

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

**Manejo integral de la Cuenca Hidrográfica del Río
Ambi ubicado en la Provincia de Imbabura entre las
poblaciones de Atuntaqui y Otavalo, sector Cantón
Cotacachi.**

Francisco Patricio Flores Mina

Tesis de grado presentada como requisito para la obtención
del título de Ingeniero Civil.

Quito

Mayo de 2010

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

Colegio de Ciencias e Ingenierías, "El Politécnico"

HOJA DE APROBACIÓN DE TESIS

Manejo Integral de la Cuenca Hidrográfica del Río Ambi
ubicado en la Provincia de Imbabura entre las
poblaciones de Atuntaqui y Otavalo, sector Cantón
Cotacachi.

Francisco Patricio Flores Mina

Miguel Araque, Ing.
Director de Tesis y
Miembro del Comité de Tesis.

.....

Fernando Romo, Ph.D.
Miembro del Comité de Tesis.
Decano del Colegio Politécnico.

.....

Quito, Mayo de 2010

© Derechos de autor
Francisco Patricio Flores Mina
2010

DEDICATORIA

A quien me enseñó a ser quien soy, a quien me entregó todas las herramientas para caminar en este mundo, a quien me apoyó incondicionalmente durante los años que tuve la bendición de crecer a su lado, a quien agradezco infinitamente el haberme mostrado el verdadero sentido de una vida, a Ana Luisa Mina.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a todos y cada uno de los miembros de mi familia, en especial a Noemí, Olga, Marco, Margarita, Luis y Marcelo, mi madre, mis tíos y mi hermano por conformar un pilar fundamental en mi vida y apoyarme en todo sentido.

Agradezco a Karina, por ser mi compañera incondicional, y agradezco a mis amigos por ser quienes son.

Agradezco también a mi profesor Ingeniero Miguel Araque por su incalculable ayuda y apoyo en la elaboración de este proyecto.

TABLA DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES	1
1.1 INTRODUCCIÓN.	1
1.2 ESTUDIOS HIDROLÓGICOS Y SUS OBJETIVOS	3
1.3 UBICACIÓN Y LÍMITES DE LA CUENCA.	5
1.4 DIVISIÓN POLÍTICA Y ADMINISTRATIVA	7
1.5 HIDROLOGÍA DE LA CUENCA	10
1.6 DIAGNÓSTICO CLIMÁTICO.	12
1.7 DATOS DISPONIBLES DE LA CUENCA	14
1.8 USO DEL SUELO.	16
1.9 PELIGROS VOLCÁNICOS Y DEGRADACIÓN DE SUELOS.	18
CAPÍTULO II: CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL RÉGIMEN HIDROLÓGICO DE LA CUENCA.	22
2.1 INTRODUCCIÓN.	22
2.2 DETERMINACIÓN DE LOS FACTORES FISIOGRAFICOS DE LA CUENCA PARA EL ESTUDIO HIDROLÓGICO DE LAS CORRIENTES.	22
2.2.1 ÁREA	22
2.2.2 ELEVACIÓN MEDIA.	24
2.2.3 LONGITUD DE LA CORRIENTE	27
2.2.4 PENDIENTE MEDIA Y PENDIENTE MEDIA PONDERADA DE LA CORRIENTE.	27
2.2.5 PENDIENTE MEDIA DE LA CUENCA	28
2.2.6 DENSIDAD DE DRENAJE DE LA RED HIDROGRÁFICA.	31
2.2.7 PRECIPITACIÓN MEDIA.	32
2.2.8 TEMPERATURA MEDIA DEL AIRE	33
CAPÍTULO III: ANÁLISIS DE PRECIPITACIONES DE LA CUENCA.	34
3.1 INTRODUCCIÓN.	34
3.2 FACTORES CLIMÁTICOS.	34
3.3 ECUACIÓN DE LLUVIAS INTENSAS.	35
3.4 BALANCE HIDROLÓGICO.	38
3.4.1 CULTIVOS DE FRÉJOL.	39
3.4.2 CULTIVOS DE CAÑA DE AZÚCAR.	43
3.4.3 CULTIVOS DE HABAS.	46
3.4.4 CULTIVOS DE COL.	50
3.4.5 CULTIVOS DE TRIGO.	53
3.4.6 CULTIVOS DE CEBADA.	56

3.4.7	CULTIVOS DE MAÍZ.	59
3.4.8	CULTIVOS DE PIMIENTO.	63
3.4.9	CULTIVOS DE TOMATE.	65
CAPÍTULO IV: DETERMINACIÓN DE CRECIDAS DE LA CUENCA.		69
4.1	INTRODUCCIÓN.	69
4.2	HIDROGRAMA UNITARIO.	70
4.3	CÁLCULO DE LLUVIAS.	71
4.4	HIDROGRAMA SINTÉTICO.	81
4.4.1	Tiempo de desfase.	82
4.4.2	Caudal pico del hidrograma.	83
4.4.3	Tiempo de lluvia efectiva.	83
4.4.4	Tiempo pico en términos de desfase.	84
4.4.5	Tiempo base del hidrograma unitario.	84
4.4.6	Ancho de Hidrograma.	84
4.5	AVENIDAS DE DISEÑO.	88
CAPÍTULO V: DIAGNÓSTICO DE LA CUENCA.		91
5.1	INTRODUCCIÓN.	91
5.2	EDAFOLOGÍA.	91
5.2.1	PÁRAMO.	92
5.2.2	MATORRAL.	92
5.2.3	PÁRAMO ARBUSTIVO.	93
5.2.4	BOSQUE NATIVO.	94
5.2.5	BOSQUE INTRODUCIDO.	95
5.2.6	PASTOS.	95
5.2.7	ZONAS DE CULTIVO.	96
5.2.8	INVERNADEROS.	97
5.2.9	ZONAS URBANAS.	98
5.2.10	ZONAS SIN CLASIFICACIÓN.	98
5.3	ECOLOGÍA.	99
5.3.1	FLORA.	100
5.3.2	FAUNA.	101
5.4	GEOMORFOLOGÍA Y GEOLOGÍA.	102
5.5	FORMA DE LA CUENCA.	105
5.6	ALTITUD DECLIVIDAD Y ORIENTACIÓN.	105
5.7	SUPERFICIE.	106
5.8	RECURSO HÍDRICO.	107

CAPÍTULO VI: PROTECCIÓN Y MEDIDAS PARA OPTIMIZAR EL RECURSO HÍDRICO DE LA CUECA DEL RÍO AMBI.	110
6.1 INTRODUCCIÓN.	110
6.1.1 ESTUDIO DE PROTECCIÓN Y MANEJO DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS.	111
6.1.1.1 GESTIÓN DEL AMBIENTE.	112
6.1.1.2 TRATAMIENTO DEL ESPACIO.	112
6.1.1.3 PLANIFICACIÓN DE TAREAS Y OBRAS.	113
6.1.1.4 MANEJO Y GESTIÓN DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS.	113
6.1.1.5 EJECUCIÓN DE PROYECTOS.	114
6.1.2 ESTUDIO DE OPTIMIZACIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS.	114
6.2 PROTECCIÓN Y OPTIMIZACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO AMBI.	116
CAPÍTULO VII: ANÁLISIS SOCIAL DE COTACACHI.	120
7.1 INTRODUCCIÓN.	120
7.2 DISTRIBUCIÓN DE POBLACIÓN.	120
7.3 VIVIENDA.	122
7.3.1 ABASTECIMIENTO DE AGUA.	124
7.3.2 ELIMINACIÓN DE AGUAS SERVIDAS.	125
7.3.3 CALIDAD DE AGUA DEL RÍO AMBI.	125
7.3.4 ELIMINACIÓN DE BASURA.	127
7.4 ANÁLISIS DE LA POBLACIÓN.	128
CAPÍTULO VIII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	136
8.1 CONCLUSIONES.	136
8.2 RECOMENDACIONES.	139
ANEXOS.	141
ANEXO A. Patrones de Cultivo Modelados en CROPWAT.	142
ANEXO B. Estadística Mensual y Anual de la Estación Meteorológica de Otavalo, Años 2000-2005.	161
ANEXO C. Anuario Meteorológico, Años 2000-2005.	168
ANEXO D. Inventario de la Red de Estaciones Meteorológicas.	175
ANEXO E. Ecuaciones Representativas para Zonificación de Intensidades.	177
ANEXO F. Mapas de Isolíneas de Intensidad de Precipitación.	180
ANEXO G. Mapa de Ubicación de Estaciones Meteorológicas.	187
ANEXO H. Mapas Varios del Cantón Cotacachi.	189
BIBLIOGRAFÍA.	200

