,97	> 0.9 – 1 Bajo	6,32	L Ac			22,8	>5,0 Alto	70,9	41	47	12	Franco
6N	0,97		6,32				22,8		70,9	41	47	12	
7S	0,65	> 0,6 – 0,7 Medio	5,42	Ac RC			12,3	>5,0 Alto					
8S	0,65		5,42				12,3						
7N	0,94	> 0.9 – 1 Bajo	5,30	Ac RC			16,5	>5,0 Alto					
8N	0,94		5,30				16,5						
9S	0,66	> 0,6 – 0,7 Medio	5,63	L Ac			14,2	>5,0 Alto	29,9	38	51	11	Franco-Limoso
10S	0,66		5,63				14,2		29,9	38	51	11	
9N	0,96	> 0.9 – 1 Bajo	5,84	L Ac			27,2	>5,0 Alto	44,0	36	51	13	Franco-Limoso
10N	0,96		5,84				27,2		44,0	36	51	13	
11S	0,61	> 0,6 – 0,7 Medio	5,37	Ac RC			11,4	>5,0 Alto	25,7	28	59	13	Franco-Limoso
12S	0,61		5,37				11,4		25,7	28	59	13	
11N	0,99	> 0.9 – 1 Bajo	6,78	PN			15,0	>5,0 Alto	37,4	36	53	11	Franco-Limoso
12N	0,99		6,78				15,0		37,4	36	53	11	
13S	0,58	> 0,01 – 0,6 Alto	5,60	L Ac			13,0	>5,0 Alto		32	55	13	Franco-Limoso
14S	0,58		5,60				13,0			32	55	13	
15S	0,57	> 0,01 – 0,6 Alto	5,52	L Ac			17,6	>5,0 Alto	36,5				
16S	0,57		5,52				17,6		36,5				
17S	0,66	> 0,6 – 0,7 Medio	5,63	L Ac			22,3	>5,0 Alto	42,8				
18S	0,66		5,63				22,3		42,8				
19S	0,60	> 0,01 – 0,6 Alto	5,93	L Ac			17,9	>5,0 Alto	48,36				
20S	0,60		5,93				17,9		48,36				
13N	0,97	> 0.9 – 1 Bajo	6,76	PN	0,28	<2 Normal	18,0	>5,0 Alto	53,72				
14N	0,97		6,76		0,28		18,0		53,72				
21S	0,50	> 0,01 – 0,6 Alto	5,65	L Ac	0,18	<2 Normal	13,7	>5,0 Alto	47,95				
22S	0,50		5,65		0,18		13,7		47,95				
15NH	0,95	> 0.9 – 1 Bajo	5,45	Ac RC	0,24	<2 Normal	73,6	>5,0 Alto	89,35				
16NH	0,95		5,45		0,24		73,6		89,35				

Fuente: Resultados del laboratorio de suelos del INIAP

La identificación realizada a través del ID, se comienza a utilizar desde la tabla No. 62, cuya información indicada en la tabla No. 63 es la continuación y presentación de los resultados.

En la tabla No. 63 en el ítem de clase textural se puede identificar que como característica general la mayoría de este tipo de suelos es **Franco limoso**, es decir entre un 50% y 80% de porcentaje de limo, entre 50 % y 100 % de Porcentaje de Arcilla y entre 20% y 50% de porcentaje de arena, para mayor referencia véase Anexo I (Diagrama Triangular de Clases Texturales básicas del suelo, según tamaño de partículas, de acuerdo con USDA).

Otras variables como Compactación, potencial de Hidrógeno, porcentaje de Materia Orgánica y porcentaje de Humedad, serán analizadas posteriormente uno por uno.

5.1.2 Resultados del Análisis de Correlación de Pearson y determinación, entre el uso del suelo y sus nutrientes para verificar daño ambiental, por senderos

Este tipo de análisis se lo realiza con la finalidad de encontrar una relación entre la actividad humana y la degradación del suelo, estudiado en la zona de Micaloma.

Para el establecimiento de una mejor correlación entre daño ambiental provocado por actividad humana y zona de estudio, se empezará a realizar la correlación por cada sendero y sobre los elementos que tienen correlación en el deterioro de la zona de estudio.

5.1.2.1 Sendero Micaloma

Relación entre Uso del Suelo y Compactación del Suelo

En la tabla No. 64 se muestran los resultados del análisis de correlación entre Uso del Suelo y Grado de Compactación del Suelo:

Tabla 64. Correlación entre Uso del Suelo y Compactación del Suelo Micaloma

ID	Uso del Suelo	% de Compactación del Suelo
5S	1	0,70
6S	1	0,70
5N	0	0,96
6N	0	0,96
7S	1	0,85
8S	1	0,85
7N	0	0,97
8N	0	0,97
11S	1	0,77
12S	1	0,77
11N	0	0,99
12N	0	0,99
13S	1	0,82
14S	1	0,82
15S	1	0,80
16S	1	0,80
Coef. Pearson (r)	**-0,90896281**	Correlación negativa casi perfecta, donde a mayor actividad Humana mayor compactación del suelo.
Determinación	**0,82621338**	Relación Lineal Alta

Uso del Suelo: 1 Sendero con actividad humana
0 Natural Sin actividad humana

En la figura No. 44 se muestra la correlación entre las Variables de Compactación del Suelo y Uso del Suelo Micaloma se puede encontrar una línea de tendencia descendente, donde se establece que a menor actividad humana, menor compactación del suelo y a mayor actividad humana mayor compactación del suelo

(entendiéndose como 1 el grado de no compactación en el suelo y menor a 1 empieza la compactación).

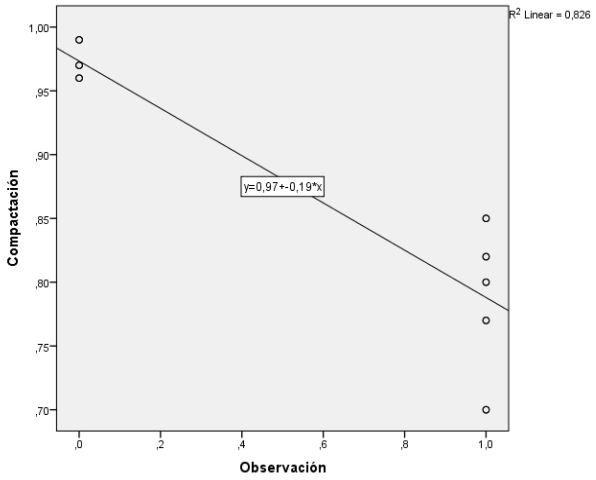


Figura. 44 Correlación entre Variables de Compactación del Suelo y Uso del Suelo Micaloma

Relación Compactación del Suelo y potencial de Hidrógeno en el Suelo

En la tabla No. 65 se muestra el análisis de correlación entre Compactación del Suelo y el potencial de Hidrógeno:

Tabla 65. Correlación entre Compactación del Suelo y potencial de Hidrogeno del Suelo Micaloma

ID	Compactación de Suelo	Potencial de Hidrógeno
5S	0,70	5,22
6S	0,70	5,22
5N	0,96	6,32
6N	0,96	6,32
7S	0,85	5,42
8S	0,85	5,42
7N	0,97	5,3
8N	0,97	5,3
11S	0,77	5,37
12S	0,77	5,37
11N	0,99	6,78
12N	0,99	6,78
13S	0,82	5,6
14S	0,82	5,6
15S	0,80	5,52
16S	0,80	5,52

Tabla 65. Correlación entre Compactación del Suelo y potencial de Hidrogeno del Suelo Micaloma

ID	Compactación de Suelo	Potencial de Hidrógeno
Coef. Pearson (r)	**0,686408484**	Correlación positiva, donde la compactación del suelo tiene una relación con el potencial de Hidrogeno en el Suelo.
Determinación	**0,471156606**	Relación lineal Media

En figura No. 45 se puede encontrar una línea de tendencia ascendente en donde se aprecia que a mayor compactación, menor pH y a menor compactación el pH es casi neutro (entendiéndose como 1 el grado de no compactación en el suelo y menor a 1 empieza la compactación).

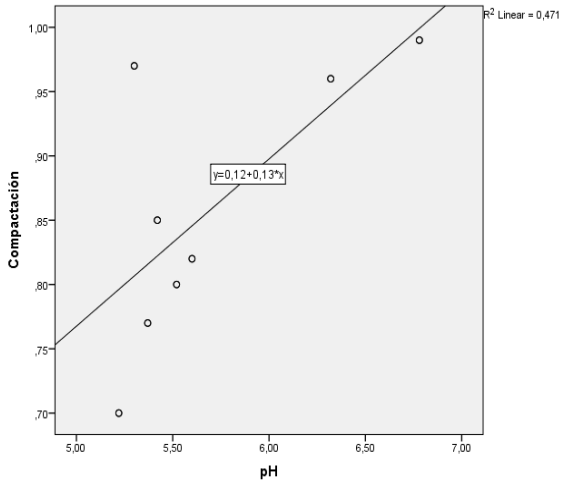


Figura. 45 Gráfico de Correlación entre Variables de Compactación del Suelo y potencial de Hidrógeno del Suelo Micaloma
Elaborado por: Autor en base al programa IBM SPSS Statistics Viewer.

Relación entre Uso del Suelo y Porcentaje de Humedad del Suelo

En la tabla No. 66 se muestra el análisis de correlación entre Uso del Suelo y Porcentaje de Humedad del Suelo:

Tabla 66. Correlación entre Uso del Suelo y Porcentaje de Humedad del Suelo Micaloma

ID	Uso del Suelo	% Humedad
5S	1	56.62
6S	1	56.62
5N	0	70.9
6N	0	70.9
7S	1	
8S	1	
7N	0	
8N	0	
11S	1	25.7
12S	1	25.7
11N	0	37.4
12N	0	37.4
13S	1	
14S	1	
15S	1	36.5
16S	1	36.5
Coef. Pearson (r)	**-0.440599948**	Correlación negativa media, no existe mucha relación.
Determinación	**0.194128314**	Relación Lineal Baja

Uso del Suelo: 1 Sendero con actividad humana
0 Natural Sin actividad humana

En la figura No. 46 se puede encontrar una línea de tendencia descendente pero esta es casi media, como ya se estableció en los resultados de la tabla. Sin embargo se encuentra la relación de mayor humedad y uso del suelo.

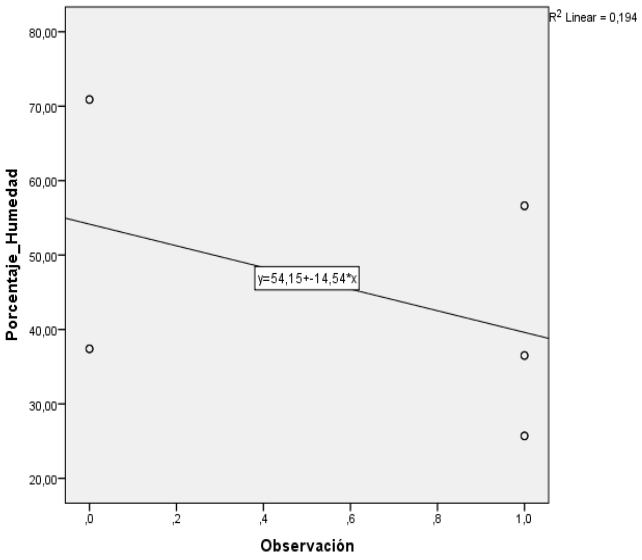


Figura. 46 Correlación entre Variables de Uso del Suelo y Porcentaje de Humedad del Suelo Micaloma

Elaborado por: Autor en base al programa IBM SPSS Statistics Viewer.

No se analizan más factores puesto que en el sendero de Micaloma no se encontró mayor daño, a excepción del pisoteo que se encuentra en la parte alta sector mirador de Micaloma zona de almohadillas.

5.1.2.2 Sendero Patourco

En este sendero se analizarán los siguientes tipos de elementos:

- Uso del suelo (sendero, o natural);
- Grado de compactación del suelo;
- Potencial de Hidrógeno en el suelo;
- Porcentaje de humedad; y,
- Conductividad Eléctrica.

Relación entre Uso del Suelo y Compactación del Suelo

En la tabla No 67 se muestra el análisis de correlación entre Uso del Suelo y Grado de Compactación del Suelo:

Tabla 67. Correlación entre Uso del Suelo y Compactación del Suelo Patourco

ID	Uso del Suelo	% de Compactación del Suelo
1S	1	0,70
2S	1	0,70
1N	0	0,95
2N	0	0,95
19S	1	0,60
20S	1	0,60
13N	0	0,97
14N	0	0,97
21S	1	0,50
22S	1	0,50
Coef. Pearson (r)	**-0,94077**	Correlación negativa casi perfecta, donde a mayor actividad Humana mayor compactación del suelo.
Determinación	**0,885044**	Relación Lineal Alta

Uso del Suelo: 1 Sendero con actividad humana
0 Natural Sin actividad humana

En la figura No 47 se encuentra una línea de tendencia descendente donde a mayor actividad humana, mayor es el porcentaje de compactación (entendiéndose como 1 el grado de no compactación en el suelo y menor a 1 empieza el grado de compactación).

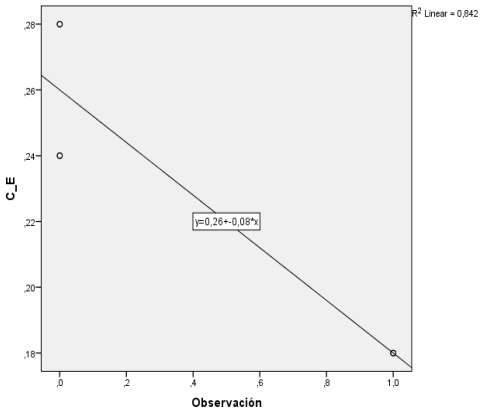


Figura. 47 Correlación entre Variables de Compactación del Suelo y Uso del Suelo Patourco

Elaborado por: Autor en base al programa IBM SPSS Statistics Viewer.

Relación Compactación del Suelo y potencial de Hidrógeno en el Suelo

En la tabla No. 68 se muestra el análisis de correlación entre Compactación del Suelo y el potencial de Hidrógeno:

Tabla 68. Correlación entre Compactación del Suelo y Potencial de Hidrógeno del Suelo Patourco

ID	Compactación de Suelo	Potencial de Hidrógeno
1S	0.70	6.47
2S	0.70	6.47
1N	0.95	5.62
2N	0.95	5.62
19S	0.60	5.93
20S	0.60	5.93
13N	0.97	6.76
14N	0.97	6.76
21S	0.50	5.65
22S	0.50	5.65
Coef. Pearson (r)	**0.394915781**	Correlación positiva media baja, no se puede encontrar mucha relación entre la compactación del suelo u el potencial de Hidrógeno en el Suelo.
Determinación	**0.155958474**	Relación Lineal Baja

En la figura No. 48 se puede encontrar una línea de tendencia ascendente en donde se aprecia que a mayor compactación, menor pH y a menor compactación el pH es casi neutro (entendiéndose como 1 el grado de no compactación en el suelo y menor a 1 empieza la compactación).

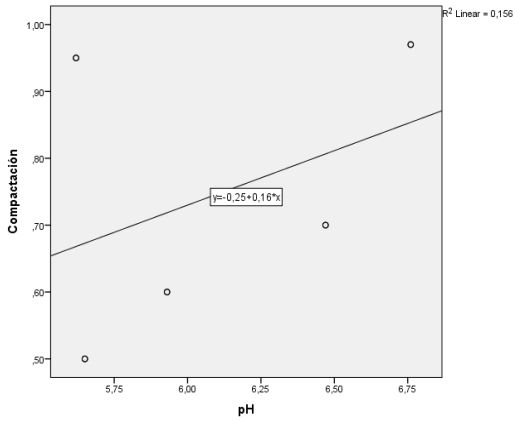


Figura. 48 Correlación entre Variables de Compactación del Suelo y potencial de Hidrógeno del Suelo Patourco
Elaborado por: Autor en base al programa IBM SPSS Statistics Viewer.

Relación entre Uso del Suelo y Porcentaje de Humedad del Suelo

En la tabla No 69 se muestra el análisis de correlación entre Uso del Suelo y Porcentaje de Humedad del Suelo:

Tabla 69. Correlación entre Uso del Suelo y Porcentaje de Humedad del Suelo Patourco

ID	Uso del Suelo	% Humedad
1S	1	61,77
2S	1	61,77
1N	0	78,95
2N	0	78,95
19S	1	48,36
20S	1	48,36
13N	0	53,72
14N	0	53,72
21S	1	47,95
22S	1	47,95
Coef. Pearson (r)	**-0.579381341**	Correlación negativa media alta, donde la actividad Humana expresada en uno tiene una relación inversa media con el Porcentaje de Humedad en el Suelo.
Determinación	**0.335682739**	Relación Lineal Media Baja

En figura No 49 se puede encontrar una línea de tendencia descendente en donde ha mayor actividad Humana existe menor grado de humedad.

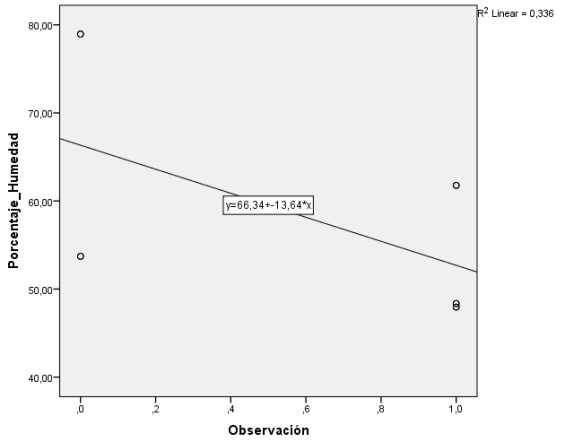


Figura. 49 Correlación entre Variables de Uso del Suelo y Porcentaje de humedad en el Suelo Patourco
Elaborado por: Autor en base al programa IBM SPSS Statistics Viewer.

Relación entre Uso del Suelo y Conductividad Eléctrica del Suelo

Esta relación solo se la realizó en este sendero en el mes de septiembre del 2014 puesto que ya se conocía que existe una afectación o impacto ambiental mayor en este sendero, por tal razón se solicitó al laboratorio del INIAP realizar este tipo de análisis para unas muestras de suelo de este sendero. En la tabla No. 70 se muestra el análisis de correlación entre Compactación del Suelo y Porcentaje de Humedad del Suelo:

Tabla 70. Correlación entre Uso del Suelo y Conductividad Eléctrica del Suelo Patourco

ID	Compactación	C.E.
13N	0	0,28
14N	0	0,28
21S	1	0,18
22S	1	0,18
15NH	0	0,24
16NH	0	0,24
Coef. Pearson (r)	**-0,917662935**	Correlación negativa casi perfecta, donde existe una relación. A mayor Salinidad (C.E.), menor uso turístico o actividad humana
Determinación	0,8421**05263**	Relación Lineal Alta

En la figura No. 50 se puede encontrar una línea de tendencia descendente donde a mayor actividad humana menor salinidad en el Suelo (C.E.).

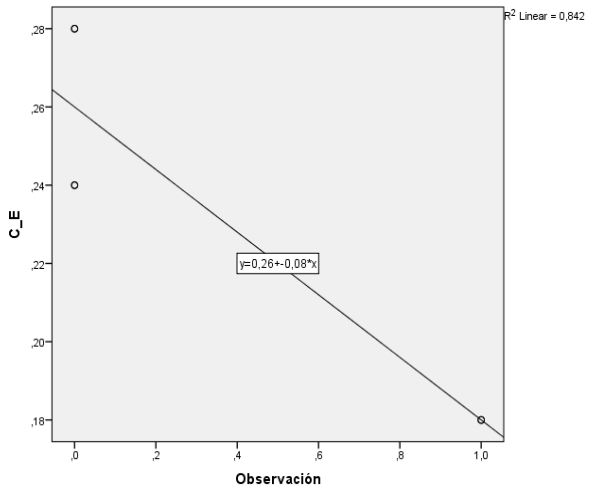


Figura. 50 Gráfico de Correlación entre Variables de Uso del Suelo y Conductividad Eléctrica del Suelo Patourco

Elaborado por: Autor en base al programa IBM SPSS Statistics Viewer.

5.1.2.3 Sendero Gallaretas

En este sendero se analizarán los siguientes tipos de elementos:

- Uso del suelo (sendero, o natural);
- Grado de compactación del suelo;
- Potencial de Hidrógeno en el suelo; y,
- Porcentaje de humedad.

Relación entre Uso del Suelo y Compactación del Suelo

En la tabla No. 71 se muestra el análisis de correlación entre Uso del Suelo y Grado de Compactación del Suelo:

Tabla 71. Correlación entre Uso del Suelo y Compactación del Suelo Gallaretas

ID	Uso del Suelo	% de Compactación del Suelo

Tabla 71. Correlación entre Uso del Suelo y Compactación del Suelo Gallaretas

ID	Uso del Suelo	% de Compactación del Suelo
3S	1	0,67
4S	1	0,67
3N	0	0,95
4N	0	0,95
9S	1	0,66
10S	1	0,66
9N	0	0,96
10N	0	0,96
17S	1	0,66
18S	1	0,66
Coef. Pearson (r)	**-0,99942906**	Correlación negativa casi perfecta, donde a mayor actividad Humana mayor compactación del suelo.
Determinación	**0,99885844**	Relación Lineal Alta

Uso del Suelo: 1 Sendero con actividad humana
0 Natural Sin actividad humana

En la figura No. 51 se puede encontrar una línea de tendencia descendente, en donde a mayor actividad humana mayor es el porcentaje de compactación (entendiéndose como 1 el grado de no compactación en el suelo y menor a 1 empieza la compactación).

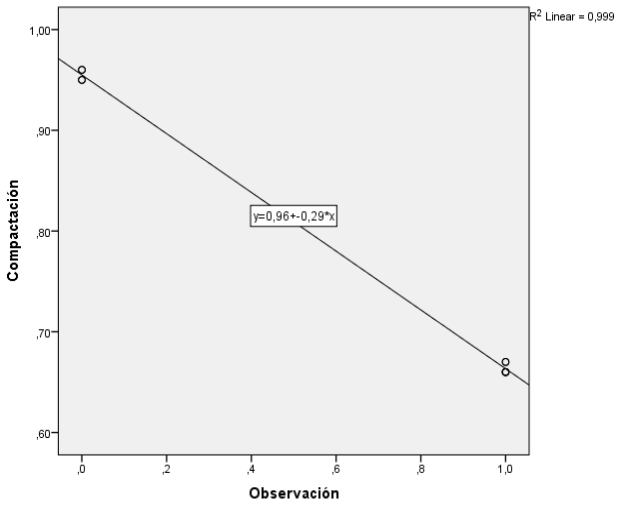


Figura. 51 Correlación entre Variables de Compactación del Suelo y Uso del Suelo Gallaretas

Elaborado por: Autor en base al programa IBM SPSS Statistics Viewer.

Relación Compactación del Suelo y potencial de Hidrógeno en el Suelo

En la tabla No. 72 se muestra el análisis de correlación entre Compactación del Suelo y el potencial de Hidrógeno:

Tabla 72. Correlación entre Compactación del Suelo y potencial de Hidrógeno del Suelo Gallaretas

ID	Compactación de Suelo	Potencial de Hidrógeno
3S	0.67	5.7
4S	0.67	5.7
3N	0.95	4.93
4N	0.95	4.93
9S	0.66	5.63
10S	0.66	5.63
9N	0.96	5.84
10N	0.96	5.84
17S	0.66	5.63
18S	0.66	5.63
Coef. Pearson (r)	**-0.391815593**	Correlación negativa, donde la compactación tiene una relación media - baja con el Potencial de Hidrógeno en el Suelo.
Determinación	**0.153519459**	Relación Lineal Baja

En figura No. 52 se puede encontrar una línea de tendencia descendente, donde no se puede apreciar de manera considerable la relación entre compactación y pH.

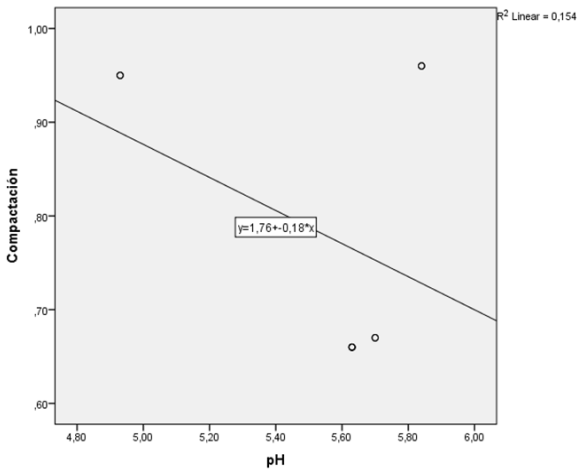


Figura. 52 Correlación entre Variables de Compactación del Suelo y potencial de Hidrógeno del Suelo Gallaretas

Elaborado por: Autor en base al programa IBM SPSS Statistics Viewer.

Relación entre Uso del Suelo y Porcentaje de Humedad del Suelo

En la tabla No. 73 se muestra el análisis de correlación entre Compactación del Suelo y Porcentaje de Humedad del Suelo:

Tabla 73. Correlación entre Uso del Suelo y Porcentaje de Humedad del Suelo Gallaretas

ID	Uso del Suelo	% Humedad
3S	1	59.43
4S	1	59.43
3N	0	80.8
4N	0	80.8
9S	1	
10S	1	
9N	0	
10N	0	
17S	1	42.8
18S	1	42.8
Coef. Pearson (r)	**-0.899703722**	Correlación negativa casi perfecta, donde la compactación tiene una relación alta con el Porcentaje de Humedad en el Suelo.
Determinación	**0.809466788**	Relación Lineal alta

Uso del Suelo: 1 Sendero con actividad humana
0 Natural Sin actividad humana

En la figura No. 53 se puede encontrar una línea de tendencia descendente donde ha mayor actividad humana existe menor grado de humedad.

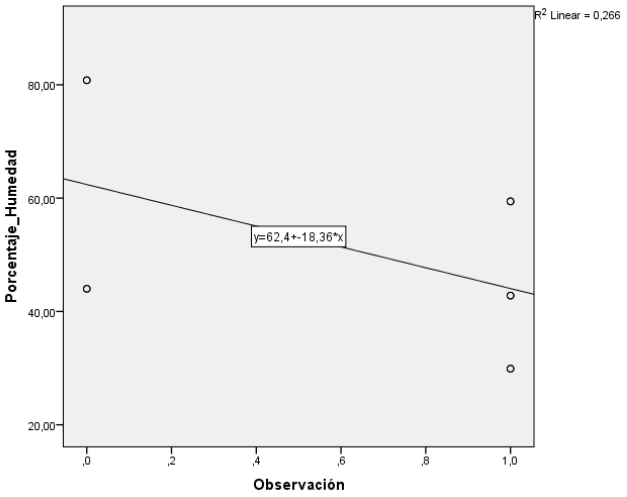


Figura. 53 Gráfico de Correlación entre Variables de Uso del Suelo y Porcentaje de humedad en el Suelo Gallaretas

Elaborado por: Autor en base al programa IBM SPSS Statistics Viewer.

5.1.3 Resultados Capacidad de Carga Turística

En la tabla No. 74 se muestran los resultados del cálculo de capacidad de carga, elaborado para los senderos de Micaloma, Patourco y Gallaretas. Allí se presentan el cálculo de capacidad de carga física, capacidad de carga real, y la capacidad de carga efectiva.

En el ítem de capacidad de carga real se detalla, lo que es el número de personas por grupo, factor social, factor de erodabilidad, factor de accesibilidad, factor de anegamiento, factor de deterioro de flora, factor de precipitación, factor de heliofanía, factor de compactación del suelo, factor flora y factor fauna, es el ítem de mayor detalle, pues es en este cálculo en donde se modifica y se adjuntan los factores de compactación y perdida de nutrientes del suelo.

Tabla 74. Cálculo de Capacidad de Carga de los tres Senderos

CÁLCULO DE CAPACIDAD DE CARGA

	Sendero de Micaloma	***Sendero Patourco***	***Sendero Gallaretas***
Capacidad de Carga Física			
Capacidad de Carga Física (CCF):	11700	20318	9262
Factores de Corrección de la Capacidad de Carga Real			
Factor Social:	0,09	0,09	0,09
Factor de Erodabilidad:	0,67	0,66	0,63
Factor de Accesibilidad:	0,74	0,81	0,82
Factor de Anegamiento:	0,99	0,47	0,98
Factor de Deterioro de Flora:	0,99	0,98	0,98
Factor de Precipitación:	0,73	0,73	0,73
Factor de Heliofanía:	1,00	1,00	1,00
Factor de Compactación de Suelo:	0,59	0,6	0,66
Factor Perdida de Nutrientes en el Suelo	0,75	0,59	0,72
Factor Flora:	1,00	1,00	1,00
Factor de Fauna:	0,88	0,66	0,66
Capacidad de Carga Real			
Número de personas por grupo:	10	10	10
Capacidad de Carga Real (CCR) Visitas/día:	149	77	96
Capacidad de Manejo			
Capacidad de Manejo (CM)	0,74	0,74	0,73
Capacidad de Carga Efectiva (CCE)	110	57	70
		Visitantes/día	
Capacidad de Carga Efectiva (CCE)	40310	20854	25497
		Visitantes/año	
Valores reales de visitas al año (ejemplo año 2013)	**6970**	**23828**	**3242**
		Visitantes/año	
Exedente		**2974**	
		Visitantes/año	

5.1.4 Matrices de Identificación de Impactos

Como ya se mencionó, existen tres senderos o zonas de recreación en la zona alta de la reserva, las cuales presentan diferentes impactos, según valores ponderados pudiendo ser estos irrelevantes, moderados, severos y críticos. En este ítem vamos a analizar posibles impactos que se deberán tomar en cuenta para prevenirlos.

- **Áreas de Influencia**

El criterio para poder determinar las áreas de influencia (directa e indirecta) y áreas ambientalmente sensibles, se fundamentó básicamente en las características de los medios físicos y bióticos, establecidos en el cuarto capítulo, Caracterización y diagnóstico de la zona de estudio.

El área de influencia ambiental, fue desarrollada en función de su interacción con los aspectos físicos principalmente. Los aspectos biológicos se tomaron en cuenta como información apreciable, pero por las características de esta investigación nuestros resultados se enfocan en el daño ambiental físico específicamente del recurso suelo.

- **Áreas Sensibles**

Aspectos Físicos

El suelo es el principal factor, que recibe impacto directo de la acción de los visitantes, sea por pisoteo, erosión, anegamiento, cambio de uso del suelo (en el caso de nuevos senderos).

Aspectos Bióticos

Desde el punto de vista de condiciones biológicas de la zona de estudio, y tomando como referencia lo expuesto en el cuarto capítulo de la presente tesis Caracterización y diagnóstico de la zona de estudio, se considera el área como sensibilidad media, debido a que es el área donde se realizan las actividades de recreación, las cuales están vinculadas directamente a ecosistemas con sensibilidad, como es el caso de: Herbazal inundable montano alto y montano alto superior de páramo, Herbazal montano alto y montano alto superior de páramo, y Herbazal y arbustal montano alto y montano alto superior de páramo.

- **Identificación de Indicadores de posibles daños ambientales**

De esta evaluación saldrán como resultados propuestas de medidas de monitoreo y una cuantificación que coadyuve al cálculo adecuado de capacidad de carga, para cada una de las zonas de recreación.

Por razones de límites del presente estudio, esta será una propuesta que no involucré áreas adicionales, solamente se consideran elementos ambientales.

Pare este análisis solo se tomarán en cuenta los impactos negativos.

Los elementos del ambiente que potencialmente se verán afectados, de manera negativa por actividades vinculadas a la recreación son los siguientes:

Ambiente Natural Físico:

- Aire;
- Agua;

- Suelo; y,
- Calidad Escénica (Paisaje).

Ambiente Natural Biótico:

- Flora.

  - **Impactos generados al aire:**

El principal factor que incide en el componente aire es:

- **Generación de Ruido.-** La cual se la denomina como vibración mecánica que se expande como longitud de ondas (ondas acústicas), que perturban el medio, produciendo deficiencias auditivas y molestias en general.

  - **Impactos generados al agua:**

El principal factor que incide en el componente agua es:

- **Contaminación.-** En la ZAREA, los impactos se dan por turistas que arrojan residuos de colillas de tabacos, restos de comida, etc.