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Red Hidrográfica.....	6
Figura 2. Mapa Político de Imbabura.....	8
Figura 3. Zonas de Climas del Cantón Cotacachi.....	13
Figura 4. Cartografía General de Cotacachi.....	15
Figura 5. Mapa de Riesgo Volcánico.....	21
Figura 6. Características de una Cuenca Hidrográfica.....	23
Figura 7. Curva Hipsométrica Río Ambi.....	26
Figura 8. Mapa de Pendientes Cantón Cotacachi.....	29
Figura 9. Porcentajes de Pendientes de la cuenca Hidrográfica.....	30
Figura 10. Curvas Intensidad-Duración-Frecuencia.....	38
Figura 11. Plantación de Fréjol.....	39
Figura 12. Granos de Fréjol.....	40
Figura 13. Plantación de Caña de Azúcar.....	44
Figura 14. Caña de Azúcar.....	44
Figura 15. Cultivos de Habas.....	47
Figura 16. Vainas de plantas de Habas.....	47
Figura 17. Granos de Habas.....	48
Figura 18. Plantación de Col.....	50
Figura 19. Planta de Col.....	51
Figura 20. Plantación de Trigo.....	53
Figura 21. Granos de Trigo.....	53
Figura 22. Plantas de Cebada.....	56
Figura 23. Granos de Cebada.....	57
Figura 24. Plantaciones de Maíz.....	59
Figura 25. Mazorcas de Maíz.....	60
Figura 26. Plantaciones de Pimiento.....	63
Figura 27. Pimientos.....	63
Figura 28. Plantaciones de Tomate.....	65
Figura 29. Tomates.....	65
Figura 30. Hidrogramas.....	70
Figura 31. Hidrograma Unitario.....	71
Figura 32. Suma Mensual de Lluvias 2000.....	73
Figura 33. Lluvias Máximas en 24 Horas, 2000.....	73
Figura 34. Suma Mensual de Lluvias, 2001.....	74
Figura 35. Lluvias Máximas en 24 Horas, 2001.....	75
Figura 36. Suma mensual de Lluvias, 2001.....	76
Figura 37. Lluvia Máxima en 24 Horas, 2002.....	76
Figura 38. Suma Mensual de Lluvias, 2003.....	77
Figura 39. Lluvias Máximas en 24 horas, 2003.....	78

Figura 40. Suma Mensual de Lluvias, 2004.....	79
Figura 41. Lluvias Máximas en 24 horas, 2004.....	79
Figura 42. Suma Mensual de Lluvias, 2005.....	80
Figura 43. Lluvias Máximas en 24 horas, 2005.....	81
Figura 44. Mapa de Zonas de Vida.....	99
Figura 45. Fotografía de Deslizamiento en la Zona de Pimampiro.....	104
Figura 46. Cuenca Hidrográfica del Río Ambi.....	105
Figura 47. Distribución de Población según Parroquias.....	122
Figura 48. Distribución de Población, por Sexo.....	128
Figura 49. Distribución de Población por Sexo en el Área Urbana.....	129
Figura 50. Distribución de Población por Sexo en el Área Rural.....	129
Figura 51. Población de Cotacachi según las Edades.....	131
Figura 52. Taza de Analfabetismo en el Cantón.....	132
Figura 53. Taza de Analfabetismo en el área Urbana.....	132
Figura 54. Taza de Analfabetismo en el área Rural.....	133
Figura 55. Población Activa e Inactiva según Áreas.....	134
Figura 56. Actividades del Cantón Cotacachi.....	135

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Curva Hipsométrica Río Ambi.....	25
Tabla 2. Pendientes Medias.....	28
Tabla 3. Pendientes de la Cuenca Hidrográfica del Río Ambi.	30
Tabla 4. Zonas según Precipitaciones.....	32
Tabla 5. Zonas según Temperaturas.....	33
Tabla 6. Intensidades Máximas en 24 horas.....	36
Tabla 7. Ecuaciones Representativas.....	36
Tabla 8. Datos para curvas Intensidad-Duración-Frecuencia..	37
Tabla 9. Suma Mensual y Lluvia Máxima en 24 horas, año 2000	72
Tabla 10. Suma Mensual y Lluvia Máxima en 24 horas, año 2001	74
Tabla 11. Suma Mensual y Lluvia Máxima en 24 horas, año 2002.	75
Tabla 12. Suma Mensual y Lluvia Máxima en 24 horas, año 2003	77
Tabla 13. Suma Mensual y Lluvia Máxima en 24 horas, año 2004	78
Tabla 14. Suma Mensual y Lluvia Máxima en 24 horas, año 2005	80
Tabla 15. Distribución de Población de Cotacachi según Parroquias.....	121
Tabla 16. Distribución de Población según tipo de Vivienda.	123
Tabla 17. Distribución de Población, promedio de Habitantes y Densidad Poblacional.....	124
Tabla 18. Población del Cantón Cotacachi (Censo 2001).....	128
Tabla 19. Población según Edad, Censo 2001.....	130
Tabla 20. Índices de Educación.....	131
Tabla 21. Población Activa e Inactiva según Áreas.....	134
Tabla 22. Actividades del Cantón Cotacachi.....	135

CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES

1.1 INTRODUCCIÓN.

Imbabura es una provincia del Ecuador que se encuentra dentro del grupo de las 10 provincias que conforman la región sierra, esta región limita al norte con las provincias de Carchi y de Esmeraldas, al sur con la provincia de Pichincha, al este con las provincias de Sucumbíos y Napo y al oeste con la provincia de Esmeraldas.

La capital es la ciudad de Ibarra y los principales cantones que forman parte de dicha provincia son: Antonio Ante, Otavalo, Cotacachi, Pimampiro, San Miguel de Urcuquí. Estos cantones se asientan en una extensión de 4986 km² [1] aproximadamente y tienen una población estimada de 265499 habitantes.

La provincia de Imbabura posee una variedad de pisos climáticos que van desde el meso térmico húmedo y semi húmedo hasta el páramo a los 3500 metros de altitud, pasando por el meso térmico seco. Las temperaturas pueden variar desde los 7°C hasta los 28°C.

En esta provincia el sistema hidrológico, se puede representar por las cuencas, sub cuencas y micro cuencas de

los ríos Chota-Mira, río Ambi, río Tahuando, río Tahuando, río Intag, y río Lita entre los más importantes; del resto de ríos no se conoce el estado en el que se encuentran ni los recursos disponibles que estos podrían aportar, "lo cual limita una planificación prospectiva frente a una población en crecimiento y por ende de una alta demanda del recurso".[2]

Nuestro estudio se centra en el Cantón Cotacachi, este cantón tiene el nombre del volcán más importante de la región, la altura de la cima de este volcán es de 4939 m.s.n.m.

El Cantón Cotacachi está ubicado en el suroccidente de la provincia de Imbabura aproximadamente a unos 80 kilómetros al norte de la ciudad de Quito y posee un extensión de 1809 km² de superficie, lo cual, lo convierte en el cantón más extenso de la provincia.

Cotacachi tiene dos zonas biofísicas bien determinadas, la primera zona biofísica es la montañosa andina en la cual se aprecia que las tierras habitadas se encuentran localizadas en una altura de entre 2600 y 3350 m.s.n.m. y la otra zona biofísica es la intertropical intermedia, que se localiza a una altura aproximada de 1600 m.s.n.m.

La población total de este Cantón es aproximadamente de 37254 habitantes, de los cuales 7361 viven en la ciudad de Cotacachi según el censo realizado por el INEC en el año 2001.