  - **Impactos generados al Suelo:**

El principal factor que incide en el componente suelo es:

- **Erosión.-** Siendo este el desgaste o la destrucción de la corteza terrestre, especialmente las capas más fértiles, por la acción de agentes como el agua, viento, glaciares, hielo y deshielo, calor frío y el hombre.

  Sobre el último agente, es la preocupación y es el enfoque del presente estudio, sin dejar de lado, que los demás agentes actúan de manera natural directamente sobre el componente suelo.

- **Compactación de Suelo.-** Se refiere con este impacto, a la pérdida de la porosidad del suelo, lo cual impide la retención de líquidos y el intercambio gaseoso en las raíces de las plantas provocado por el tráfico de turistas y/o ganado.
- **Anegamiento.-** Es el factor de encharcamiento, cuyo impacto es la erosión al pisotear las corrientes de agua, esponjas o cualquier zona que cuente con gran volumen de humedad.
- **Contaminación.-** Este tipo de contaminación es registrada por presencia de residuos sólidos arrojados por los turistas en los senderos y por vehículos que circulan por la carretera.

- **Impactos generados a la Calidad Escénica**

- **Paisaje.-** Se refiere a los valores estéticos, armónicos y emocionales del medio natural, como expresión espacial y visual del medio (Coneza, 2003).

- **Impactos generados a la Flora**

- **Deterioro de Flora.-** Se refiere a la longitud total en metros de vegetación alterada por el flujo constante de los turistas sobre las áreas de influencia directa. La medición se la realizará por sendero y por número de metros afectados.
- **Pérdida de la Cobertura Vegetal.-** En este factor se refiere al sendero de Micaloma, por el cual se debe atravesar por almohadillas.

Para la medición de este factor se analizará mediante la perdida de espacio por pisoteo en área afectadas de almohadillas, y áreas naturales de almohadillas. Según se puede observar en la figura No. 54

Figura. 54 Fotos de Pérdida de Cobertura Vegetal Zona Alta Micaloma
Fuente: Autor, 2014

En la figura No. 54 existen dos retículos en donde: el del lado izquierdo representa la parte natural, mientras que en el lado derecho, se puede apreciar el daño al referirse al pisoteo y compactación de las almohadillas, en esta relación la parte natural podría estar dañada en unos 10 retículos lo que simboliza 10 de 100 retículos es decir el 0,1 %, mientras que el retículo derecho representa un daño del 57 de 100 retículos es decir el % 0,57.

Figura. 55 Fotos de Pérdida de Cobertura Vegetal Zona Micaloma
Fuente: Autor, 2014

En la figura No. 55 nuevamente se muestran dos retículos en donde el del lado izquierdo representa la parte natural, y el del lado derecho el sendero, en esta figura se puede apreciar en el de lado derecho, el daño al referirse al pisoteo y compactación de

las almohadillas, en esta relación la parte natural podría estar dañada en un 1 retículo lo que simboliza 1 de 100 retículos es decir el 0,01 %, mientras que el retículo derecho representa un daño del 59 de 100 retículos es decir el 0,59 %.

- **Impactos generados a la Fauna**

- **Pérdida de diversidad.-** Hace referencia al desplazamiento de especies por visitación turística, este impacto se lo evalúa por la presencia y ausencia de los registros faunísticos detallados en la línea base de la Reserva Ecológica Antisana. (Herpetofauna, Avifauna y Mastofauna).
- **Cambios en la Densidad.-** se pueden tomar en cuenta las fluctuaciones de rastros de *Lycalopex culpaeus* o dentro de los senderos, esto ayudará a estimar el estado de la población de esta especie, comúnmente asociada a los caminos utilizados como turísticos dentro de la REA.

- **Aspectos Antrópicos**

Hace referencia a la cantidad de personas que tienen relación directa con la REA y que de una manera u otra pueden verse influenciadas ya sea en la realización de actividades, estudios, trabajos, etc.

- **Turismo.-** Se refiere a los recursos turísticos inventariados en cada sendero. Tendrá valores constantes por la calidad excepcional de atractivos de la REA.
- **Empleo.-** Se refiere al personal que labora en la Reserva Ecológica Antisana en actividades relacionadas a la conservación, guianza, monitoreo dentro de las zonas

de recreación. Tendrá valores constantes por la calidad excepcional de atractivos de la REA.

De acuerdo a la metodología establecida en el capítulo 3 punto 6, se realizará una valoración cuantitativa de los impactos ambientales actuales y potenciales, además de la información que se encuentra en la parte metodológica también como resumen se puede ver anexo N:

5.1.4.1 Matrices de Identificación de Impactos del Sendero Micaloma

A continuación se presenta la tabla No. 75, cuya información es establecida para la identificación de Impactos del sendero Micaloma, esta matriz es una matriz inicial que sirve para poder conocer si el impacto es positivo o negativo:

Tabla 75. Matriz de Identificación de Impactos Sendero Micaloma

Indicador		Impacto	Senderismo	Edu Ambi	Pesca Deportiva	Observación de aves	Fotografía
Físicos	Aire	Generación de Ruido	-1	1		-1	
	Agua	Contaminación (Basura)	-1	1		-1	-1
	Suelo	Erosión	-1	1		-1	
		Compactación de Suelo	-1	1		-1	
		Anegamiento	-1	1		-1	
		Apertura de senderos	-1	1		-1	
		Contaminación (Basura)	-1	1		-1	
		Pérdida de Nutrientes	-1	1		-1	
	Calidad Escénica	Paisaje	1	1			
Biológicos	Flora	Deterioro de Flora	-1	1		-1	
		Pérdida de Cobertura	-1	1		-1	
	Fauna	Pérdida de Diversidad	-1	1		-1	
		Cambio de Densidad	-1	1		-1	
Social	Aspecto Humano	Turismo	1	1		1	1
		Empleo	1	1		1	1

Después de conocer si el tipo de impacto es positivo o negativo, se procede a valorar cuantitativamente los indicadores ambientales para el sendero de Micaloma, según se explicó en el capítulo 3 punto 6, y al final se procede a cuantificar dando como resultado un grado de importancia (irrelevante, moderado, severo o crítico), esta valoración se analizó en la tabla No. 76 para el sendero Micaloma, mayor información véase anexo N:

Tabla 76. Matriz de Valoración Cuantitativa Sendero Micaloma

Indicador	Impacto	Naturaleza	Intensidad	Extensión	Momento	Persistencia	Reversibilidad	Sinergia	Acumulación	Causa - Efecto	Periodicidad	Recuperación	Cuantificación	Importancia
Aire	Generación de Ruido	-	2	2	4	1	1	2	1	4	2	2	27	Moderado
Agua	Contaminación (Basura)	-	1	1	4	1	1	2	1	4	2	2	22	Irrelevante
Suelo	Erosión	-	2	2	2	2	2	2	4	4	2	2	30	Moderado
	Compactación de Suelo	-	4	2	4	2	2	2	4	4	4	2	40	Moderado
	Anegamiento	-	1	2	2	2	2	1	1	1	2	2	20	Irrelevante
	Apertura de senderos	-	4	4	4	2	2	4	4	4	4	2	46	Moderado
	Contaminación (Basura)	-	2	2	2	2	2	1	1	1	2	2	23	Irrelevante
	Pérdida de Nutrientes	-	3	3	3	2	2	4	3	4	4	2	39	Moderado
Calidad Escénica	Paisaje	+	4	4	4	2	2	4	3	3	4	2	44	Moderado
Flora	Deterioro de Flora	-	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	32	Moderado
	Pérdida de Cobertura	-	4	2	4	2	2	2	4	4	2	2	38	Moderado
	Pérdida de Diversidad	-	4	3	2	3	2	4	4	3	3	4	43	Moderado
Fauna	Pérdida de Diversidad	-	4	4	2	4	2	4	3	3	2	4	44	Moderado
	Cambio de Densidad	-	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	32	Moderado
Aspecto Humano	Turismo	+	4	4	4	2	2	4	4	4	4	2	46	Moderado
	Empleo	+	4	4	4	2	2	4	4	4	4	2	46	Moderado

5.1.4.2 Matrices de Identificación de Impactos del Sendero Patourco

A continuación se presenta la tabla No. 77, cuya información sirve para la identificación de Impactos del sendero Patourco, esta matriz es una matriz inicial para poder conocer si el impacto es positivo o negativo:

Tabla 77. Matriz de Identificación de Impactos Sendero Patourco

Indicador		Impacto	Senderismo	Edu. Ambien	Pesca Deportiva	Observación de aves	Fotografía
Físicos	Aire	Generación de Ruido	-1	1		-1	
	Agua	Contaminación (Basura)	-1	1		-1	-1
	Suelo	Erosión	-1	1		-1	
		Compactación de Suelo	-1	1		-1	
		Anegamiento	-1	1		-1	
		Apertura de senderos	-1	1		-1	
		Contaminación (Basura)	-1	1		-1	
		Pérdida de Nutrientes	-1	1		-1	
	Calidad Escénica	Paisaje	1	1			
Biológicos	Flora	Deterioro de Flora	-1	1		-1	
		Pérdida de Cobertura	-1	1		-1	
	Fauna	Pérdida de Diversidad	-1	1		-1	
		Cambio de Densidad	-1	1		-1	
Social	Aspecto Humano	Turismo	1	1		1	1
		Empleo	1	1		1	1

Después de conocer si el tipo de impacto es positivo o negativo, se procede a valorar cuantitativamente los indicadores ambientales para el sendero de Micaloma, según se explicó en el capítulo 3 punto 6, y al final se procede a cuantificar dando como resultado un grado de importancia (irrelevante, moderado, severo o crítico), esta valoración se analizó en la tabla No. 78 para el sendero Patourco, mayor información véase anexo N:

Tabla 78. Matriz de Valoración Cuantitativa Sendero Patourco

Indicador	Impacto	Naturaleza	Intensidad	Extensión	Momento	Persistencia	Reversibilidad	Sinergia	Acumulación	Causa - Efecto	Periodicidad	Recuperación	Cuantificación	Importancia
Aire	Generación de Ruido	-	2	2	4	1	1	2	1	4	2	2	27	Moderado
Agua	Contaminación (Basura)	-	1	1	4	1	1	2	1	4	2	2	22	Irrelevante
Suelo	Erosión	-	3	4	2	4	2	2	4	4	3	2	40	Moderado
	Compactación de Suelo	-	5	5	5	3	2	2	4	4	4	2	51	Severo
	Anegamiento	-	3	3	3	3	2	3	3	2	3	2	36	Moderado
	Apertura de senderos	-	4	4	4	2	2	4	4	4	4	2	46	Moderado
	Contaminación (Basura)	-	2	2	2	2	2	1	1	1	2	2	23	Irrelevante
	Pérdida de Nutrientes	-	6	6	4	3	2	4	3	4	3	4	57	Severo
Calidad Escénica	Paisaje	+	4	4	4	2	2	4	3	3	4	2	44	Moderado
Flora	Deterioro de Flora	-	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	32	Moderado
	Pérdida de Cobertura	-	4	2	4	2	2	2	4	4	2	2	38	Moderado
	Pérdida de Diversidad	-	4	3	2	3	2	4	4	3	3	4	43	Moderado
Fauna	Pérdida de Diversidad	-	4	4	2	4	2	4	3	3	2	4	44	Moderado
	Cambio de Densidad	-	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	32	Moderado
Aspecto Humano	Turismo	+	4	4	4	2	2	4	4	4	4	2	46	Moderado
	Empleo	+	4	4	4	2	2	4	4	4	4	2	46	Moderado

5.1.4.3 Matrices de Identificación de Impactos del Sendero Gallaretas

A continuación se presenta la tabla No. 79, cuya información sirve para la identificación de Impactos del sendero Gallaretas, esta matriz es una matriz inicial para poder conocer si el impacto es positivo o negativo:

Tabla 79. Matriz de Identificación de Impactos Sendero Gallaretas

Indicador		Impacto	Senderismo	Edu Ambien	Pesca Deportiva	Observación de aves	Fotografía
Físicos	Aire	Generación de Ruido	-1	1	-1	-1	
	Agua	Contaminación (Basura)	-1	1	-1	-1	-1
	Suelo	Erosión	-1	1	-1	-1	
		Compactación de Suelo	-1	1	-1	-1	
		Anegamiento	-1	1	-1	-1	
		Apertura de senderos	-1	1	-1	-1	
		Contaminación (Basura)	-1	1	-1	-1	
		Pérdida de Nutrientes	-1	1	-1	-1	
	Calidad Escénica	Paisaje	1	1			
Biológicos	Flora	Deterioro de Flora	-1	1	-1	-1	
		Pérdida de Cobertura	-1	1	-1	-1	
	Fauna	Pérdida de Diversidad	-1	1	-1	-1	
		Cambio de Densidad	-1	1	-1	-1	
Social	Aspecto Humano	Turismo	1	1	1	1	1
		Empleo	1	1	1	1	1

Después de conocer si el tipo de impacto es positivo o negativo, se procede a valorar cuantitativamente los indicadores ambientales para el sendero de Gallaretas, según se explicó en el capítulo 3 punto 6, y al final se procede a cuantificar dando como resultado un grado de importancia (irrelevante, moderado, severo o crítico), esta valoración se analizó en la tabla No. 80 para el sendero Gallaretas, mayor información véase anexo N:

Tabla 80. Matriz de Valoración Cuantitativa Sendero Gallaretas

Indicador	Impacto	Naturaleza	Intensidad	Extensión	Momento	Persistencia	Reversibilidad	Sinergia	Acumulación	Causa - Efecto	Periodicidad	Recuperación	Cuantificación	Importancia
Aire	Generación de Ruido	-	2	2	3	1	1	2	1	4	2	2	26	Moderado
Agua	Contaminación (Basura)	-	1	1	4	1	1	2	1	4	2	2	22	Irrelevante
Suelo	Erosión	-	2	2	2	2	2	2	4	4	2	2	30	Moderado
	Compactación de Suelo	-	4	2	4	2	2	2	4	4	4	2	40	Moderado
	Anegamiento	-	1	2	2	2	2	1	1	1	2	2	20	Irrelevante
	Apertura de senderos	-	3	3	3	2	2	4	4	4	4	2	40	Moderado
	Contaminación (Basura)	-	2	2	2	2	2	1	1	1	2	2	23	Irrelevante
	Pérdida de Nutrientes	-	3	3	3	2	2	4	3	4	4	2	39	Moderado
Calidad Escénica	Paisaje	+	4	4	4	2	2	4	3	3	4	2	44	Moderado
Flora	Deterioro de Flora	-	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	32	Moderado
	Pérdida de Cobertura	-	4	2	4	2	2	2	4	4	2	2	38	Moderado
	Pérdida de Diversidad	-	4	3	2	3	2	4	4	3	3	4	43	Moderado
Fauna	Pérdida de Diversidad	-	4	4	2	4	2	4	3	3	2	4	44	Moderado
	Cambio de Densidad	-	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	32	Moderado
Aspecto Humano	Turismo	+	4	4	4	2	2	4	4	4	4	2	46	Moderado
	Empleo	+	4	4	4	2	2	4	4	4	4	2	46	Moderado

5.2 Análisis de Resultados

5.2.1 Análisis de Variables de los Resultados del Muestreo de Suelos

5.2.1.1 Potencial de Hidrógeno en el Suelo

Según la tabla No. 63 se muestran tres tipos de distinción para los resultados de los análisis de suelo, en cuanto se refiere al potencial de Hidrógeno: Prácticamente Neutro – PN, Ligeramente Ácido - L Ac, y Ácido (Requiere Calcio) - Ac RC.

Puntos de Resultados de Prácticamente Neutro (> 6,5pH – 7,5pH).- En la zona más alta de la montaña de Micaloma, es decir cercano al sendero se Micaloma existen solo dos muestras de suelo, las ID 11N e ID 12N, y en la zona sur este cercana al mirador Patourco las ID 13N e ID 14N las cuales son prácticamente neutras, y como referencia eran sitios naturales, en donde inclusive como anécdota se logró encontrar una cigarra en la parte alta de Micaloma.