Las actividades económicas más importantes que se desarrollan en el cantón, están vinculadas al sector agropecuario en el cual están involucradas las plantaciones y los cultivos de grandes propiedades también podemos mencionar a otro sector de cultivos tradicionales que principalmente se destinan a la alimentación de toda la población. Otro sector es el artesanal que consta de una gran área textil, sus inicios se remontan a épocas precolombinas en la actualidad se ha desarrollado notablemente la manufactura de cuero. "El sector que corresponde al turismo se desarrolla gracias al paisaje y a las comunidades indígenas. La ciudad de Cotacachi y la laguna de Cuicocha son los atractivos turísticos más importantes".[3]

1.2 ESTUDIOS HIDROLÓGICOS Y SUS OBJETIVOS

"El Estudio Hidrológico comprende la determinación del régimen pluviométrico, la distribución espacial de la lluvia representado por el Mapa de Isoyetas de las cuencas, el mapa de precipitaciones máximas en 24 horas para diferentes períodos de retorno y la cuantificación de los caudales

máximos referidos a períodos de retorno en años. Los datos levantados en campo y los obtenidos a través del Estudio Hidrológico permiten obtener diferentes mapas hidrológicos los mismos que integran elementos existentes en el ámbito climático y antrópico con una interacción entre sí.”[4]

Un gran número de proyectos de ingeniería se apoyan en los estudios hidrológicos como una herramienta importante para su elaboración, entre las principales aplicaciones de dichos estudios podemos mencionar:

- Provisión de agua para el consumo humano.
- Provisión de agua para producción agrícola o para producción industrial.
- Medidas de prevención y mitigación en caso de desastres naturales.
- Recopilación de información preliminar para construcción de obras civiles como presas, centrales hidroeléctricas, tomas de agua, puentes, puertos.
- Correcta construcción de sistemas de drenajes, riego, evacuación de aguas.
- Control de contaminación, polución, erosión.

El manejo integral de una cuenca hidrográfica y su respectivo estudio hidrológico tienen como principal utilidad el establecer la vulnerabilidad de dicha cuenca, para poder

establecer de esta forma una política de manejo correcto, a más de la protección para este recurso hídrico tomando en cuenta el crecimiento del sector involucrado.

1.3 UBICACIÓN Y LÍMITES DE LA CUENCA.

La cuenca del río Ambi, en la cual vamos a enfocar nuestro estudio se encuentra como ya se ha mencionado con anterioridad en la provincia de Imbabura, con mas precisión podemos mencionar que esta cuenta se encuentra ubicada en el sector sur de la parte alta de la cuenca del río Ambi.

Esta cuenca, es decir el área de drenaje del río Ambi, tiene un área aproximada de 736 km² tomando en cuenta como límites por un extremo a las Lagunas de Mojanda, San Pablo del Lago, y la comunidad de Pijal, y en el otro extremo ubicamos a la confluencia del río Ambi con el río Tahuando.

Los límites que podemos identificar son los que se detallan a continuación:

Por el norte limita con la micro cuenca del río Pigunchela y con la micro cuenca del río Palacara.

Por el sur tiene como límite a la cuenca del río Guayllabamba. Por el este limita con la micro cuenca del río

Tahuando y por el oeste tiene como límite a la cuenca del río Santiago Esmeraldas.

Las coordenadas geográficas de los extremos de la cuenca del río Ambi son:

Desde: $00^{\circ} 07' 15''$ Hasta $00^{\circ} 15' 00''$ Latitud Norte. [5]

Desde: $77^{\circ} 48' 20''$ Hasta $79^{\circ} 38' 00''$ Longitud Occidental. [5]

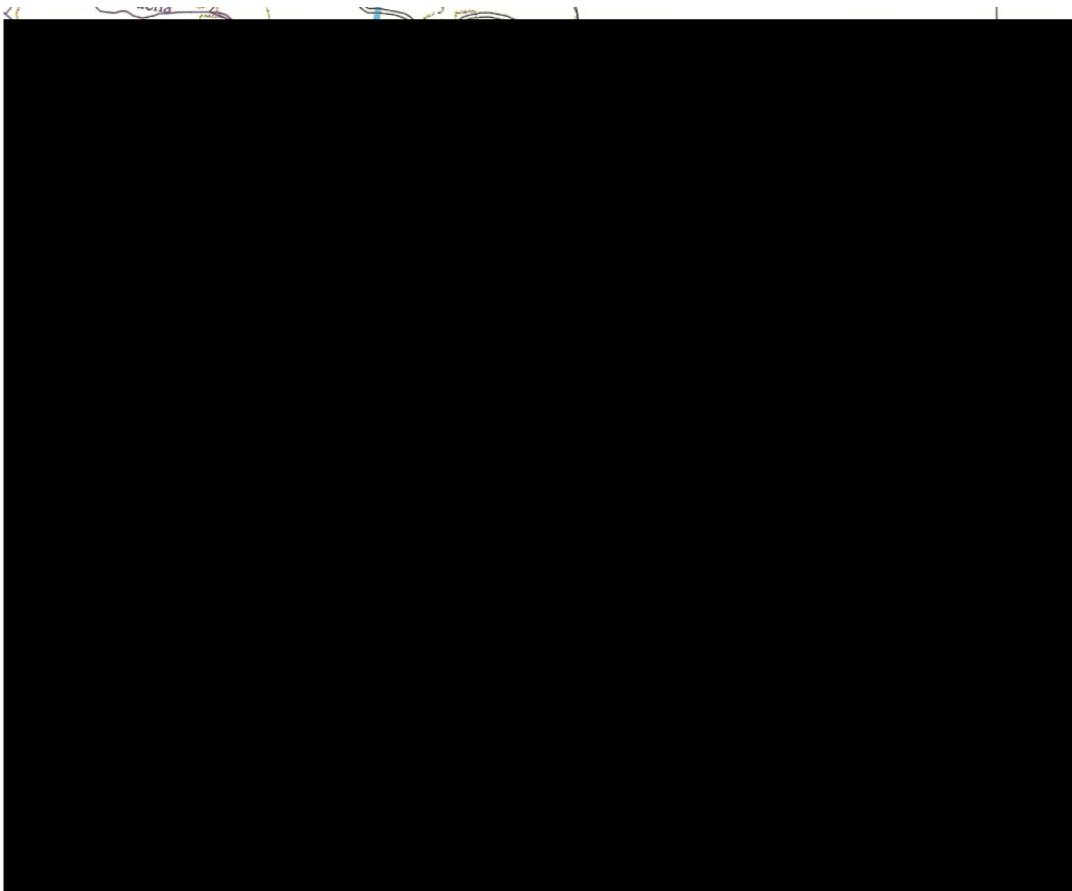


Figura 1. Red Hidrográfica

1.4 DIVISIÓN POLÍTICA Y ADMINISTRATIVA

Cotacachi, fue creado en los primeros años de la conquista española, la idea era conformar una separación del cantón Otavalo, fue declarado cantón oficialmente el 6 de julio del año de 1861.

El territorio de este cantón comprende a la cabecera cantonal que tiene el nombre de Cotacachi, conformada por las parroquias urbanas de El Sagrario y San Francisco, así como por 8 parroquias rurales, las de Imantag y Quiroga localizadas en la zona andina, y en la zona subtropical, Apuela, García Moreno (Llurimagua), Peñaherrera, Plaza Gutiérrez (Calvario), Seis de Julio de Cuellaje (cabecera en Cuellaje) y Vacas Galindo, llamada también Intag o el Churo con la cabecera en San Miguel Alto.[6]

Limita al Norte con los cantones Eloy Alfaro, San Lorenzo y Quinindé de la provincia de Esmeraldas, al Noreste con el cantón Urcuquí de la provincia de Imbabura, al Sur con el territorio de los cantones Puerto Quito y Quito de la provincia de Pichincha y el cantón Otavalo, y al Sureste con el cantón Antonio Ante, pertenecientes a la provincia de Imbabura.[6]

El perímetro cantonal se representa con los tipos de límites que son considerados por la Comisión de Límites Internos del "Ecuador (CELIR) Límite Legal: es todo lindero que esta descrito en algún documento de creación de provincia cantón o parroquia."