Puntos de Resultados Ligeramente Ácidos (> 6pH – 6,5pH).- En los tres senderos Micaloma, Patourco y Gallaretas, se pueden encontrar sitios donde el pH del suelo es Ligeramente Ácido. Estos sitios se encuentran generalmente en áreas periféricas de la montaña de Micaloma. Es decir en las partes sur y sur este de la Montaña, dentro de los senderos. Así también se las puede encontrar en zonas naturales cercanas a la cumbre de Micaloma.

Puntos de Resultados Ácidos (5 pH – 5,5 pH).- Los puntos donde se encontró acidez fueron sitios específicos, encontrados en los tres senderos, Micaloma, Patourco y Gallaretas. En el sendero de Micaloma primeramente se encontró en la parte oeste, también en la cresta de la montaña, en sitios donde al realizar los recorridos, se determinó mediante observación visual que existía erosión. Esto se corroboró al tener los

resultados de los análisis. Mientras que en la zona de Patourco se quería tener datos del humedal que se encuentra en ese sector, allí se comprobó que los suelos del humedal son Ácidos. También en la zona natural del sector del sendero Gallaretas existe acidez en esos suelos.

5.2.1.2 Materia Orgánica

Según la tabla No. 63 donde se muestran los resultados de los análisis de suelo, en lo referente al porcentaje de Materia Orgánica, se puede mencionar que: en la zona de estudio, únicamente se pueden encontrar porcentajes altos de Materia Orgánica. La más alta representación se encuentra en la zona del Humedal cercano a Patourco, es decir en la parte sur oeste del mapa de ubicación de puntos de muestreo referencia Figura No. 43.

5.2.1.3 Humedad

Según los resultados referentes al porcentaje de humedad expuestos en la tabla No. 63, se puede indicar que las más altas representaciones se encuentran en las zonas bajas, es decir en el Humedal cercano al sendero Patourco, y en la parte natural cercana al sendero Gallaretas, todos los puntos de muestreo se encuentran en las zonas naturales.

No obstante dentro de las repeticiones que se realizaron en diferentes épocas del año, conforme consta en la tabla No. 62 de Ubicación de la toma de muestras de Suelos, no existe mayor diferenciación del porcentaje de humedad inclusive en la época más lluviosa del año.

5.2.1.4 Compactación del Suelo

El porcentaje de Compactación del Suelo, expuesto en la tabla No. 63 para la zona de estudio es heterogéneo. Es decir existen varios grados de compactación en el suelo, las más altas representaciones significan menor grado de compactación del suelo, estas representaciones se encuentran en las zonas naturales, mientras que en los senderos se encuentra la mayor compactación del suelo.

5.2.2 Análisis de los Resultados de Correlación de Pearson y Determinación

5.2.2.1 Relación entre Uso del Suelo y Compactación del Suelo

Para el sendero de Micaloma.- Como se aprecia en la tabla No. 64, en la parte del Coeficiente de correlación, en esta se encuentra en una correlación negativa casi perfecta de -0.9089, en donde se puede apreciar que a mayor actividad humana mayor compactación del suelo. Además dentro del coeficiente de determinación existe una relación lineal alta de 0,8262. No obstante dentro de los valores que se muestran en la tabla No. 64 se puede apreciar que la compactación máxima registrada fue de 0,70, es decir que tiene un rango de compactación medio - bajo en la zona central alta del sendero de Micaloma mientras que los sitios de menor compactación son las áreas naturales.

Para el sendero Patourco.- En la tabla No. 67, en la parte del Coeficiente de correlación, se encuentra en una correlación negativa casi perfecta de -0,9407, en la cual se puede apreciar que donde existe actividad humana existe compactación del suelo. Además dentro del coeficiente de determinación existe una relación lineal alta de 0,8850. Y también se puede apreciar que dentro de los valores que se muestran en la

tabla anterior existen ciertas zonas como los puntos ID 21S y 22S donde se registran grados de compactación del suelo de 0,50 lo que significa un nivel alto de compactación.

Para el sendero Gallaretas.- En la tabla No. 71 en la parte del Coeficiente de correlación, este se encuentra en una correlación negativa casi perfecta de -0,9994, en donde se aprecia que donde existe actividad humana existe compactación del suelo. Además dentro del coeficiente de determinación existe una relación lineal alta de 0,9988 la cual corrobora que la relación entre estas dos variables es significativa. Dentro de los valores que se muestran en la tabla anterior se aprecia que la compactación máxima registrada fue de 0,66 siendo esta medida considerada como un grado de compactación media.

5.2.2.2 Relación Compactación del Suelo y potencial de Hidrógeno en el Suelo

Para el sendero de Micaloma.- En la tabla No. 65 en la parte del Coeficiente de correlación, este se encuentra en una correlación positiva de 0,6864, en donde se aprecia una relación media alta entre compactación del suelo y potencial de Hidrógeno en el suelo, es decir en los sitios donde existe un mayor grado de compactación en el suelo, el potencial de Hidrógeno del suelo tiende a ser más ácido. Además dentro del coeficiente de determinación existe una relación lineal media de 0,4711, razón por la cual se puede anunciar que la hipótesis entre compactación del suelo y potencial de Hidrógeno no es 100 por ciento segura. Razón por la cual dentro de los valores que se muestran en la tabla anterior existe una zona natural en los puntos ID 7N y 8N donde el pH es el grado más ácido de 5.3 cercana al inicio del sendero, es decir no es 100% segura la relación entre actividad antrópica y grado de acidez en el suelo.

Para el sendero Patourco.- En la tabla No. 68 en la parte del Coeficiente de correlación, este se encuentra en una correlación positiva de 0.3949, además se aprecia una relación media baja entre compactación del suelo y potencial de Hidrógeno en el suelo. Asimismo dentro del coeficiente de determinación existe una relación lineal baja de 0.1559, razón por la cual la hipótesis entre compactación del suelo y potencial de Hidrógeno es casi nula en este sendero. Cabe mencionar que dentro de los valores encontrados en la tabla No. 68 en lo que se refiere a potencial de Hidrógeno bordean valores de ligeramente ácidos.

Para el sendero Gallaretas.- En la tabla No. 72 en la parte del Coeficiente de correlación, este se encuentra en una correlación negativa de -0.3918, en donde se aprecia una relación media baja entre compactación del suelo y potencial de Hidrógeno en el suelo. Además dentro del coeficiente de determinación existe una relación lineal baja de 0.1535, razón por la cual se puede indicar que la hipótesis entre compactación del suelo y potencial de Hidrógeno en este sendero es casi nula. No obstante quizá como un indicador adicional en los puntos ID 3N y 4N, que se muestran en la tabla No.76 que puede apreciar que el sitio de mayor acidez caracterizado fue de 4,93 y este fue en la zona natural.

5.2.2.3 Relación entre Uso del Suelo y Porcentaje de Humedad del Suelo

Para el sendero de Micaloma.- En la tabla No. 66, en la parte del Coeficiente de correlación, se encuentra una correlación negativa media baja de -0.4405, por tanto no existe mucha relación entre uso del suelo y porcentaje de humedad. Además dentro

del coeficiente determinación existe una relación lineal Baja de 0.1941 la cual corrobora que es casi nula la relación entre estas dos variables.

Para el sendero Patourco.- En la tabla No 69 se mostró en la parte del Coeficiente de correlación, se encuentra una correlación negativa media alta de 0.5793, por tanto se puede apreciar que si existe relación ya que donde existe Actividad humana existe menor porcentaje de humedad en el Suelo. No obstante dentro del coeficiente de determinación existe una relación lineal media baja 0.3356, razón por la cual se deben realizar otros análisis. En toda la zona el porcentaje de humedad tiene rangos medio y altos.

Para el sendero Gallaretas.- En la tabla No. 73 en la parte del Coeficiente de correlación, se encuentra en una correlación negativa casi perfecta de -0.8997, donde se puede apreciar que a mayor Compactación del suelo, existe menor porcentaje de humedad en el Suelo. Además dentro del coeficiente de determinación existe una relación lineal alta de 0.8094. Dando en este sentido un resultado positivo de comprobación que en este sendero la relación entre uso del suelo y porcentaje de humedad tienen directa relación al uso antrópico.

5.2.2.4 Relación entre Uso del Suelo y Conductividad Eléctrica del Suelo

Este análisis solo se realizó en el sendero Patourco, conociendo las afectaciones que este sendero tenía. En la tabla No 70 se mostró en la parte del Coeficiente de correlación, este se encuentra en una correlación negativa casi perfecta de -0,9176, en este sentido se puede apreciar que donde existe actividad humana existe menor salinidad en el suelo. Además dentro del coeficiente de determinación existe una relación lineal

alta de -0,9176 la cual corroboró que la relación entre estas dos variables es significativa.

5.2.3 Análisis de la Capacidad de Carga encontrada en los tres Senderos

5.2.3.1 Para el Sendero Micaloma

Es el segundo sendero con mayor afluencia de turistas en la ZAREA. Para este sendero se estableció una Capacidad de Carga diaria física de 11700 personas, una Capacidad de Carga diaria Real de 149 turistas y una Capacidad de Carga Efectiva de 110 visitantes al día.

De los resultados obtenidos en la tabla No. 74 se establece que de cada 10 visitantes que tiene la ZAREA, 2 personas van hacia el sendero de Micaloma según información del personal de la REA. Y tomando como ejemplo el año 2013 que tuvo una afluencia de turistas de 34040, el 20% de estos visitó el sendero Micaloma es decir aproximadamente 6970 personas. Es decir casi la quinta parte de la capacidad de carga efectiva que este sendero pudiera soportar al año.

Existe una diferencia significativa entre la capacidad de carga física y capacidad de carga efectiva, ya que la primera solo considera el espacio físico, y la última considera el espacio físico, variables del ecosistema, su protección y manejo administrativo. Para que exista una sostenibilidad del sitio y un goce de los turistas que visitan la reserva.

5.2.3.2 Para el Sendero Patourco

Siendo este el sendero con mayor afluencia de turistas en la ZAREA.

Según datos proporcionados por el personal de la REA, del número de visitantes de la REA el 70 % recorre este sendero.

En la en la tabla No. 74, se estableció una Capacidad de Carga diaria física de 20318 personas, una Capacidad de Carga diaria Real de 198 turistas y una Capacidad de Carga Efectiva de 77 visitantes al día.

De los datos obtenidos en la tabla No. 74 se puede mencionar que: en el año 2013 que tuvo una afluencia de turistas de 34040, de los cuales el 70% de estos turistas visitó el sendero Patourco (aproximadamente 23828), y si se considera que la mayoría de turistas vienen los fines de semana y feriados, esa cantidad la dividiríamos para las 52 semanas que tiene el año y en este caso para los dos días sábados y domingos es decir de las 52 semanas que tiene el año (multiplicamos para 2 días, sábado y domingo es 104). Dando como resultado un número de 229 personas por día. Cuyo valor es cuatro veces mayor al calculado o es 401,75 % mayor a la capacidad de carga efectiva diaria.

Y aun así en los resultados obtenidos ya se está sobrepasando su capacidad si se lo considera como resultado la Capacidad de Carga Efectiva de 20854 visitantes al año, frente al número de visitantes del sendero Patourco en el año 2013 que fue de 23828 aproximadamente, se ve una sobrexposición del 14% adicional de la capacidad máxima permitida. Razón por la cual, ya se puede apreciar una degradación del suelo del sendero Patourco.

5.2.3.3 Para el Sendero Gallaretas

Este es el sendero utilizado por los pescadores, quienes lo utilizan para ir hacia las zonas de pesca de la Laguna de la Mica.

Para este sendero se estableció una Capacidad de Carga diaria física de 9262 personas, una Capacidad de Carga diaria Real de 96 turistas y una Capacidad de Carga Efectiva de 70 visitantes al día.

De los resultados obtenidos en la tabla No. 74 se puede demostrar que de cada 10 visitantes que tiene la ZAREA 1 persona va hacia el sendero de Gallaretas según información del personal de la REA, y según datos estadísticos del número de pescadores que visitaron la REA en el año 2013 puesto que este sendero es utilizado por ellos para realizar la actividad de pesca deportiva. Y tomando como ejemplo el año 2013 que tuvo una afluencia de turistas de 34040, el 10% de estos visitó el sendero Gallaretas es decir aproximadamente 3242 personas. Es decir casi la onceava parte de la capacidad de carga efectiva que este sendero pudiera soportar al año.

Existe una diferencia significativa entre la capacidad de carga física y capacidad de carga efectiva, ya que la primera solo considera el espacio físico, y la última considera el espacio físico, variables del ecosistema, su protección y manejo administrativo. Para que exista una sostenibilidad del sitio y un goce de los turistas que visitan la reserva.

5.2.4 Análisis de las Matrices de Identificación de Daños Ambientales Actuales y Potenciales generados por el uso Público

5.2.4.1 Descripción de Impactos Ambientales del Sendero Micaloma

Generación de Ruido

- Aglomeración de turistas

De acuerdo con la Matriz de Valoración (Tabla No. 76), se tiene que a este impacto le corresponde un valor de (-27), determinándolo como **moderado**.

Contaminación del Agua

- Presencia/ausencia de basura

De acuerdo con la Matriz de Valoración (Tabla No. 76), se tiene que a este impacto le corresponde un valor de (-22), determinándolo como **irrelevante**.

Erosión

- Pendiente;
- Factores Ambientales; y,
- Apertura de nuevos senderos.

De acuerdo con la Matriz de Valoración (Tabla No. 76), se tiene que a este impacto le corresponde un valor de (-30), determinándolo como **moderado**.

Compactación del suelo

- Pisoteo; y,
- Movimiento de tierras.

De acuerdo con la Matriz de Valoración (Tabla No. 76), se tiene que a este impacto le corresponde un valor de (-40), determinándolo como **moderado**.

Anegamiento

- Pisoteo; y,
- Encharcamiento

De acuerdo con la Matriz de Valoración (Tabla No. 76), se tiene que a este impacto le corresponde un valor de (-20), determinándolo como **irrelevante**.

Apertura de Senderos

- Destrucción de flora

De acuerdo con la Matriz de Valoración (Tabla No. 76), se tiene que a este impacto le corresponde un valor de (-46), determinándolo como **moderado**.

Presencia de basura en los senderos

- Presencia/ausencia

De acuerdo con la Matriz de Valoración (Tabla No. 76), se tiene que a este impacto le corresponde un valor de (-23), determinándolo como **irrelevante**.

Perdida de Nutrientes

- Presencia/ausencia (mediante análisis de laboratorio)

De acuerdo con la Matriz de Valoración (Tabla No. 76), se tiene que a este impacto le corresponde un valor de (-39), determinándolo como **moderado**.

Paisaje

- Calidad Visual; y,
- Satisfacción del visitante

De acuerdo con la Matriz de Valoración (Tabla No. 76), se tiene que a este impacto le corresponde un valor de (+44), determinándolo como **moderado**.

Deterioro de flora

- Destrucción de la flora cercana a rutas y senderos; y,
- Destrucción de flora por la apertura de senderos.

De acuerdo a la matriz (Tabla No. 76), se tiene que a este impacto le corresponde un valor de (-32), determinándolo como **moderado**.

Pérdida de Cobertura Flora

- Destrucción de la flora cercana a rutas y senderos;
- Destrucción de flora por la apertura de senderos; y,
- Presencia de especies endémicas y amenazadas.

De acuerdo a la matriz (Tabla No. 76), se tiene que a este impacto le corresponde un valor de (-38), determinándolo como **moderado**.

Pérdida de Diversidad Flora

- Destrucción de la flora cercana a rutas y senderos;
- Destrucción de flora por la apertura de senderos; y,
- Presencia de especies endémicas y amenazadas.

De acuerdo a la matriz (Tabla No. 76), se tiene que a este impacto le corresponde un valor de (-43), determinándolo como **moderado**.

Pérdida de Diversidad Fauna

- Presencia de especies endémicas y amenazadas;
- Producción de ruido; y,
- Perdida de hábitat de ciertas especies.

De acuerdo a la matriz (Tabla No. 76), se tiene que a este impacto le corresponde un valor de (-44), determinándolo como **moderado**.

Cambios de Densidad Fauna

- Cálculo Cambios de Densidad; y,
- Presencia/ausencia fecas Lycalopex culpaeus

De acuerdo a la matriz (Tabla No. 76), se tiene que a este impacto le corresponde un valor de (-32), determinándolo como **moderado**.

Turismo

- Ingreso de visitantes; y,
- Satisfacción del visitante.

De acuerdo a la matriz (Tabla No. 76), se tiene que a este impacto le corresponde un valor de (+46), determinándolo como **moderado**.

Empleo

- Generador de empleo

De acuerdo a la matriz (Tabla No. 76), se tiene que a este impacto le corresponde un valor de (+46), determinándolo como **moderado**.

5.2.4.2 Descripción de Impactos Ambientales del Sendero Patourco

Como información especial, se encuentra señalado en la tabla No. 78 en los ítems de compactación del suelo y perdida de nutrientes un grado de importancia de impacto severo, razón por la cual ya se ha mencionado que existe daño ambiental desde el cálculo de capacidad de carga para el Sendero Patourco.

Generación de Ruido

- Aglomeración de turistas

De acuerdo con la Matriz de Valoración (Tabla No. 78), se tiene que a este impacto le corresponde un valor de (-27), determinándolo como **moderado**.

Contaminación del Agua

- Presencia/ausencia de basura

De acuerdo con la Matriz de Valoración (Tabla No. 78), se tiene que a este impacto le corresponde un valor de (-22), determinándolo como **irrelevante**.

Erosión

- Pendiente;

- Factores Ambientales; y,
- Apertura de nuevos senderos.

De acuerdo con la Matriz de Valoración (Tabla No. 78), se tiene que a este impacto le corresponde un valor de (-40), determinándolo como **moderado**.

Compactación del suelo

- Pisoteo; y,
- Movimiento de tierras.

De acuerdo con la Matriz de Valoración (Tabla No. 78), se tiene que a este impacto le corresponde un valor de (-51), determinándolo como **severo**.

Anegamiento

- Pisoteo; y,
- Encharcamiento.

De acuerdo con la Matriz de Valoración (Tabla No. 78), se tiene que a este impacto le corresponde un valor de (-36), determinándolo como **moderado**.

Apertura de Senderos

- Destrucción de flora

De acuerdo con la Matriz de Valoración (Tabla No. 78), se tiene que a este impacto le corresponde un valor de (-46), determinándolo como **moderado**.

Presencia de basura en los senderos

- Presencia/ausencia

De acuerdo con la Matriz de Valoración (Tabla No. 78), se tiene que a este impacto le corresponde un valor de (-23), determinándolo como **irrelevante**.

Perdida de Nutrientes

- Presencia/ausencia (mediante análisis de laboratorio)

De acuerdo con la Matriz de Valoración (Tabla No. 78), se tiene que a este impacto le corresponde un valor de (-57), determinándolo como **severo**.

Paisaje

- Calidad Visual; y,
- Satisfacción del visitante.

De acuerdo con la Matriz de Valoración (Tabla No. 78), se tiene que a este impacto le corresponde un valor de (+44), determinándolo como **moderado**.

Deterioro de flora

- Destrucción de la flora cercana a rutas y senderos; y,
- Destrucción de flora por la apertura de senderos.

De acuerdo a la matriz, se tiene que a este impacto le corresponde un valor de (-32), determinándolo como **moderado**.

Pérdida de Cobertura Flora

- Destrucción de la flora cercana a rutas y senderos;
- Destrucción de flora por la apertura de senderos; y,
- Presencia de especies endémicas y amenazadas.

De acuerdo a la matriz (Tabla No. 78), se tiene que a este impacto le corresponde un valor de (-38), determinándolo como **moderado**.

Pérdida de Diversidad Flora

- Destrucción de la flora cercana a rutas y senderos;
- Destrucción de flora por la apertura de senderos; y,
- Presencia de especies endémicas y amenazadas.

De acuerdo a la matriz (Tabla No. 78), se tiene que a este impacto le corresponde un valor de (-43), determinándolo como **moderado**.

Pérdida de Diversidad Fauna

- Presencia de especies endémicas y amenazadas;
- Producción de ruido; y,
- Perdida de hábitat de ciertas especies.

De acuerdo a la matriz (Tabla No. 78), se tiene que a este impacto le corresponde un valor de (-44), determinándolo como **moderado**.

Cambios de Densidad Fauna

- Cálculo Cambios de Densidad; y,

- Presencia/ausencia fecas Lycalopex culpaeus

De acuerdo a la matriz (Tabla No. 78), se tiene que a este impacto le corresponde un valor de (-32), determinándolo como **moderado**.

Turismo

- Ingreso de visitantes
- Satisfacción del visitante.

De acuerdo a la matriz (Tabla No. 78), se tiene que a este impacto le corresponde un valor de (+46), determinándolo como **moderado**.

Empleo

- Generador de empleo

De acuerdo a la matriz (Tabla No. 78), se tiene que a este impacto le corresponde un valor de (+46), determinándolo como **moderado**.

5.2.4.3 Descripción de Impactos del Sendero Gallaretas

Generación de Ruido

- Aglomeración de turistas

De acuerdo con la Matriz de Valoración (Tabla No. 80), se tiene que a este impacto le corresponde un valor de (-26), determinándolo como **moderado**.

Contaminación del Agua

- Presencia/ausencia de basura

De acuerdo con la Matriz de Valoración (Tabla No. 80), se tiene que a este impacto le corresponde un valor de (-22), determinándolo como **irrelevante**.

Erosión

- Pendiente;
- Factores Ambientales; y,
- Apertura de nuevos senderos.

De acuerdo con la Matriz de Valoración (Tabla No. 80), se tiene que a este impacto le corresponde un valor de (-30), determinándolo como **moderado**.

Compactación del suelo

- Pisoteo; y,
- Movimiento de tierras.

De acuerdo con la Matriz de Valoración (Tabla No. 80), se tiene que a este impacto le corresponde un valor de (-40), determinándolo como **moderado**.

Anegamiento

- Pisoteo; y,
- Encharcamiento

De acuerdo con la Matriz de Valoración (Tabla No. 80), se tiene que a este impacto le corresponde un valor de (-20), determinándolo como **irrelevante**.

Apertura de Senderos

- Destrucción de flora

De acuerdo con la Matriz de Valoración (Tabla No. 80), se tiene que a este impacto le corresponde un valor de (-40), determinándolo como **moderado**.

Presencia de basura en los senderos

- Presencia/ausencia

De acuerdo con la Matriz de Valoración (Tabla No. 80), se tiene que a este impacto le corresponde un valor de (-23), determinándolo como **irrelevante**.

Perdida de Nutrientes

- Presencia/ausencia (mediante análisis de laboratorio)

De acuerdo con la Matriz de Valoración (Tabla No. 80), se tiene que a este impacto le corresponde un valor de (-39), determinándolo como **moderado**.

Paisaje

- Calidad Visual; y,
- Satisfacción del visitante

De acuerdo con la Matriz de Valoración (Tabla No. 80), se tiene que a este impacto le corresponde un valor de (+44), determinándolo como **moderado**.

Deterioro de flora

- Destrucción de la flora cercana a rutas y senderos; y,
- Destrucción de flora por la apertura de senderos.

De acuerdo a la matriz (Tabla No. 80), se tiene que a este impacto le corresponde un valor de (-32), determinándolo como **moderado**.

Pérdida de Cobertura Flora

- Destrucción de la flora cercana a rutas y senderos;
- Destrucción de flora por la apertura de senderos; y,
- Presencia de especies endémicas y amenazadas.

De acuerdo a la matriz (Tabla No. 80), se tiene que a este impacto le corresponde un valor de (-38), determinándolo como **moderado**.

Pérdida de Diversidad Flora

- Destrucción de la flora cercana a rutas y senderos;
- Destrucción de flora por la apertura de senderos; y,
- Presencia de especies endémicas y amenazadas

De acuerdo a la matriz (Tabla No. 80), se tiene que a este impacto le corresponde un valor de (-43), determinándolo como **moderado**.

Pérdida de Diversidad Fauna

- Presencia de especies endémicas y amenazadas;
- Producción de ruido; y,
- Perdida de hábitat de ciertas especies.

De acuerdo a la matriz (Tabla No. 80), se tiene que a este impacto le corresponde un valor de (-44), determinándolo como **moderado**.

Cambios de Densidad Fauna

- Cálculo Cambios de Densidad; y,
- Presencia/ausencia fecas Lycalopex culpaeus

De acuerdo a la matriz (Tabla No. 80), se tiene que a este impacto le corresponde un valor de (-32), determinándolo como **moderado**.

Turismo

- Ingreso de visitantes
- Satisfacción del visitante

De acuerdo a la matriz (Tabla No. 80), se tiene que a este impacto le corresponde un valor de (+46), determinándolo como **moderado**.

Empleo

- Generador de empleo

De acuerdo a la matriz (Tabla No. 80), se tiene que a este impacto le corresponde un valor de (+46), determinándolo como **moderado**.

5.3 Discusión

5.3.1 Discusión de los resultados

La determinación de la capacidad de carga ha permitido diseñar programas de monitoreo y control de los sitios de uso público, para los tres senderos, también evaluar futuros impactos provocados por la visitación y coadyuvar a la toma de decisiones sobre su manejo.

Después de conocer los resultados de las muestras de suelo y de los análisis que fueron realizados en las tablas No. 65, 68 y 72 se puede comprobar que en el área de estudio, el **potencial de Hidrógeno no en todos los casos, sirve como una variable de verificación de daño ambiental en el suelo**. Puesto que solo se logró encontrar correlación en la tabla No. 65 que es la del Sendero Micaloma, la cual presentaba una relación media alta entre compactación del suelo y potencial de Hidrógeno en el suelo, es decir en los sitios donde existe un mayor grado de compactación en el suelo, el potencial de Hidrógeno del suelo tiende a ser más ácido. Mientras que esta relación era baja en los otros senderos de estudio. Al analizar estos resultados se determinaron que para el sendero de Micaloma las condiciones agrestes del clima, es decir, la lluvia la cual provoca escorrentía barre todos los nutrientes en este sendero por ser el de mayor número de años y estar directo a la intemperie; mientras que los otros senderos al estar todavía protegidos por otras condiciones como el factor viento, cubierta vegetal entre otros no fueron directamente condicionados al cambio de potencial de Hidrógeno.

En los análisis de correlación de Pearson y determinación, en los tres senderos se comprobó de acuerdo a las tablas No. 64, 67 y 71 que existe una correlación alta entre Uso del Suelo y Compactación del Suelo, por tanto existe una afectación por parte humana, en este caso por visitación turística.

En los Senderos Patourco y Gallaretas se encontró una correlación negativa media alta y alta entre el uso del Suelo y el Porcentaje de humedad en el Suelo, de acuerdo a las tablas No. 69 y 73 en donde se comprueba que a mayor actividad humana existe menor grado de humedad en el Suelo.

Para el Sendero Patourco, siendo este el de mayor uso turístico se realizó un análisis adicional el de Conductividad Eléctrica tabla No. 70, el cual determinó que una correlación negativa casi perfecta, en donde se estableció que a mayor actividad humana menor salinidad en el suelo.

De acuerdo al Cálculo de Capacidad de Carga para Micaloma se determinó, que el factor más influyente es el de compactación del Suelo, posteriormente por geografía del terreno viene el de erodabilidad ya que afecta significativamente el ingreso de visitas a la zona. También otros factores que afectan el ingreso de visitantes a este sendero son los factores de precipitación y accesibilidad. Existe una preocupación en las zonas de almohadillas en la cresta de la montaña, en donde sería necesario tomar medidas correctivas que impidan provocar impactos sobre la flora del lugar, mediante la utilización de camineras que limiten el pisoteo en las almohadillas.

De acuerdo al Cálculo de Capacidad de Carga para Patourco, el factor más influyente en este sendero es el factor de pérdida de nutrientes en el suelo, comprobándose así una de las hipótesis de la presente investigación. De los resultados mostrados y en base a recorridos realizados, se aprecia actualmente que en este sendero se está sobrepasando la capacidad de carga, razón por la cual se observa la degradación del suelo del sendero, lo cual afecta a la satisfacción del turista.

De acuerdo al Cálculo de Capacidad de Carga para Gallaretas, el factor de mayor influencia en este sendero, es el de erodabilidad, puesto que más del 90 % posee una pendiente media. El factor que le sigue es el de Fauna, ya que cercano a estas zonas saben aparecer las gallaretas. La capacidad de manejo de este sendero es más limitada que los dos anteriores, puesto que en esta zona de estudio, no existe un baño para los

visitantes, esto debido a que para poner baños, es necesario tener un espacio para la construcción de un biodigestor. Anteriormente si había un baño, pero el personal de la EPMAPS decidió cerrarlo por el tema de que las aguas residuales podrían infiltrarse hacia la laguna, principal sitio de agua para consumo humano. Este factor también afecta a la satisfacción del turista.

Capítulo 6

Propuesta de Sistema de Monitoreo de Impactos

6.1 Propuesta de Sistema de Monitoreo

Entre los objetivos planteados en la presente investigación se encuentran: determinar la capacidad de carga turística para los sitios de uso turístico de la ZAREA, además establecer una metodología operativa para el monitoreo y procesamiento de datos de seguimiento de los indicadores ambientales establecidos, con la finalidad de garantizar su aplicación y un desarrollo sostenible del turismo en el área de estudio.

Para esto se ha procedido a diseñar un Sistema de Monitoreo, orientado a:

- Evaluar el cumplimiento de las acciones planteadas con el fin de mitigar los impactos detectados.

6.1.1 Propuesta de Zonificación de los Sitios de Uso Turístico

La zona de estudio posee muchas características que deberán ser manejadas de una manera adecuada, pese a que la zona de estudio es bastante limitada refiriéndose a la superficie de terreno sobre la totalidad del área de la REA, se toma en cuenta las áreas circundantes, puesto que ya se han realizado estudios por parte del MAE. Quien da su criterio como Autoridad Ambiental de acuerdo a un sistema de zonificación de la REA, y puesto que el Plan de Manejo asigna al sector de La Mica un nivel de manejo denominado Zona de Uso Especial Restringido, el mismo que se define bajo las siguientes acciones:

- Turismo y recreación controlados;
- Plan de manejo, control, mantenimiento de las obras del proyecto La Mica; y,
- Investigación y monitoreo de la flora y fauna silvestres.

Con esta premisa del Plan de Manejo del Área, analizada la topografía del sector e identificados sitios prioritarios para la conservación de la vida silvestre y del recurso hídrico se establece la siguiente zonificación establecida en la figura No. 56:

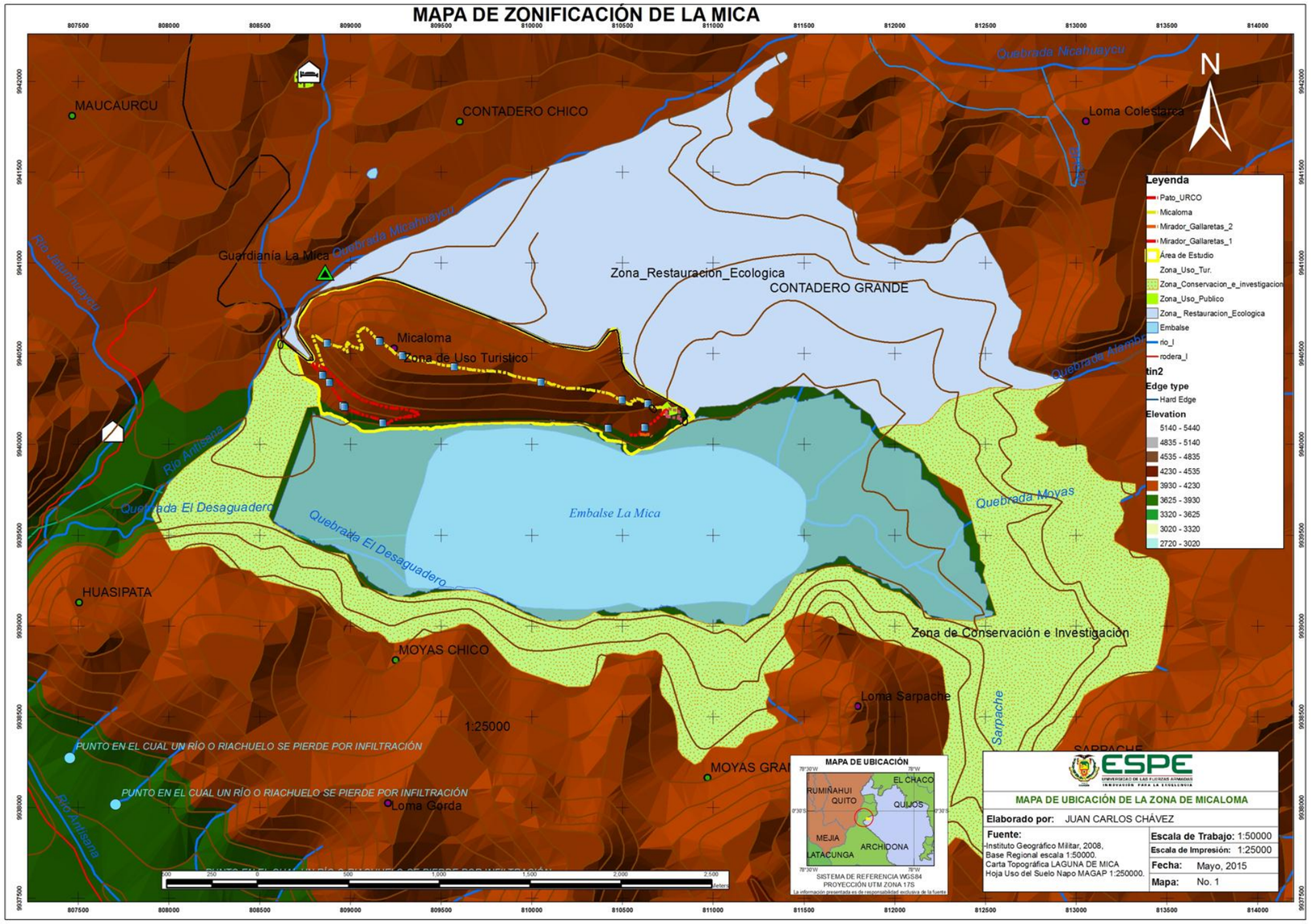


Figura. 56 **Mapa de Zonificación del Sector La Mica**

6.1.1.1 Zona de Uso Público

El objetivo de esta zona es proporcionar atención al visitante que llega a la REA.