"Límite Referencial: es la delimitación elaborada por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos -INEC-, que tienen carácter referencial y no implica ningún reconocimiento oficial." [6]

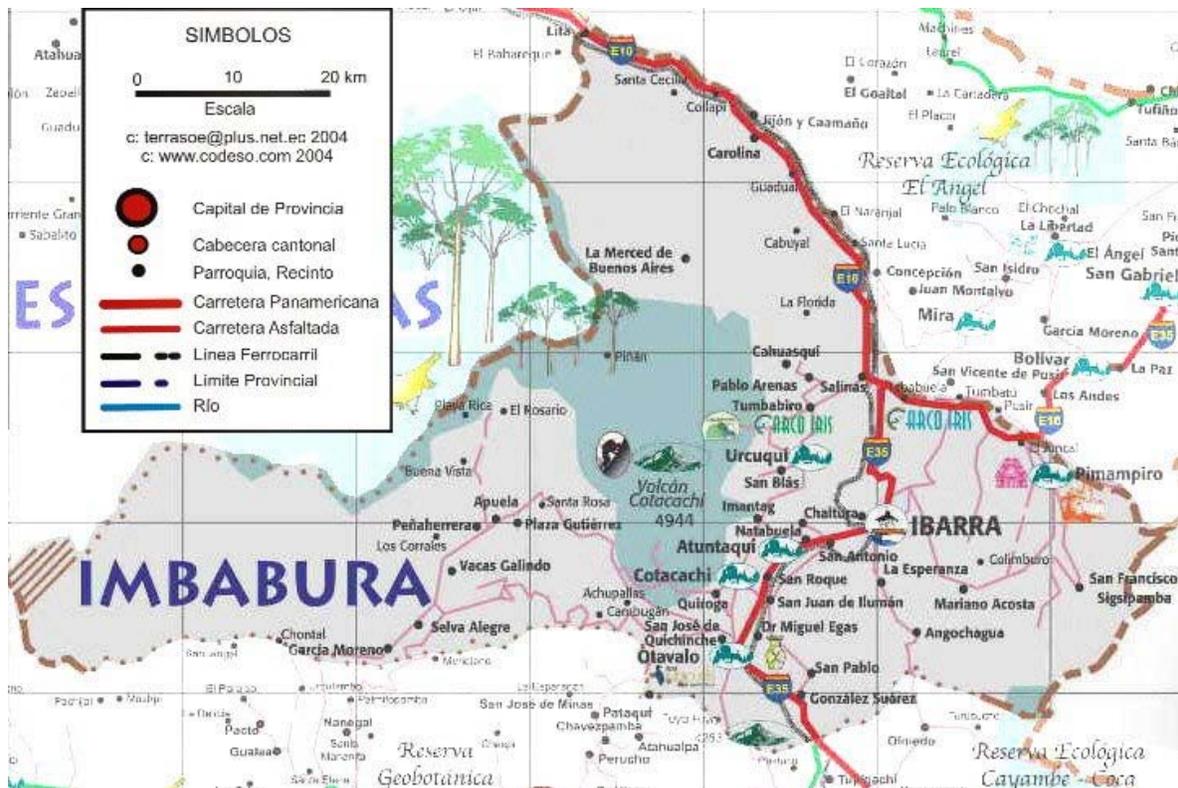


Figura 2. Mapa Político de Imbabura

En Cotacachi podemos identificar los dos tipos de límites que se mencionaron anteriormente. Tratando de demostrar la legalización de estos límites hemos seleccionado los Registros Oficiales que podemos usar de referencia para la delimitación y para la conformación de Cotacachi.

En el cantón Cotacachi el territorio que se refiere específicamente a la zona andina tiene como principal característica el tener asentamientos históricos que pertenecen a comunidades de poblaciones indígenas, por otro lado en el territorio de la zona subtropical, la población, se caracteriza por ser de comienzos de siglo XX, es decir estos asentamientos pertenecen a una época reciente.

Los asentamientos humanos que tienen más importancia se encuentran en las cabeceras parroquiales, estos asentamientos tienen el mayor número de habitantes y además poseen una organización del espacio que se fundamenta en la forma urbana empleada generalmente en todo el Ecuador. En otro aspecto y refiriéndonos a las parroquias, cada una de ellas, tiene su población con una distribución desigual. En la cabecera parroquial, existe una mayor concentración de población, por otro lado en el resto de la parroquia se puede apreciar una distribución más dispersa pero al mismo tiempo se pueden

identificar con núcleos pequeños que albergan a un menor número de familias.

En los centros poblados generalmente podemos apreciar una distribución de caseríos dispersa con una concentración en las cercanías a la carretera o camino principal que cruza por las comunidades. En su mayoría los caminos que pasan por estos centros poblados son de tercero y cuarto orden, además están disponibles únicamente en la época de verano.

En la parte oriental y en la parte central del Cantón Cotacachi, podemos ubicar dos corredores que conectan a los asentamientos humanos más importantes; además una conclusión muy importante es que la cantidad de la población es inversamente proporcional a la altitud, por lo tanto la mayor parte de las comunidades que se asientan en las tierras bajas están más habitadas que las que se encuentran en las tierras bajas.

1.5 HIDROLOGÍA DE LA CUENCA

En el cantón Cotacachi, se identifica claramente que los ríos conducen las aguas hacia dos cuencas bien identificadas, la una es la del río Esmeraldas y la otra es la que pertenece al río Mira.

La cuenca del río Esmeraldas se encuentra localizada en la parte occidental del cantón; por otro lado la cuenca del río Mira está localizada en la parte oriental de la cordillera. La red hidrográfica en su mayor parte, corresponde a la sub cuenca del río Intag que es tributario del río Guayllabamba y este río a su vez es tributario del río Esmeraldas.

En el río Guayllabamba desaguan exclusivamente los drenajes que pertenecen al sector occidental del cantón, de esta manera conforman un sistema hidrográfico que se encuentra conformado por micro cuencas y pequeños ríos que se forman desde las partes más altas de la Cordillera de Toisán.

Por otro lado los ríos del sector que se encuentra en la parte oriental con respecto a la cordillera de Toisán envían sus aguas al río Ambi, que desemboca sus aguas al río Chota y que este a su vez desemboca sus aguas en el río Mira.

Todo el drenaje del cantón, específicamente de los sectores que se mencionaron anteriormente, está formado por pequeños ríos y riachuelos, que tienen grandes variaciones de caudal a lo largo del año influenciados por el régimen de distribución de las lluvias.

1.6 DIAGNÓSTICO CLIMÁTICO.

Ecuador está localizado dentro de la zona intertropical de la tierra, es decir el clima de nuestro país es un clima tropical pero debemos tomar en cuenta las condiciones de relieve en las que se encuentran nuestro país, estas condiciones montañosas producen un cambio muy importante en el clima, modificándolo radicalmente por lo que la muestra más clara de esta modificación es que no existe una uniformidad de clima tropical a lo largo del país, ya que existen zonas de diferenciadas de climas en las que podemos hallar una marcada variación.

El principal factor que afecta esta variación en el clima del Ecuador es la altitud, porque debido a este factor se produce un "escalonamiento" de las condiciones de temperatura y de los márgenes de precipitación, de tal forma que se da paso a unos marcados rangos de características climáticas a los cuales se llaman "Pisos Climáticos"; es entendible mencionar también que cada uno de estos pisos climáticos consta de su propia vegetación y de un determinado tipo de fauna.

En el cantón de Cotacachi podemos identificar claramente a 11 diferentes pisos climáticos. Las características propias de cada uno de estos pisos correspondientes a la temperatura

y a la precipitación se pueden apreciar en el mapa que se muestra a continuación.

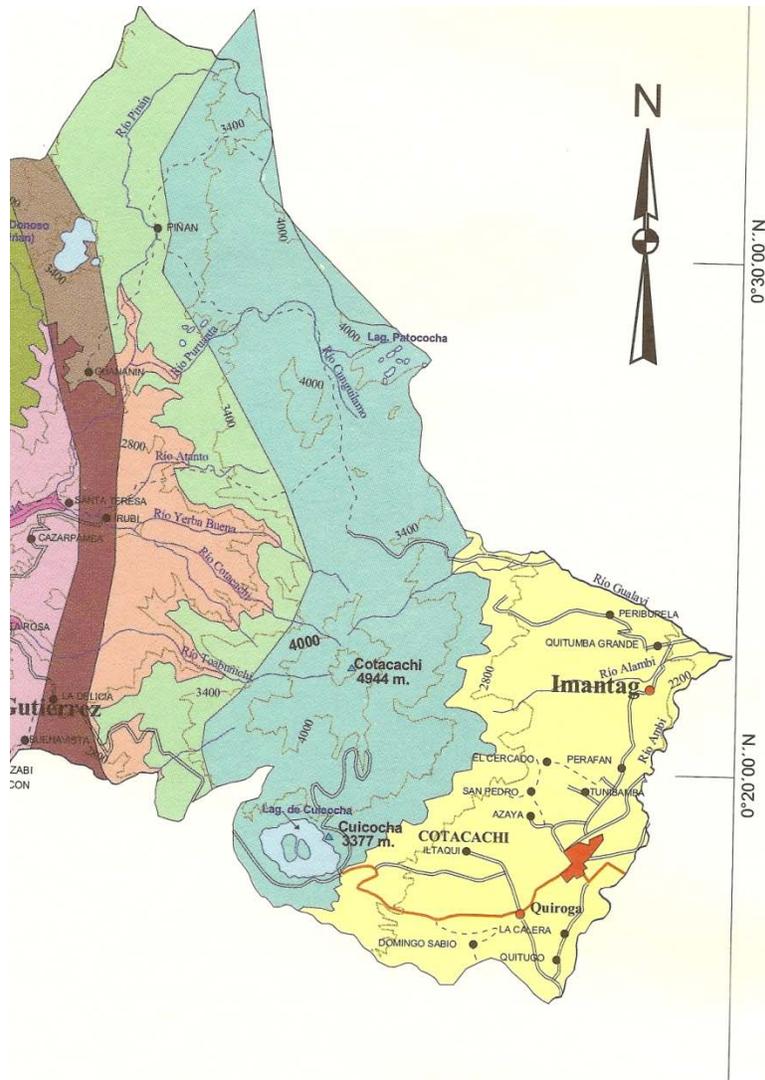


Figura 3. Zonas de Climas del Cantón Cotacachi

Podemos notar claramente la variación de los aspectos climáticos en los diferentes pisos que inciden directamente en la distribución de los ecosistemas. La temperatura promedio anual que varía en función de la altitud, puede fluctuar desde los 6°C u 8°C en los lugares más altos de las