Esta zona se encuentra ubicada en el Control La Mica, al ingreso de la reserva pasando el puente sobre el río Antisana (límite del área protegida) la cual tiene la siguiente infraestructura: Guardianía (donde pernoctan los guardaparques), baterías sanitarias, sala de recepción o reuniones, área de picnic.

Normativa en esta zona:

- Está permitida la actividad humana sin mayores problemas de restricción;
- Queda terminantemente prohibido arrojar basura en esta área;
- Este tipo de zona deberá ser debidamente señalizada para orientar al turista en su visita y evitar el ingreso a zonas de alta conservación; y,
- Las operadoras turísticas deberán dejar a los turistas en la Guardianía de la Mica y de allí los guardaparques o los guías serán las personas encargadas de indicar la normativa existente, y las características de la zona y los sitios de visitación.

6.1.1.2 Zona de Uso Turístico

Esta zona involucra áreas que siendo alteradas incluyen paisajes típicos y muestras significativas de aspectos topográficos y escénicos de la reserva. Es resistente para permitir facilidades educativas y recreacionales, observación de flora y fauna, apreciación paisajística, caminatas y fotografía. En esta zona existen los tres senderos Micaloma, Patourco y Gallaretas en los cuales hay miradores para tales propósitos.

El sector del Muelle de Micaloma (II) ubicado en la parte nor-central del embalse, este sector únicamente es utilizado en por personas con capacidades especiales o personas de la tercera edad que pueden ingresar con su vehículo a este sector, en la

actualidad cuenta con un parqueadero para seis o siete vehículos, la única batería sanitaria que existía en esta zona se encuentra cerrada por parte del personal de la EPMAPS, siendo este uno de los posibles impactos potenciales al recurso suelo e hídrico a través de la percolación.

Normativa en esta zona:

- La concentración de visitantes no deberá exceder la capacidad de carga para lograr el equilibrio entre conservación y uso sostenible de recursos;
- La capacidad de carga ya ha sido determinada para cada uno de los senderos, esto se deberá cumplirlo;
- Las zonas de uso extensivo deberán ser señalizadas para orientar al turista en su visita y evitar el ingreso a zonas de alta conservación, los senderos deben ser auto guiados para que los turistas que deseen visitarlo no se puedan desviar hacia otros sitios de conservación;
- Las actividades de turismo y recreación no deberán estar en contraposición con los objetivos de manejo de la REA; y,
- Se podrán desarrollar actividades de ecoturismo siempre y cuando se trata de un turismo organizado y educado.

6.1.1.3 Zona de Restauración Ecológica

El sector de la Mica por sus características topográficas, clima y actividades de uso del suelo que tradicionalmente se han desarrollado (ganadería) presenta áreas que han sido alteradas por lo que se hace necesario su restauración ecológica y se la considera como una transición entre la zona de uso turístico y la de conservación e investigación. Se encuentra ubicada en la parte norte del área de estudio, su límite sur colinda con la zona de uso turístico, por el oeste la quebrada de Micahuayco aguas arriba

hasta la cota de los 4000m.s.n.m., siguiendo la misma en dirección este hasta la Quebrada Alambrado aguas abajo hasta la laguna La Mica, bordeando la misma en dirección oeste hasta el sector muelle de Micaloma donde empata con la zona de uso turístico.

Normativa en esta zona

- Se deberá señalizar el área de recuperación en lugares propensos para el acceso humano;
- Se deberá llevar un cronograma de actividades de recuperación de recursos, considerando los responsables de dichas actividades; y,
- Registrar las observaciones encontradas en las áreas para llevar un control de actividades y estudiar los logros obtenidos en el proceso de recuperación de zona.

6.1.1.4 Zona de Conservación e Investigación

Comprende el sector sur y este del área de estudio, por sus características topográficas y de difícil acceso ha sido intervenido en mínima magnitud, constituyéndose por lo tanto en importantes espacios para la conservación e investigación de la flora, fauna y recursos hídricos. Forma parte de un ecosistema lacustre con presencia de importantes especies silvestres propias de humedales altoandinos.

Esta zona debe ser de especial atención para la EPMAPS ya que en el sector se encuentra desarrollándose el proyecto La Mica – Quito Sur.

Entre sus objetivos principales está el preservar el ecosistema natural y la producción hídrica en forma controlada, además está el proteger los recursos naturales de la influencia del hombre. Los estudios científicos deberán ser conducidos de tal forma

que no alteren el ecosistema. No se permitirá el ingreso de personas particulares, captura o colección de plantas y animales, excepto en circunstancias muy especiales y con permiso de investigación.

6.1.2 Identificación de Indicadores de Monitoreo

Para el análisis y su respectivo monitoreo, se han determinado para el área de estudio tres tipos de indicadores que se detallan a continuación en la tabla No. 81:

Tabla 81. Matriz de identificación de Indicadores de Monitoreo

Tipo de Indicadores	Indicadores Específicos
Ambientales	Erosión y perdida de nutrientes del Suelo en el Sendero
	Presencia de Basura a través de los senderos
	Amplitud de la zona de los senderos
Vivenciales de los visitantes	Cantidad de encuentros con otros grupos
	Cantidad de estudiantes que usan la zona de estudio para educación ambiental
	Porcentaje de visitantes satisfechos con su visita
	Cantidad de visitantes que regresan a la ZAREA
Manejo (Infraestructura)	Cantidad de tiempo invertido en el mantenimiento de la infraestructura existente

Como información adicional, siempre se ha tomado en cuenta el tipo de indicador económico, puesto que en otras áreas protegidas a nivel mundial, no poseen el apoyo del Estado para su administración y manejo. Razón por la cual establecen un precio de ingreso, el cual les sirve para desarrollar varias actividades para la conservación del AP. En este caso por razones ya mencionadas anteriormente no se toma en cuenta el indicador económico, debido a la realidad nacional.

6.1.3 Establecimiento de Estándares para Indicadores

El establecimiento de estándares para indicadores, permite tener patrones para poder monitorear los indicadores, sean estos ambientales, vivenciales o de manejo.

Para el establecimiento de estos indicadores, se tuvo que revisar indicadores específicos y estándares de manejo para la zona de estudio, los cuales se detallan en la tabla No. 82:

Tabla 82. Matriz de Estándares de Indicadores de Monitoreo

Tipo de Indicadores	Indicadores Específicos	Estándares
Ambientales	Erosión y perdida de nutrientes del Suelo en el Sendero	Toma de Muestras del Suelo (perdida de nutrientes), 25% del suelo del sendero erosionado
	Presencia de Basura a través de los senderos	Reducción de 25% de basura encontrada en cada sendero, comparada en cada cuatrimestre
	Amplitud de la zona de los senderos	Máximo hasta 1,25 mt. de anchura del sendero
Vivenciales de los visitantes	Cantidad de encuentros con otros grupos	Más de 3 encuentros con otros grupos.
	Cantidad de estudiantes que usan la zona de estudio para educación ambiental	Más de 100 estudiantes que reciben charlas de educación ambiental por trimestre.
	Porcentaje de visitantes satisfechos con su visita	Más del 90% de visitantes que calificaron con “muy Buena” o “Buena” su grado de Satisfacción
	Cantidad de visitantes que regresan a la ZAREA	Empezar a realizar seguimiento de cuanto es el porcentaje de visitantes que regresa a la ZAREA.
Manejo (Infraestructura)	Cantidad de tiempo invertido en el mantenimiento de la infraestructura existente	El personal de la REA dedica más del 30% de su tiempo en el mantenimiento del sitio.

6.1.4 Monitoreo de condiciones

Entre las metodologías utilizadas en este estudio se mencionan las de Límites de Cambios Aceptables – LAC. Y esta matriz se aplicará para monitorear los indicadores planteados para minimizar los impactos del turismo.

De acuerdo a la capacidad de manejo y a la capacidad de carga y el tiempo que se requiere se han seleccionado las alternativas más viables y aplicables a la zona de estudio. En la tabla No. 83 se detallan alternativas de monitoreo con un presupuesto referencial, que en algunos casos no representa un costo su implementación:

Tabla 83. Matriz de Estándares de Límites de Cambio Aceptables

Indicadores Específicos	**Estándares**	**Método**	**Acciones de Manejo**	**Responsable**	**Costo**
		AMBIENTALES			
Erosión y perdida de nutrientes del Suelo en el Sendero	Toma de Muestras del Suelo (perdida de nutrientes)	Cada año si se cuenta con presupuesto se pueden tomar muestras de suelo en zonas críticas.	Implementar camineras o adoquines ecológicos	Administrador del Área y Guardaparques	USD 5,00 cada mt ^{2}
	25% del suelo del sendero erosionado	Colocación de estacas ubicadas en zonas del sendero erosionado, con GPS se pueden tomar las medidas de la zona.	En ciertos casos cerrar temporalmente el sendero	Administrador del Área y Guardaparques	USD 25,00
Presencia de Basura a través de los senderos	Reducción de 25% de basura encontrada en cada sendero, comparada en cada cuatrimestre	Colocar Señalética en la sitios estratégicos de la zona de estudio, además de concientizar a las personas	Aplicar la metodología de LA BASURA QUE TRAJISTE, LLÉVATELA	Administrador del Área y Guardaparques	USD 200,00
Amplitud de la zona de los senderos	Máximo hasta 1,25 mt. de anchura del sendero, Evaluar la zona cada trimestre.	Medir el ancho del sendero, colocación de estacas y georreferenciación del punto	En lugares que sea posible plantar especies nativas.	Administrador del Área y Guardaparques	USD 0,00
		VIVENCIALES			
Cantidad de encuentros con otros grupos	Más de 3 encuentros con otros grupos.	Implementar encuesta de satisfacción, en donde se pregunte cuantos encuentros tuvo con otros grupos.	Coordinación de salidas de los grupos e incentivar a al uso de otros senderos, no solo el de Patourco. Coordinar las salidas de los grupos con un lapso de por lo menos de 20 minutos.	Guardaparques	USD 50,00
Cantidad de estudiantes que usan la zona de estudio para educación ambiental	Más de 100 estudiantes que reciben charlas de educación ambiental por trimestre.	Reservaciones de Entidades Educativas a través de las Oficinas Administrativas de la REA.	Administrar la visita de las Entidades Educativas a la REA. Promover las visitas en fechas ambientales	Administración	USD 0,00
Porcentaje de visitantes satisfechos con su visita	Más del 90% de visitantes que calificaron con “muy Buena” o	Implementar encuesta de satisfacción, en donde se pregunte nivel de satisfacción.	Analizar trimestralmente los niveles de satisfacción del turista, tomar correctivos de	Administrador y personal de apoyo.	USD 0,00

Tabla 83. Matriz de Estándares de Límites de Cambio Aceptables

Indicadores Específicos	**Estándares**	**Método**	**Acciones de Manejo**	**Responsable**	**Costo**
	"Buena" su grado de Satisfacción		acuerdo a las sugerencias.		
Cantidad de visitantes que regresan a la ZAREA	Empezar a realizar seguimiento de cuanto es el porcentaje de visitantes que regresa a la ZAREA.	Implementar encuesta de satisfacción, en donde se pregunte cuantas veces ha visitado a la REA	Ofrecer otras alternativas de visita a la REA.	Administrador del Área y Guardaparques	USD 0,00
		INFRAESTRUCTURA			
Cantidad de tiempo invertido en el mantenimiento de la infraestructura existente	El personal de la REA dedica más del 30% de su tiempo en el mantenimiento del sitio.	Días de mantenimiento que se dedican al mantenimiento de las instalaciones turísticas.	Contar con un plan de mantenimiento del área	Administrador del Área y Guardaparques	USD 0,00

Así mismo tal como se estableció en el ítem 5.1.4 para poder dar un monitoreo correcto, se utilizaran las matrices de identificación de Indicadores de Impacto y de valoración cuantitativa para cada uno de los senderos, con la finalidad de corregir cualquier impacto negativo en un periodo de tiempo. También se recomienda utilizar la matriz expuesta en el Anexo P, Matriz de Monitoreo y Mitigación de Impactos para el manejo en la ZAREA.

6.1.5 Calidad de la Visita

Dentro de las características establecidas en el perfil del turista, se menciona que el grado de satisfacción del turista en ese contexto fue mayor del 90%, es decir un grado de satisfacción alto, no obstante recomendaron si pudieran instalar una cafetería en la zona de la Mica, este punto está siendo analizado por el MAE.

6.1.6 Organización de las Visitas

Tal como se menciona en el capítulo IV de esta investigación, existen tres senderos en la zona de estudio Micaloma, Patourco y Gallaretas, cada uno tiene diferentes niveles de dificultad y tiempo para recorrerlo, por tal razón la organización de las visitas dependerá del tiempo que posean las personas para visitar la ZAREA. Es por eso que a continuación se tomarán en cuenta algunos aspectos que se podrán tomar en cuenta por parte del personal de la REA para recomendar la visita a los turistas:

- **Sendero Micaloma.-** Tiempo aproximado de recorrido 1 hora y 20 minutos en sentido oeste – este y el recorrido de retorno. Total casi tres horas, este sendero es recomendado para turistas jóvenes que deseen conocer más acerca de la REA, hagan observación de aves, toma de fotografías, es un sendero con un nivel de dificultad moderado. Este sendero puede soportar al mismo tiempo un número de determinado de 23,6 grupos y la distancia por grupos debe ser mínimo de 100 mt de cada grupo. Esta información se encuentra detallada en el anexo K.

- **Sendero Patourco.-** Tiempo aproximado de recorrido 40 minutos en sentido oeste – este – Oeste. Este sendero es recomendado para todo tipo de turistas que deseen recorrer la zona de estudio en un corto tiempo, pueden tomar fotografías, es un sendero con un nivel de dificultad bajo. Este sendero puede soportar al mismo tiempo un número de determinado de 13,5 grupos y la distancia por grupos debe ser mínimo de 100 mt de cada grupo. Esta información se encuentra detallada en el anexo L.

- **Sendero Gallaretas.-** Tiempo aproximado de recorrido 35 minutos en sentido Este – Oeste; y Oeste – Este. Este sendero es recomendado para todo tipo de turistas especialmente para aquellos que acuden a la REA a realizar pesca deportiva, en si el tiempo de recorrido es el más corto, sin embargo hasta llegar al punto de inicio del sendero se necesita por lo menos una hora de caminata. Aquí se pueden tomar fotografías, además se puede realizar pesca deportiva con caña, es un sendero con un nivel de dificultad bajo. Este sendero puede soportar al mismo tiempo un número de determinado de 5,2 grupos y la distancia por grupos debe ser mínimo de 100 mt de cada grupo. Esta información se encuentra detallada en el anexo M.