montañas hasta temperaturas de 22°C o 23°C en los lugares más bajos que corresponden en su mayoría al sector occidental de Cotacachi. Por otro lado podemos mencionar los índices de precipitaciones, en las "estribaciones occidentales" se puede hablar de un promedio de 3000 mm de precipitaciones por año, mientras que en el "callejón interandino" el promedio de precipitaciones disminuye considerablemente a valores que pueden variar desde los 500 mm hasta los 1000 mm por año.

1.7 DATOS DISPONIBLES DE LA CUENCA

Para tener la capacidad de elaborar un estudio del manejo integral de una cuenca hidrográfica y para realizar sus respectivos estudios hidrológicos los elementos básicos de información de los que necesitamos disponer son:

- Cartografía: En la información cartográfica, se incluyen los mapas de curvas de nivel que se encuentran las escalas de 1:50000 y 1:25000, además de las fotografías aéreas y satelitales que se pueden obtener en el Instituto Geográfico Militar. [7]
- Hidrometeorología: En la información hidrología, y meteorológica, contamos con los informes de temperaturas, humedades relativas, vientos máximos mensuales, direcciones, eliofanía efectiva mensual, nubosidad y precipitaciones, todo esta información se

encuentra en anuarios publicados por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI).

- Análisis Anteriores: es de suma importancia los estudios que se hayan realizado respecto al tema, se puede complementar la información que se ha recolectado en el presente estudio.

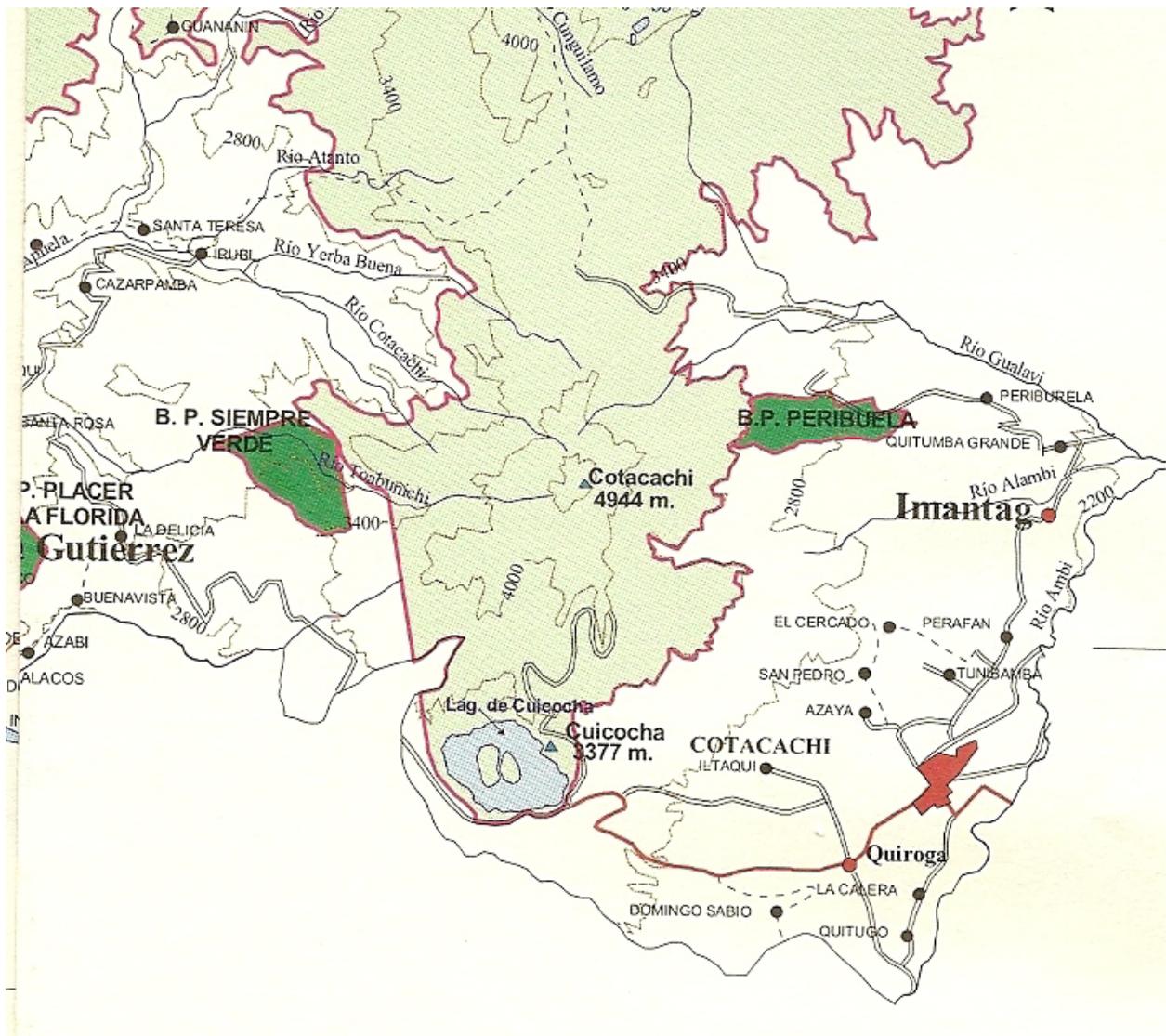


Figura 4. Cartografía General de Cotacachi.

1.8 USO DEL SUELO.

En términos generales, para analizar el uso del suelo en el Cantón Cotacachi es necesario referirnos a dos grandes grupos, el uno es el grupo que abarca a las partes altas de la cordillera y en parte a las estribaciones occidentales, estos territorios en su mayoría poseen flora nativa; en los lugares más altos de la cordillera podemos ubicar páramos de pajonal y muchos matorrales, además se pueden ubicar un reducido número de árboles.

Los páramos, a los cuales nos referíamos, en un significativo número son usados para el pastoreo de los moradores de las zonas, lo usan para el ganado bovino que ellos poseen. Por otro lado las estribaciones occidentales están copadas en su mayoría por grandes extensiones de bosques húmedos que ocupan la Cuenca del río Intag y además también ocupan las zonas de las otras cuencas que desembocan sus aguas en el río Guayllabamba.

El otro grupo del que nos referíamos en un principio, es el grupo que abarca las áreas de la agricultura y de los pastizales. En este grupo, el área de la agricultura, corresponde al sector oriental de Cotacachi propiamente dentro del callejón interandino, en este sector se pueden

hallar cultivos tales como de maíz y fréjol en las más importantes áreas de terreno, mientras que en otras áreas menos importantes se hallan cultivos generalmente de hortalizas, entre los cuales se destacan principalmente cultivos de hortalizas, trigo, cebada y otros que se desarrollan en climas templados. Los cultivos, de los que se acabó de hacer una pequeña descripción, se encuentran en gran parte desarrollados en áreas de terreno considerablemente pequeñas, estas áreas llevan el nombre de minifundios, pero la minoría se desarrolla en los pastizales, que son considerables extensiones de terreno y que generalmente forman parte de haciendas.

Al otro lado de la cordillera de Toisán, en el sector occidental se puede localizar una basta extensión de pastizales copados con cultivos de maíz, cultivos de fréjol, extensas plantaciones de caña y algunas plantaciones de cabuya, además que se identifican algunas zonas de flora nativa esporádicas.