6.1.7 Medidas de Mitigación

Los impactos generados por la actividad turística y que han sido detallados en el capítulo quinto literal dos punto cuatro, deben ser monitoreados de manera periódica para determinar el grado de alteración en el medio que se ha generado a largo, medio y corto plazo. La comprensión e identificación de estas alteraciones se fundamenta en la toma de decisiones e incorporación de medidas de aplacamiento. Esta toma de decisiones deberá ser principalmente generada a través de la jefatura de área, y analizada conjuntamente con el personal de guardaparques que trabaja en la zona de estudio.

En el caso de que los valores cuantitativos de las matrices de identificación de impactos presenten problemas severos o críticos, estos valores se deben monitorear si es posible mes a mes. Si es el caso dar alternativas a los visitantes para que visiten otros senderos. Con estricto cumplimiento. En el anexo P se propone utilizar una matriz de monitoreo y mitigación de impactos para el manejo en la ZAREA, la cual permite resolver problemas actuales presentes en la zona de estudio.

Capítulo 7

Conclusiones y Recomendaciones

7.1 Conclusiones

Se determinó la capacidad de carga turística para los tres senderos: Micaloma, Patourco y Gallaretas, los cuales constituyen las zonas o sitios de recreación dentro de la zona alta de la Reserva Ecológica Antisana - ZAREA, estableciéndose como zona crítica el sendero Patourco. Pues su capacidad de carga efectiva anual fue de 20854 visitantes, la cual es inferior en un 14 % al valor real de visitantes del año 2013 que fue de 23828 visitantes. Razón substancial para establecer ya un daño ambiental sobre el sendero Patourco. No obstante el cálculo de capacidad de carga turística no debe ser considerado como una cifra fija, pero apoya a disminuir los impactos negativos que ocasionan actividades descontroladas y a su vez permite tener una mejor organización, siendo esto una actividad inherente de indicador de calidad de gestión.

Se caracterizó el área de estudio, a manera de una caracterización general, pero a su vez con aspectos físicos, climáticos, biológicos y socioeconómicos, esta caracterización permitió conocer además de la situación actual, también aspectos propios que servirán de apoyo al personal que labora en la zona de estudio.

Se identificó y se propuso una lista de indicadores ambientales en las zonas de uso turístico, que permitirán evaluar posibles impactos ocasionados por la actividad antropogénica en la zona de estudio, pensando en la conservación de estas tres zonas de recreación y al mismo tiempo que exista satisfacción del turista.

Debido a las características de importancia del ecosistema estudiado, era necesario medir ciertas características que permitan evaluar la calidad del suelo del área

de estudio. Teniendo en cuenta que debido a falta de presupuesto no se llegó a realizar un análisis de micronutrientes para todos los puntos de muestreo, ya que el costo del estudio se iba a elevar mucho más. Es por esta razón que se determinaron variables generales, como compactación del suelo, potencial de Hidrógeno, porcentaje de materia orgánica y porcentaje de humedad en el suelo, las cuales fueron útiles al modificar una metodología todo esto con la finalidad de cuidar el ecosistema presente en el sitio de abastecimiento de agua para el sur de la ciudad de Quito.

7.2 Recomendaciones

- Se recomienda actualizar la línea base referente a los recursos bióticos existentes de la Reserva Ecológica Antisana.
- Se recomienda aplicar la propuesta de monitoreo puesto que, la capacidad de carga es un método que ayuda a determinar límites para visitación en una zona establecida, e identifica los impactos que se realizan por la actividad turística, sin embargo sin un control o monitoreo, la capacidad de carga no tiene sentido ser estudiada.
- De acuerdo al estudio cálculo de capacidad de carga del sendero de Micaloma, se recomienda, incorporar camineras o adoquines ecológicos en las zonas por donde el sendero atraviesa las almohadillas, además de realizar monitoreos para controlar la afectación y pisoteo en las zonas de almohadillas.
- De acuerdo al estudio cálculo de capacidad de carga del sendero de Patourco, se recomienda, incorporar camineras o adoquines ecológicos, casi en la totalidad del sendero, pues es el principal acceso utilizado por los turistas para conocer la laguna

de la Mica, y para apreciar sobre los ecosistemas de la zona de estudio en un tiempo limitado.

- Se recomienda que los días de mayor visitación se oriente a los turistas a elegir los otros senderos como alternativa de uso sustentable y de cuidado ambiental para la protección de este sendero.
- Realizar monitoreos para controlar la afectación y pisoteo en las zonas de degradación del suelo, a la vez también se recomienda analizar la apertura de otras zonas de recreación que permitan dar una alternativa sostenible y que sean similares al sendero Patourco, es decir que puedan mostrar en un corto tiempo el ecosistema de páramo y a su vez que puedan apreciar la belleza del embalse de la Mica.
- De acuerdo al estudio cálculo de capacidad de carga del sendero de Gallaretas, se recomienda, un estudio de factibilidad, para ver si es necesaria la implementación de un baño ecológico en la zona del sendero Gallaretas.
- Se recomienda realizar patrullajes por parte de los guardaparques todos los días en cada uno de los senderos, para prevenir posibles problemas que se puedan presentar por parte de turistas, especialmente en el sendero de Micaloma debido al grado de dificultad que este presenta al recorrerlo.

Bibliografía

Acosta Solís, Misael. (1968). *Divisiones Fitogeográficas y Formaciones Geobotánicas del Ecuador*. Editorial Casa de la Cultura Ecuatoriana. Quito.

Acuerdo Ministerial No. 006 del Ministerio del Ambiente - MAE. Registro Oficial: Quito Miércoles 11 de Abril del 2012 Nº 680 (*Establécese la gratuidad de ingreso a las áreas del Patrimonio de Áreas Naturales del Estado (PANE), excepto Galápagos*). Administración del Señor Economista Rafael Correa Delgado.

Albuja, L., (1999). *Mamíferos del Ecuador*. Departamento de Ciencias Biológicas. Escuela Politécnica Nacional. Quito, Ecuador.

Ambiente y Sociedad, (2003), *Estrategia Nacional de Ecoturismo*. Ecuador, Primera Edición, Ecuador, Ministerio de Turismo.

Bajaña, D., (1998), *Tesis Adaptación y validación de procedimientos para evaluar la capacidad de carga turística en el Parque Nacional Corcovado, Costa Rica. Turrialba – Costa Rica*.

Baquero, F., R. Sierra, L. Ordoñez, M. Tipán, L. Espinosa, M. B. Rivera, Y P. Soria. (2004). *La Vegetación de los Andes del Ecuador. Memoria Explicativa de los mapas de vegetación potencial y remanente de los Andes del Ecuador a escala 1:250.000 y del modelamiento predictivo con especies indicadoras*. EcoCiencia – Lab. SIG y Sensores Remotos, CELSA, Ecopar, MAG/SIGAGRO, Alianza JatunSacha /CDC, División Geográfica – IGM. Quito.

Beltrán, K., Salgado, S., Cuesta, F., León-Yánez, S., Romoleroux, K., Ortiz, E., … & Velastegui, A., (2009). *Mapa de Sistemas Ecológicos de Páramo del Ecuador.*

EcoCiencia-Unidad de Geografía y Lab. SIG & Sensores Remotos. Herbario de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador – QCA. Quito – Ecuador.

Bosman, M., De Kort, I., Genderen, M., Baas, P., (1994). "*Radial variation in wood properties of naturally and plantation grown Light red Meranti Shorea (Dipterocarpaceae)*". IAWA Journal 15 (2): 111 – 120.

Buytaert, W., Célleri, R., De Bièvre, B., Cisneros, F., Wyseure, G., Deckers, J., & Hofstede, R., (2006). *Human impact on the hydrology of the Andean páramos*. Earth – Science Reviews: 53 – 72.

Cañadas, L., Estrada W., (1978). *El Mapa Bioclimático del Ecuador*. Ministerio de Agricultura y Ganadería / Programa Nacional de Regionalización Agraria PRONAREG – INAMHI - Banco Central del Ecuador. Quito – Ecuador.

Cárdenas, I., Mejía, D., Macancela, R., Vasco, S., & Astudillo, P. (2010). *Determinación de los Valores Reales de Capacidad de Carga de las 13 Zonas de Recreación del Parque Nacional Cajas (P.N.C.), Incluyendo Indicadores de Monitoreo y Matrices de Seguimiento*. Corporación Parque Nacional El Cajas. Cuenca – Ecuador.

Carvajal, M. et. al, (1996). *Metodología para la Identificación de Actores Sociales, Manejo de Conf1ictos e Identificación de Actitudes, Valores e Intereses de los Actores relacionados con el Manejo de las Áreas Protegidas*. Instrumentos Metodo1ógicos. Fundación Natura, Proyecto INEF AN/GEF. Quito.

Cayot, L.; Cifuentes, M; Amador, E.; Cruz, E.; Cruz, F., (1996). *Determinación de la Capacidad de Carga Turística en los Sitios de Visita del Parque Nacional*

Galápagos. Servicio Parque Nacional Galápagos e Instituto Ecuatoriano Forestal y de Áreas Naturales y Vida Silvestre. Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador.

CDC, (1999). *Evaluación Ecológica Rápida: Reserva Ecológica Antisana, Quito*.

Cifuentes, M. (1984). *Parque Nacional Galápagos: PLAN DE MANEJO y Desarrollo (II Fase)*. Comisión de Alto Nivel, Plan Maestro Galápagos, Grupo Técnico. Quito.

Cifuentes, M. (1992). *Determinación de capacidad de carga turística en áreas protegidas. Turrialba, C.R., CATIE 27*. Serie Técnica Informe Técnico No. 194, Costa Rica.

Cifuentes, M., Alpizar, W., Barroso, F., Courrau, J., Falck, M., Jiménez, R.,… y Tejada, J. (1990). *Capacidad de carga turística de la Reserva Biológica Carara. Servicio de Parque Nacionales*. Costa Rica.

Cifuentes, M., et al. (1989). *Estrategia para el Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador, II Fase. UICN*. Quito, Ecuador.

Cifuentes, M. et al. (1999). *Capacidad de Carga Turística de las Áreas de Uso Público del Monumento Nacional Guayabo, Costa Rica*.

Cifuentes, M., Izurieta, A., & De Faria, E. (2000). *Medición de la Efectividad del Manejo de Áreas Protegidas*. WWF, UICN, GTZ. Turrialba - Costa Rica. En: http://www.iucn.org.pdf.

Cleef, A.M., (1981). *The vegetation of the páramos of the Colombian Cordillera Oriental. Dissertationes Botanicae*. 61:321 pp. J. Cramer, Vaduz.

Coneza, V., (2003). *Guía Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental*. Mundi Prensa 3° Edición. Madrid, España.

Constitución de la República del Ecuador. (1998). Registro Oficial: Quito Miércoles 18 de Marzo de 1998 Nº 278. Administración del Señor Doctor Fabián Alarcón.

Constitución de la República del Ecuador. (2008) Registro Oficial: Quito Lunes 20 de Octubre del 2008 Nº 449. Administración del Señor Economista Rafael Correa Delgado.

Convenio de las Naciones Unidas sobre la Diversidad Biológica. Registro Oficial: Quito Lunes 06 de Marzo de 1995 Nº 647. Administración del Señor Arq. Sixto Durán Ballén.

Cordero, L., (2003), *Diccionario Quichua. Editorial Casa de la Cultura Ecuatoriana*. Quito – Ecuador.

Coronel, D., Cárdenas, I., Macancela, R., & Vasco, S. (2010). *Levantamiento y Actualización de los Indicadores Ambientales, en las 13 Zonas de Recreación del Parque Nacional Cajas (P.N.C.), Incluyendo los Indicadores de Monitoreo y Matrices de Seguimiento*. Corporación Parque Nacional El Cajas. Cuenca – Ecuador.

Crespo, R., (2009). *La Naturaleza como Sujeto de Derechos: ¿símbolo o realidad jurídica? Centro Ecuatoriano de Derecho Ambiental – CEDA, Temas de Análisis, Septiembre 2009*. Documento publicado electrónicamente en: http://www.ceda.org.ec Consultado 2014.

Cuatrecasas, J., (1958). *Aspectos de la vegetación natural de Colombia*. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias 10(40):221-264.

Decreto Ejecutivo No. 185 / Créase el Ministerio de Medio Ambiente. Registro Oficial: Quito Viernes 04 de Octubre de 1996 Suplemento de Registro Oficial Nº 40. Administración del Señor Abogado Abdalá Bucarán Ortiz.

Decreto Ejecutivo No. 245 - Creación del Instituto Nacional de Biodiversidad, Adscrito al Ministerio del Ambiente. Registro Oficial: Quito Lunes 17 de Marzo de 2014 Nº 205. Administración del Señor Economista Rafael Correa Delgado.

Decreto Ejecutivo No. 1513 - Reglamento de Guías Naturalistas de Áreas Protegidas. Registro Oficial: Quito Miércoles 31 de Marzo del 2004 Nº 304. Administración del Señor Ingeniero Lucio Gutiérrez Borbúa Presidente Constitucional de la República.

Decreto Ejecutivo No. 3.516 - Reglamento de Turismo en Áreas Naturales Protegidas – RETANP. Registro Oficial: Quito Jueves 05 de Septiembre del 2002 Nº 656. Administración del Señor Doctor Gustavo Noboa Bejarano Presidente Constitucional de la República.

Decreto Ejecutivo No. 3.399 - Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente – TULSMA. Registro Oficial: Quito Lunes 16 de Diciembre de 2002 Nº 725. Administración del Señor Ing. Lucio Gutiérrez Borbúa.

Drumm, A., & Moore, A., (2002). *Desarrollo del Ecoturismo – Un manual para los profesionales de la conservación*. Volumen 1. Copyright © 2002 por The Nature Conservancy, Arlington, Virginia, USA.

Empresa Municipal de Alcantarillado y Agua Potable de Quito – EMAAP-Q. (2000), *Proyecto de Agua Potable Ríos Orientales, Perfil Preliminar*.

Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento de Quito – EPMAPS. (2014, 1 de Diciembre) Data. URL http://www.aguaquito.gob.ec/quienes-somos/mision-y-vision

Etxeberria, J., (1999). Regresión Múltiple. *Cuadernos de Estadística*. Ed. La Muralla S.A. Espérides, Salamanca – España.

Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO. (2014, 20 de Octubre) *Propiedades Químicas del Suelo*. Portal de Suelos de la FAO. Data. URL http://www.fao.org/soils-portal/levantamiento-de-suelos/propiedades-del-suelo/propiedades-quimicas/es/

Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO, (1994). *Erosión de suelos en América Latina*. Suelos y Aguas.

Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO, (2003). *Determinación de la Pendiente*. Tecnologías para la Agricultura. FAO.

Farley, J., & Costanza, R., (2010). *Payments for ecosystem services: From local to global*. Ecological Economics 69: 2060 – 2068. Journal homepage: www.elsevier.com/locate/ecolecon

Fuertes, E., (2010). *Características Limnológicas de los Embalses Alto Andinos que Opera la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento de Quito*. Simposio Internacional América latina, Quito Noviembre 2010.

Fundación Antisana - FUNAN. (2005). *Estudio de factibilidad para el Desarrollo de las Actividades Productivas para Proteger la Cuenca Alta del Río Antisana y el Corredor Turístico de Influencia*. Apoyado por: United States Agency for

International Development - USAID, Fundación Antisana y The Nature Conservancy – TNC. Quito – Ecuador.

Fundación Antisana - FUNAN. (2005). *Diagnóstico Socio-Ambiental Corredor de Páramo El Tambo - Antisana*. Apoyado por: United States Agency for International Development - USAID, y The Nature Conservancy – TNC. Quito – Ecuador.

George, H., Stankey D., Cole R., Lucas M., Petersen S., Frissell. (1985). *The Limits of Acceptable Change (LAC) System For Wilderness Planning*. United States Department of Agriculture – Forest Service. United States.

González, A. et.al. *Mapa General de Suelos del Ecuador*. (1986). Programa Nacional de Regionalización Agraria, PRONAREG del Ministerio de Agricultura y Ganadería.