En el interior del valle de la cuenca del río Intag se ubican algunas plantaciones de caña de azúcar, estas plantaciones ocupan extensiones relativamente grandes de terreno, por otro lado en las partes más bajas de Cotacachi se pueden identificar algunos tipos de plantas tropicales

entres las cuales podemos mencionar como más importantes plantas de café y de frutas cítricas, estas plantaciones se alternan con flora nativa y áreas de pastizales; estos cultivos ocupan áreas que varían de tamaño pequeño a mediano, cabe destacar que son más grandes que las áreas de producción llamados "minifundios".

1.9 PELIGROS VOLCÁNICOS Y DEGRADACIÓN DE SUELOS.

En la cordillera de los Andes, en el sector norte la mayoría de los volcanes constituyen una amenaza para la población. El volcán Cotacachi es un volcán que se mantiene en estado latente aunque no ha mostrado evidencia de actividad desde remotos tiempos.

Si es que se produjera una reactivación en la actividad volcánica, se tienen bien identificadas las áreas que podrían ser afectadas por distintos factores producidos por el volcán, entre estos factores podemos destacar, a los flujos piroclásticos, flujo de lahares y caída de material piroclástico en orden de importancia.

Cada uno de estos factores tiene un área de afectación bien identificada en el mapa de riesgos, además dentro de cada área de afectación identificamos sectores de mayor peligro y sectores de menor peligro.

Si es que se produjera la reactivación del volcán Cotacachi, la zona más afectada sería la andina occidental con respecto al volcán, la densidad poblacional de esta zona es considerablemente alta y además este sector es el que posee el mayor número de cultivos de ciclo corto y por lo tanto es que tiene la mayor producción de productos, además cabe acotar que esta zona es la que posee mayor desarrollo de infraestructura y de servicios por tal motivo, la vulnerabilidad es extremadamente alta.

Por otro lado la zona que corresponde a la parte occidental del cantón Cotacachi se vería afectado en menor proporción que la zona mencionada anteriormente, en primer lugar por que las faldas del volcán de este sector en gran parte se encuentran despobladas, y luego porque las pocas áreas pobladas de este sector no tienen una considerable densidad poblacional además que el desarrollo de la infraestructura y de los servicios es muy limitado.

Nos damos cuenta de que el daño producido por los flujos piroclásticos y por los flujos de lahares en este sector no sería de igual magnitud que el producido en el sector oriental, sin embargo, tomando en consideración los vientos dominantes de la zona la caída de material piroclástico entre los cuales destacamos la ceniza, cubriría a todo este sector

deteriorando considerablemente los centros poblados y los cultivos, los únicos sectores que no se verían afectados, son la parroquia de García Moreno y la parte sur occidental de Cotacachi.

Tomando en cuenta que el cantón tiene una amplia área dedicada a la producción agrícola, esta área sería la más afectada si es que se produjera una erupción, pero no hay que subestimar tampoco los daños que sufrirían las otras áreas productivas del cantón como lo es el área de artesanías y el área de manufactura.

Suponiendo que se de una erupción, los daños que se produjeran en el sistema hidrográfico serían causados por los flujos de lahares que no son más que flujos de lodo a altísimas temperaturas, en primer lugar estos flujos de lahares afectarían al sistema hidrográfico del río Intag que luego depositaría los flujos en el Guayllabamba para posteriormente llevarlos al río Esmeraldas, mientras que por el otro lado se vería afectado el sistema hidrográfico del río Ambi que se encuentra en nuestro estudio, llevando los flujos al río Chota y finalmente desembocarían en el río Mira.

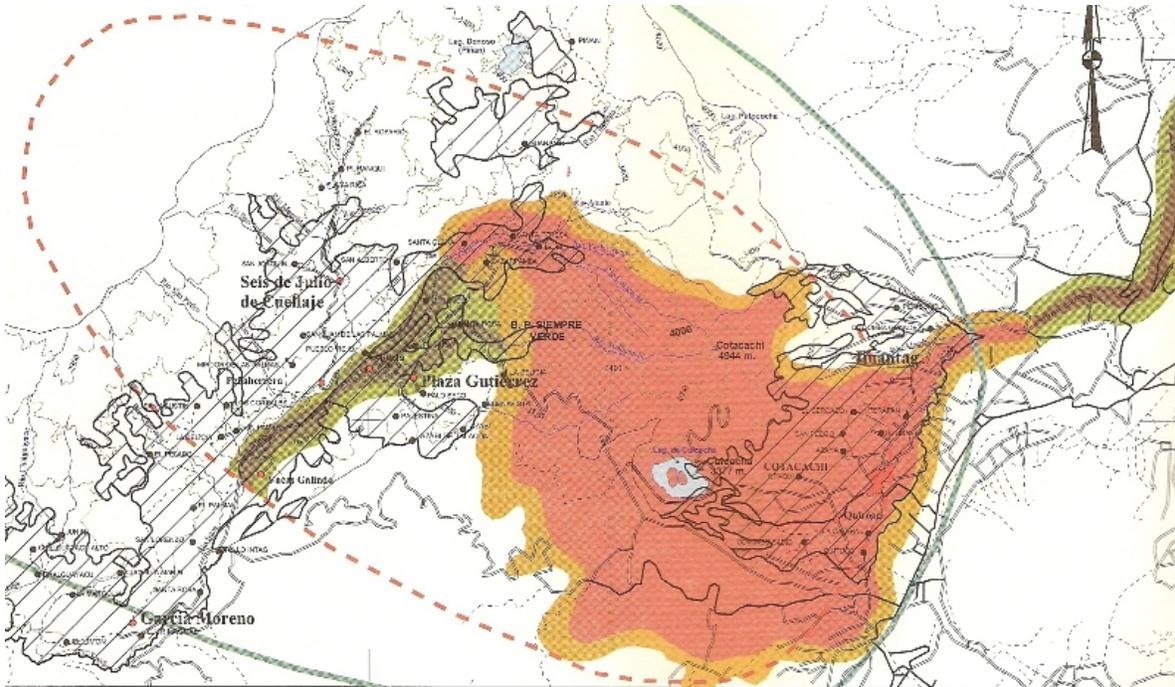


Figura 5. Mapa de Riesgo Volcánico.

En la figura 5 se puede apreciar los estudios de peligros de degradación del uso de suelos respecto a la agricultura y a las pendientes principalmente.

"A la escala de esta representación cartográfica y tomando en cuenta el nivel de agregación de las variables estudiadas, se puede afirmar que el conjunto de los suelos bajo uso agropecuario del cantón se encuentran en peligro de degradación ya sea por erosión, deslizamientos (peligros morfo dinámicos de remoción en masa) y/o pérdida de nutrientes y fertilidad." [3]

CAPÍTULO II: CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL RÉGIMEN HIDROLÓGICO DE LA CUENCA.

2.1 INTRODUCCIÓN.

Para determinar las características físicas principales de una cuenca hidrográfica, vamos a basar nuestro estudio en parámetros numéricos así como también la identificación de las regiones hidrológicas, para que sirvan como patrones de comparación respecto al estudio de otras cuencas hidrográficas de similares características.

Cada cuenca hidrográfica en estudio cuenta con sus propias características, características que dependen de diferentes condiciones tales como el relieve, pendientes, clima, tipos suelos, geología, entre otras.

2.2 DETERMINACIÓN DE LOS FACTORES FISIOGRÁFICOS DE LA CUENCA PARA EL ESTUDIO HIDROLÓGICO DE LAS CORRIENTES.

2.2.1 ÁREA

El área de una cuenca se la puede obtener mediante la proyección horizontal de la superficie establecida entre los límites topográficos; una proyección digital del relieve nos ayudaría a obtener datos más exactos. El área se lo

representa con la letra A y sus unidades son de kilómetros cuadrados (km^2). Otro parámetro también importante en el manejo de cuencas hidrográficas es sin duda la "longitud", representado por la letra L y con unidades en kilómetros (km), podemos definirla como "la distancia horizontal del río principal entre un punto aguas abajo (estación de aforo) y otro punto aguas arriba donde la tendencia general del río principal corte la línea de contorno de la cuenca." [8]

También debemos tener en cuenta el manejo del parámetro "perímetro", el perímetro al relacionarlo con el área nos puede dar indicios precisos de la forma de la cuenca, es representado por la letra P y sus unidades son kilómetros (km). En la figura que se encuentra a continuación tenemos representado un esquema que nos permite diferenciar al "perímetro" con la letra P y a la "longitud" con la letra L de una cuenca hidrográfica.

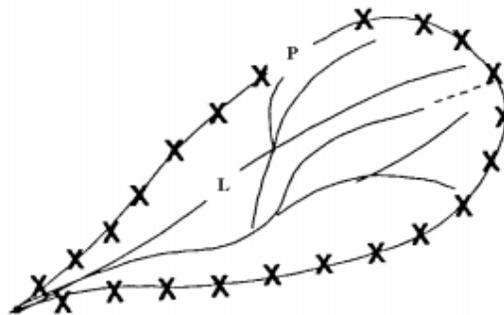


Figura 6. Características de una Cuenca Hidrográfica.

Para la cuenca del río Ambi, los datos que tenemos son los siguientes:

$$A= 736 \text{ km}^2$$

$$P= 113 \text{ km.}$$

2.2.2 ELEVACIÓN MEDIA.

La elevación es un parámetro dentro de los factores fisiográficos que cuenta con una gran importancia, pues a este factor están directamente ligadas variables como las precipitaciones, pérdidas de agua por evaporación y por transpiración.

El cálculo de la elevación media (\bar{E}) de la Cuenca Hidrográfica del río Ambi, la podemos calcular mediante la fórmula:

$$\bar{E} = \frac{\sum_{i=1}^n (\text{CotaMedia}_i * \text{Area}_i)}{\sum_{i=1}^n (\text{Area}_i)}$$

Para realizar el cálculo mencionado anteriormente, necesitamos primero definir y calcular la curva hipsométrica de la cuenca:

Tabla 1. Curva Hipsométrica Río Ambi.

CURVA HIPSONÉTICA DE LA CUENCA DEL RÍO AMBI

Cota final msnm	Cota inicial Msnm	Cota media msnm	Área(i) km ²	Área(t) km ²	Porcentaje individual	Porcentaje Total
3200	3100	3150	0,98	0,98	0,13	0,13
3100	3000	3050	1,54	2,52	0,21	0,34
3000	2900	2950	3,86	6,38	0,52	0,87
2900	2800	2850	4,12	10,5	0,56	1,43
2800	2700	2750	5,23	15,73	0,71	2,14
2700	2600	2650	8,95	24,68	1,22	3,35
2600	2500	2550	12,01	36,69	1,63	4,99
2500	2400	2450	19,63	56,32	2,67	7,65
2400	2300	2350	35,45	91,77	4,82	12,47
2300	2200	2250	88,47	180,24	12,02	24,49
2200	2100	2150	162,38	342,62	22,06	46,55
2100	2000	2050	166,25	508,87	22,59	69,14
2000	1900	1950	170,51	679,38	23,17	92,31
1900	1800	1850	56,62	736,00	7,69	100,00

Luego de obtener todos los datos correspondientes a la curva hipsométrica podemos aplicar la ecuación:

$$\bar{E} = \frac{\sum_{i=1}^n (CotaMedia_i * Area_i)}{\sum_{i=1}^n (Area_i)}$$

De donde obtenemos que:

$$\bar{E} = 2115.85 \text{ m.s.n.m.}$$

CURVA HIPSOMÉTRICA Y ELEVACIÓN MEDIA DE LA CUENCA
HIDROGRÁFICA DEL RÍO AMBI

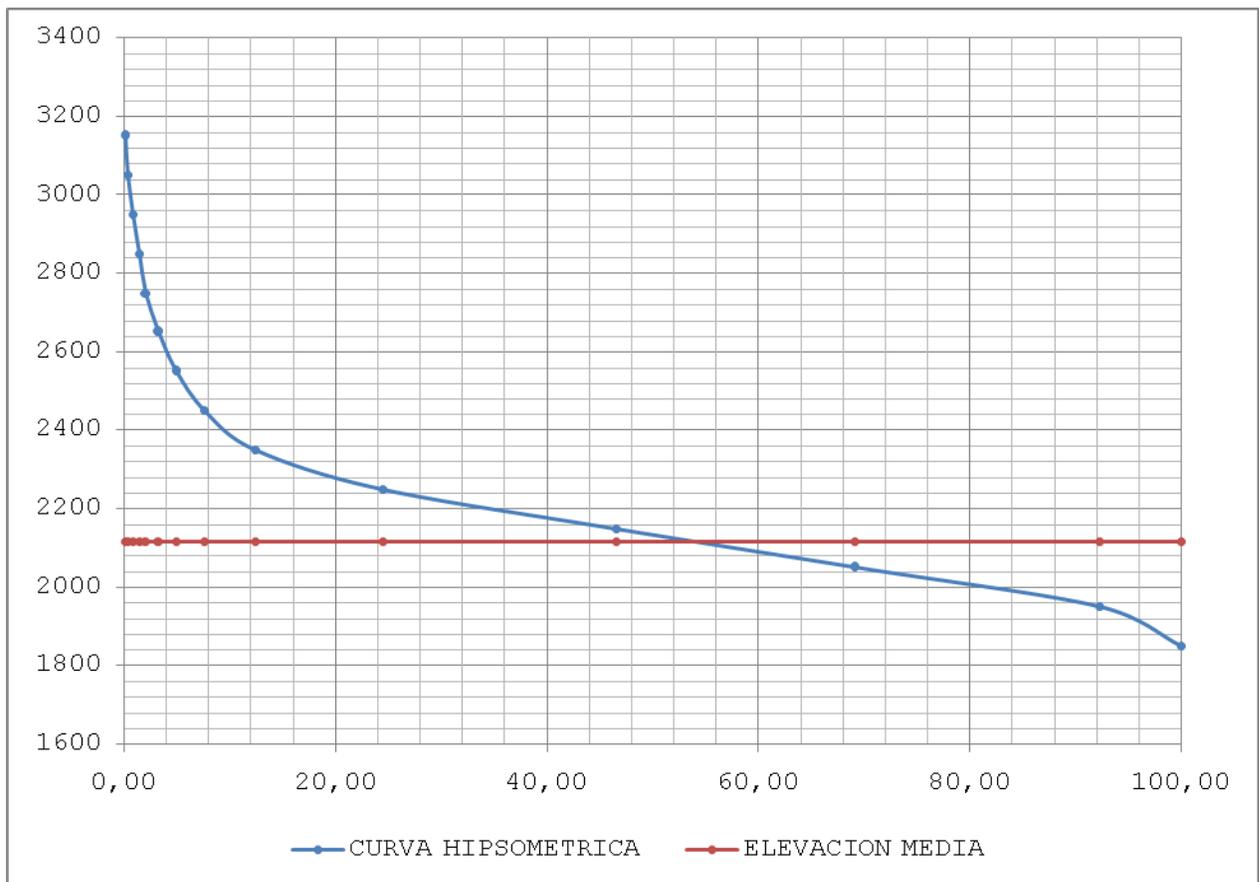


Figura 7. Curva Hipsométrica Río Ambi.

- Eje X: porcentaje total tabla.
- Eje Y: cota media, metros sobre el nivel del mar.

2.2.3 LONGITUD DE LA CORRIENTE

La longitud de la corriente se refiere a la longitud del río Ambi en sí, se la representa con la letra L y sus unidades son kilómetros (km).

De acuerdo a las cartas geográficas del Instituto Geográfico Militar (IGM), en escala 1:50000 podemos obtener la longitud del río Ambi en toda su extensión.

$L = 40.80$ km.

2.2.4 PENDIENTE MEDIA Y PENDIENTE MEDIA PONDERADA DE LA CORRIENTE.

La pendiente media que se la llama con la letra S_1 , está definida como la razón entre la diferencia entre las elevaciones tanto inicial y final del río y la longitud de corriente.

$$S_1 = \frac{Y_i - Y_f}{L}$$

$$S_1 = \frac{2620 - 1580}{40800}$$

$$S_1 = 2.54\%$$

La pendiente media ponderada de la corriente se la llama S_2 , está definida como aquella línea que al cruzar el eje transversal forma dos áreas de igual magnitud con respecto al perfil del río.

2.2.5 PENDIENTE MEDIA DE LA CUENCA

Para poder determinar cual es la pendiente media de la cuenca debemos basarnos en límites preestablecidos que se detallan a continuación:

Tabla 2. Pendientes Medias.

CLASE	RANGO DE PENDIENTE(%)	FORMA DEL RELIEVE
1	0-5	Pendiente débil, plano o casi plano.
2	5-12	Pendiente con inclinación regular, suave o ligeramente ondulada.
3	12-25	Pendiente irregular, ondulación moderada.
4	25-50	Pendientes fuertes, colinado.
5	50-70	Pendientes muy fuertes, escarpado.
6	>70	Pendientes abruptas, montañoso.

Para nuestro estudio nos hemos basado en la topografía del mapa de pendientes que se muestra a continuación, para clasificar a las pendientes que se identifican en la cuenca hidrográfica del río Ambi a lo largo de su recorrido.