Harling, G., (1979). *The vegetation types of Ecuador-A brief survey*. En K. Larsen y B. HolmNeilsen (Eds.). Tropical botany. Academic Press. Nueva York.

Hedberg, O., (1992), *Afroalpine vegetation compared to páramo: convergent adaptations and divergent differentiation in Páramo*. Academic Press, London, pp. 15-29.

Hendee, J., Stankey, G. & Lucas, R., (1990) *Wilderness Management*. Golden, Cola: North American Press. United States.

Hof, M., & Lime, D. (1997). *VERP: The visitor experience and resource protection framework*. A handbook for planners and managers. U.S. Department or the Interior – National Park System, 103 pp.

Hofstede, R., Lips, J., Jongsma, W., & Sevink, J., (1998). *Geografía, Ecología y Forestación de la Sierra Alta del Ecuador*. Revisión de Literatura. Editorial Abya Yala, Ecuador. 242 p.

Hofstede, R., Segarra, P., & Mena, P., (Eds.). (2003). *Los Páramos del Mundo. Proyecto Atlas Mundial de Páramos*. Global Peatland Initiative/NC-IUCN/Ecociencia. Quito.

Huaraca, L., (2008). Monitoreo de Impactos del Turismo en la zona alta de la Reserva Ecológica Cayambe – Coca, Quito, Ecuador

Humedad del aire. (2015, 20 de marzo).En Wikipedia®, la enciclopedia libre. Recuperado el 20 de marzo de 2015 a las 15:15 de <http://es.wikipedia.org/wiki/Humedad_del_aire>.

Instituto de Ecología Aplicada de la Universidad San Francisco de Quito - ECOLAP. (2012). *Consolidación del manejo de las Reservas Ecológicas Cotacachi Cayapas y Manglares Cayapas Mataje*. Reporte final del proyecto. Proyecto CEPF. Quito - Ecuador.

IUSS Working Group WRB, (2006). *World reference base for soil resources 2006 - A framework for international classification, correlation and communication*. Second Edition. World Soil Resources Reports No. 103. FAO, Rome. 128 pp.

Josse, C., Navarro, G., Comer, P., Evans, R., Faber-Langendoen, D., Fellows, M., Kittel, G., Menard, S., Pyne, M., Reid, M., Schulz, K., Snow, K., & Teague, J., (2003). *Ecological systems of Latin America and Caribbean*. A working classification of terrestrial systems. NatureServe. Arlington, VA, US.

Jørgensen, P. M. & S. León-Yánez (eds.). (1999). *Catalogue of the Vascular Plants of Ecuador*. Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden 75.

Kuhry, P., & Vitt, D., (1996). Fossil Carbon/Nitrogen Ratios as a Measure of Peat Decomposition. Ecology 77:271–275. http://dx.doi.org/10.2307/2265676

Laegaard, S. (1992). *Influence of fire in the grass páramo vegetation of Ecuador*. 151-170. In: H. Balslev & J. Luteyn (eds.), Páramo – An Andean Ecosystem under Human Influence. Academis Press, London.

León, S., Valencia, R., Pitman, N., Endara, L., Ulloa, C., & Navarrete, H., (eds.). (2011). *Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador*. 2ª edición. Publicaciones del Herbario QCA, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito.

Ley No. 97 - Ley Especial de Desarrollo Turístico. Registro Oficial: Quito Viernes 27 de Diciembre del 2002 Nº 733. Administración del Señor Doctor Gustavo Noboa Bejarano Presidente Constitucional de la República.

Ley No. 2004-017 - Codificación: Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre. Registro Oficial: Quito Viernes 10 de Septiembre del 2004 Nº 418. Administración del Señor Ing. Lucio Gutiérrez Borbúa.

Ley para la Preservación de Zonas de Reserva y Parques Nacionales Codificación No. 2004-018. Registro Oficial: Quito Viernes 10 de Septiembre del 2004 Nº 418. Administración del Señor Ing. Lucio Gutiérrez Borbúa.

Ley de Gestión Ambiental, Codificación No. 2004-19. Registro Oficial: Quito Viernes 10 de Septiembre del 2004 Nº 418. Administración del Señor Ing. Lucio Gutiérrez Borbúa.

Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, Codificación 2004-20. Registro Oficial: Quito Viernes 10 de Septiembre del 2004 Nº 418. Administración del Señor Ing. Lucio Gutiérrez Borbúa.

Ley que Protege la Biodiversidad en el Ecuador, Codificación 2004-21. Registro Oficial: Quito Viernes 10 de Septiembre del 2004 Nº 418. Administración del Señor Ing. Lucio Gutiérrez Borbúa.

Llambi, L., Soto, A., Célleri, R., Bievre, B., Ochoa, B., & Borja P., (2012). *Ecología, hidrología y suelos de páramos*. Proyecto Páramo Andino. Ed. Monsalve Moreno. Quito – Ecuador.

Løjtnant, B., & Molau, U. (1982). *Analysis of a virgin páramo plant community on Volcán Sumaco, Ecuador*. Nordic Journal of Botany 2: 567 -574.

Lozano, Z. (2011). *Muestreo con fines de caracterización y evaluación de propiedades de los suelos*. Instituto de Edafología, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela, Maracay, estado de Aragua, Venezuela.

Luteyn, J., (1999). *Introduction to the Páramo Ecosystem*. In Luteyn, J. (ed.). Páramos: a checklist of plant diversity, geographical distribution, and botanical literature. New York: The New York Botanical Garden Press pp 1-39.

Malo, G., Egdo, L., Díaz, O., Endara, I., Santamaría W., (1981 - 1983). *Hoja Geológica de Pintag*. Instituto Ecuatoriano de Minería / Dirección General de geología y Minas – Ministerio de energía y Minas, División geográfica – IGM. Quito.

Mathieson, A., & Wall, G., (1982), "*Tourism: economic, physical and social impacts*". Longman: Harlow, UK.

Mejía, L., et al. (1986). *Mapa General de Suelos del Ecuador*. Sociedad Ecuatoriana de la Ciencia del Suelo – Instituto Geográfico Militar (IGM)/ Centro de Levantamientos Integrados por Sensores Remotos (CLIRSEN). Quito – Ecuador.

Ministerio Coordinador de Desarrollo Social – MCDS. (2014, 20 de Noviembre) Data. URL http://www.siise.gob.ec/siiseweb/

Ministerio del Ambiente - MAE, (1999). *Plan Estratégico del Sistema de Áreas Naturales Protegidas del Ecuador*. Quito, Ecuador.

Ministerio del Ambiente - MAE, (2002). *Plan de Manejo de la Reserva Ecológica Antisana*. Quito, Ecuador.

Ministerio del Ambiente - MAE, (2003). *Consultoría Términos de Referencia para la elaboración de Estudios de Alternativas de Manejo y Planes de Manejo*. Ministerio del Ambiente (MAE), Conservación Internacional (CI), Fondo Ambiental Nacional, ECOCIENCIA. Quito – Ecuador.

Ministerio del Ambiente - MAE – Parque Nacional Galápagos. (2006). *Plan de Manejo Parque Nacional Galápagos*. Proyecto Integral Galápagos – Araucaria XXI. Ecuador.

Ministerio del Ambiente - MAE – Reserva Ecológica Antisana. (2014). *Registro de Ingreso de Visitantes*. Documento no publicado. Ecuador.

Ministerio del Ambiente – MAE. (2013, 6 de Marzo) Data. URL http://www.ambiente.gob.ec/mae-presento-el-libro-mega-pais/

Ministerio del Ambiente - MAE. (2007). *Plan Estratégico del Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador 2007-2016*. Informe Final de Consultoría.

Proyecto GEF: Ecuador Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP-GEF). REGAL-ECOLEX. Quito - Ecuador. pág. 123.

Ministerio del Ambiente - MAE. (2009). *Desarrollo de un Sistema de Manejo de Visitantes (SIMAVIS) Laguna de Cuicocha y sus sitios turísticos de influencia Reserva Ecológica Cotacachi – Cayapas*. Informe Final de Consultoría. Quito – Ecuador.

Ministerio del Ambiente - MAE. (2010). *Plan de Inversión en Turismo, Reserva Ecológica Antisana*. Documento no publicado. Quito – Ecuador.

Ministerio del Ambiente – MAE (2012). *Sistema de clasificación de los ecosistemas del Ecuador continental*. Subsecretaria de Patrimonio Natural. Quito.

Mittermeier, R., Gil, P., & Mittermeier, C., (1997). *Megadiversidad*. México D.F: CEMEX, S.A. de C.V. 501p.

O'Reilly, A., (1991), *Tourims carrying capacity*. En Medlik, S. Ed. Managing Tourims, pp. 301-306, Butterworth – Heinemann, Oxford.

Oltremari, J., (1993), *El turismo en los parques nacionales y otras áreas protegidas de América Latina*. Proyecto FAO/PNUMA/Documento Técnico No.11. Santiago – Chile.

Páez, J., (1993), *Estudios de Impacto Ambiental para el Proyecto de Agua Potable para Quito La Mica – Quito Sur*. Quito. Tomo I, en FUNAN y FAM, 1994. Diseño definitivo de las medidas de prevención y control de las obras de ensanchamiento de las vías de acceso al proyecto La Mica – Quito Sur.

Patzelt, E., (2004), *Fauna del Ecuador*. Segunda Edición, Editorial Imprefepp, Quito – Ecuador.

Pérez, V. H., (1986), *Estudio Geológico Vulcanológico de la parte SSE del proyecto Geotérmico Valle de los Chillos*. Escuela Politécnica Nacional, Quito.

Pierre J., Goossens. (1969). *Mapa Índice Mineralógico de la República del Ecuador*. Programa de Investigación de Minerales Metálicos y No Metálicos de las NN.UU. – Ministerio de Industrias y Comercio ¬/Servicio Nacional de Geología y Minería, División Geográfica – IGM. Quito

Piscitelli, M; Varni., M; Sfeir, A; Ares, G (2010). *Valores de erodabilidad (factor K-USLE) para suelos representativos de la cuenca alta del arroyo Azul (partido de Azul- Buenos Aires)*.1Rev.Fac.Agron. Vol 109 (1): 17- 22.

Pourrut, P., (1983). *Los Climas del Ecuador – Fundamentos Explicativos*. Orstom. Quito – Ecuador.

PromPerú, MINCETUR, (2012). *Perfil del Turista Extranjero 2011*. Recuperado de intranet.properu.gob.pe/IMPP/2011…/PerfilTuristaExtranjero2011.pdf

Putney, A. (1976). *Estrategia Preliminar para la Conservación de Áreas Silvestres Sobresalientes del Ecuador*. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Dirección General de Desarrollo Forestal, Departamento de Administración de Áreas Naturales y Vida Silvestre. Quito – Ecuador. 47 p.

Quito Turismo - Corporación Metropolitana de Turismo. (2007). *Fichas de Recursos Turísticos*. Quito – Ecuador.

Ramsay, P., & Oxley, E., (1996). *Fire temperatures and postfire plant community dynamics in Ecuadorian grass páramo*. Vegetatio 124:129–144.

Ramsay, P., & Oxley, E., (2001). *An Assessment of Aboveground Net Primary Productivity in Andean Grasslands of Central Ecuador*. Mountain Research and Development Vol 21 No 2 May 2001: 161–167.

Ranst, V., (1997). *Tropical Soils: Geography, Classification, Properties and Management*. Laboratory of Soil Science. Gent, Belgium.

Reck, G., (1992). *Ecoturismo y capacidades de carga*. En: Taller sobre manejo de áreas protegidas en Sur América. The Nature Conservancy. Quito – Ecuador.

Resolución No. 0018 RA/INEFAN - Establécese la Reserva Ecológica Antisana como parte integrante del Patrimonio Nacional de Áreas Naturales del Estado. Registro Oficial: Quito Martes 31 de Agosto de 1993 Nº 265 (Resoluciones del Instituto Ecuatoriano Forestal y de Áreas Naturales y Vida Silvestre INEFAN). Administración del Señor Arq. Sixto A. Durán-Ballén C., pág. 15.

Resolución Concejo Nacional de Planificación No. CNP-001-2009 - Apruébase el Plan Nacional de Desarrollo denominado para este período de gobierno "Plan Nacional para el Buen Vivir 2009-2013". Registro Oficial: Quito Viernes 05 de marzo del 2010 Suplemento del Registro Oficial Nº144. Administración del Señor Economista Rafael Correa Delgado. © Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo – Senplades, 2013. Quito, Ecuador (primera edición, 11 000 ejemplares)

Reyna, T., Reyna, S., Lábaque, M., Fulginiti, F., Riha, C., Linares, J., (2010). *Importancia de la determinación de la humedad en estudios de infiltración y*

escorrentía superficial para periodos largos. Revista Ambi-agua. http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.188

Ridgely. R. & Greenfield. P., (2006). *Aves del Ecuador*. Volumen I. Academia de Ciencias Naturales de Filadelfia y Fundación Jocotoco. Quito – Ecuador.

Rodríguez, A., et. Al. (2007). *Valoración económica del turismo en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas: un estudio de caso de siete sitios de visita en áreas protegidas del Ecuador continental*. The Nature Conservancy, Conservación Internacional, Green Consulting, EcoCiencia, Centro Ecuatoriano de Derecho Ambiental. Ministerio del Ambiente del Ecuador. Quito, Ecuador.

Sierra, R. (Ed.). (1999). *Propuesta Preliminar de un Sistema de Clasificación de Vegetación para el Ecuador Continental*. 2da. Impresión (2001). Proyecto INEFAN/GEF y ECOCIENCIA. Quito – Ecuador.

Sklenar, P., & Ramsay, P., (2001). *Diversity of zonal páramo plant communities in Ecuador*. Diversity and Distributions 7 p: 113–124.

Spencer, N., et al. (1993). *Mapa Geológico de la República del Ecuador*. Convenio de Cooperación Técnica entre los Gobiernos del Ecuador (Ministerio de Energía y Minas), y del Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte (Overseas Development Administration: ODA). Quito – Ecuador.

Spencer, N., et al. (1993). *Mapa Tectono – Metalogénico de la República del Ecuador*. Convenio de Cooperación Técnica entre los Gobiernos del Ecuador (Ministerio de Energía y Minas), y del Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte (Overseas Development Administration: ODA). Quito – Ecuador.

Stankey, G.H., D.N. Cole, R.C., Lucas, M.E. Petersen, and S.S. Frissell. 1985. *The limits of acceptable change (LAC) system for wilderness planning*. General Technical Report INT-176. Ogden, UT.

USDA Forest Service Intermountain Forest and Range Experiment Station. 37pp. Steel, R., & Torrie, J. (1960). *Principles and Procedures of Statistics with Special Reference to the Biological Sciences*. McGraw Hill, pp. 187, 287.

USDA Forest Service. Clark, R., & Stankey, G., (1979). *The Recreation oportunity Spectrum: A Framework for Planning, Management and Research*. Porland, Oregon.

Tacón, A., Firmani, C., (2004). *Manual de Senderos y Uso Público*. Programa de Fomento para la Conservación de tierras de la Décima Región. Valdivia – Chile.

United States Department of Agriculture - USDA, (1999). *Guía para la Evaluación de la Calidad y Salud del Suelo*. Traducción al Español "Soil Quality Test Kit Guide" – Área Cartográfica de Suelos y Evaluación de Tierras. Argentina.

United States Department of Agriculture – USDA, Soil Survey Staff. (1999). *Soil Taxonomy, A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys*. Second Edition. United States Department of Agriculture. Natural Resources Conservation Service. United States.

United States Department of Agriculture – USDA. (2006). *Claves para Taxonomía de Suelos*. Décima Edición. United States Department of Agriculture. Natural Resources Conservation Service. United States.

United States Department of Agriculture – USDA. (2010). *Keys to Soil Taxonomy*. Eleventh Edition. United States Department of Agriculture. Natural Resources Conservation Service. United States.

Verweij, P., & Budde, P., (1992). *Burning and grazing gradients in páramo vegetation: initial ordination analyses*. London Academic Press, 1992. p: 179 – 190.

Winckell, A, Cedig. (1997). *Los Paisajes Naturales del Ecuador*. Geografía Básica del Ecuador. Tomo IV. Vol. 2. Instituto Panamericano de Geografía e Historia. Quito - Ecuador.

Wolf, T., (1982). *Geografía y geología del Ecuador*. Leipzig, Tipografía F.A. Brockhaus. Quito – Ecuador.