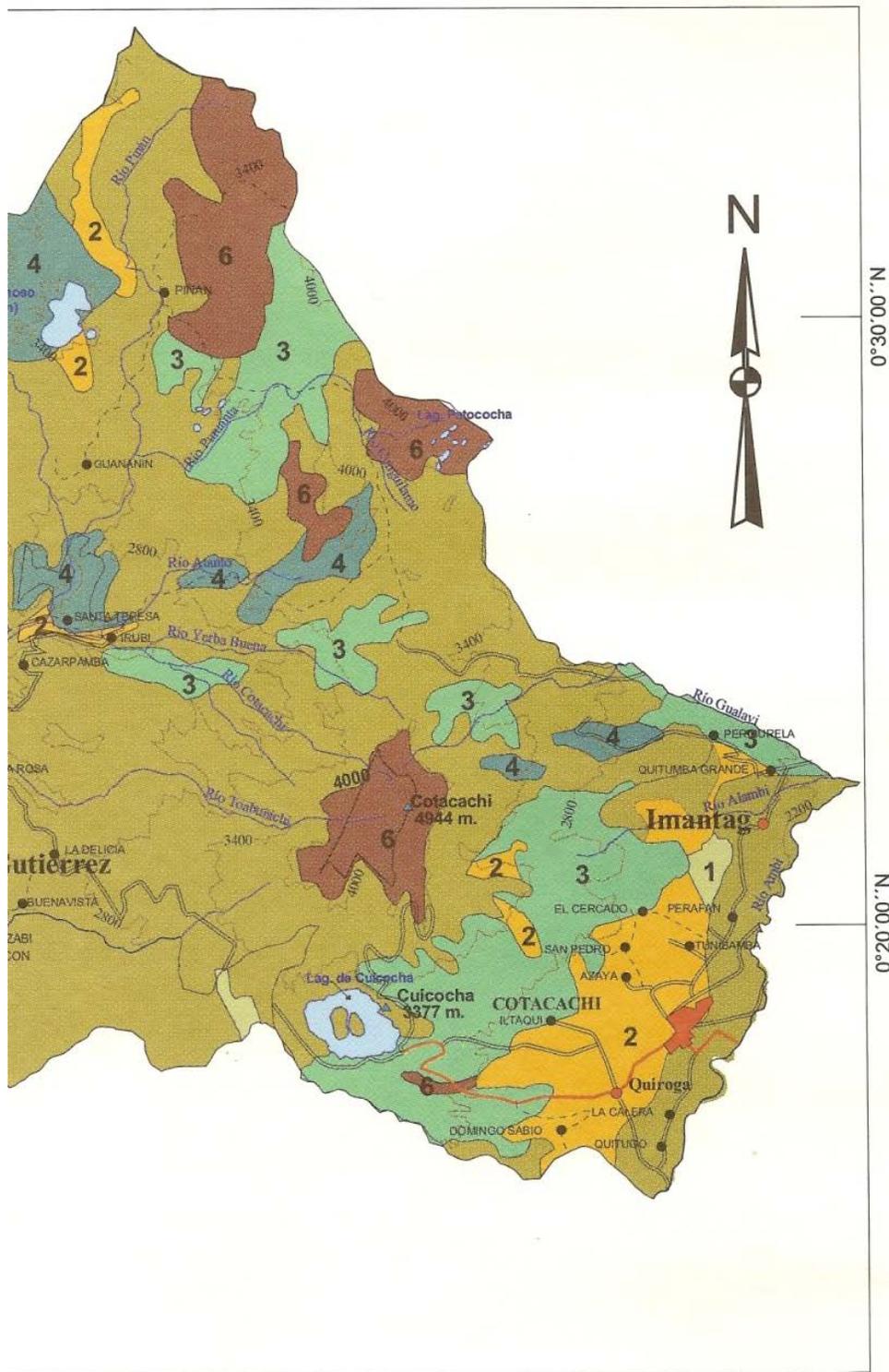


Figura 8. Mapa de Pendientes Cantón Cotacachi.

PENDIENTES DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO AMBI

Tabla 3. Pendientes de la Cuenca Hidrográfica del Río Ambi

PENDIENTE (%)	ÁREA Km ²	PORCENTAJE DE ÁREA
0 a 5	227.03	30.85
5 a 12	254.72	34.61
12 a 25	162.38	22.07
25 a 50	76.04	10.33
50 a 70	9.35	1.27
>70	6.38	0.87
TOTAL	736.00	100.00

Aproximadamente un 60% del área total de la Cuenca Hidrográfica se encuentra dentro del rango entre 0-12% de pendiente lo cual deja ver que esta cuenca favorece al desarrollo agrícola especialmente cuando va atenuando su perfil. Se puede apreciar claramente la variación de porcentajes de las pendientes en el siguiente gráfico que se adjunta a continuación.

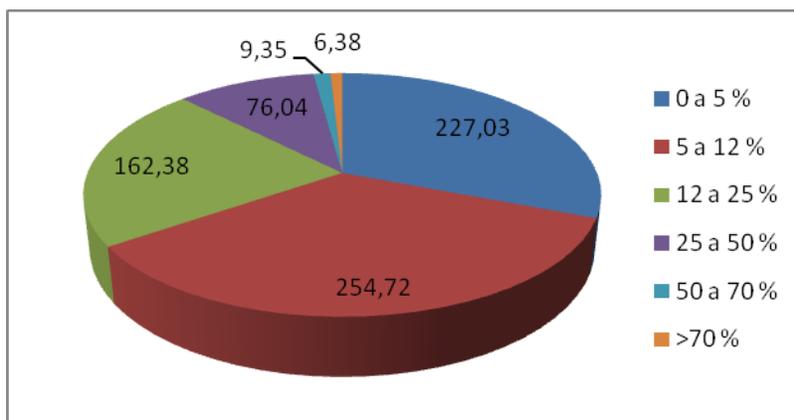


Figura 9. Porcentajes de Pendientes de la cuenca Hidrográfica.

2.2.6 DENSIDAD DE DRENAJE DE LA RED HIDROGRÁFICA.

Se define a la densidad de una red hidrográfica como la relación que existe entre la longitud total de "todos los causes de agua" y el área total de la cuenca hidrográfica, esta densidad se la representa con la letra D_d , así tenemos a:

$$D_d = \frac{L}{A}$$

$$D_d = \frac{40.80}{736}$$

$$D_d = 0.055$$

Se ha preestablecido una clasificación de las cuencas hidrográfica la cual mencionamos a continuación:

Las cuencas de primer orden son aquellas que se forman a partir de quebradas y generalmente tienen flujo de agua intermitente, en algunos meses del año tienen un flujo considerable pero en otro meses del año este flujo llega a aparecer. Por otro lado las cuencas de segundo orden están constituidas por la reunión de dos o más cuencas de primer orden, siguiendo la lógica establecida las cuencas de tercer orden son aquellas que están formadas por dos o mas cuencas

de segundo orden y las cuencas de cuarto orden son las que están formadas por dos o más cuencas de tercer orden.

La cuenca hidrográfica del río Ambi es establecida dentro del cuarto orden dado sus condiciones hidrográficas.

2.2.7 PRECIPITACIÓN MEDIA.

Para realizar el estudio de la precipitación hemos tomado en consideración a la estación meteorológica más cercana al cantón Cotacachi, ésta es la estación Otavalo con código del INAMHI M105, la información fue obtenida de 6 años seguidos desde el año 2000 hasta el año 2006, y se encuentra en los anuarios publicados por la misma entidad.

A continuación se presenta una tabla de resumen de las precipitaciones de la cuenca hidrográfica del río Ambi respecto a sus diferentes alturas.

Tabla 4. Zonas según Precipitaciones.

ZONA	ALTITUD	PRECIPITACIÓN
Zona alta montañosa o paramo.	Sobre los 3200 msnm.	500 a 2000 mm anuales.
Valles.	Desde 1200 hasta los 2220 msnm.	200 y 1500 mm anuales.
Declives y/o estribaciones orientales.	Desde 1200 hasta los 2220 msnm.	2000 y 3000 mm anuales.

[5]

2.2.8 TEMPERATURA MEDIA DEL AIRE

La temperatura media del aire también es obtenida de los anuarios meteorológicos publicados por el INAMHI desde el año 2000 hasta el año 2006 tomando como referencia la estación meteorológica de Otavalo código M105. Se presenta una tabla que muestra la temperatura media del aire que va variando de acuerdo a la zona y la altitud.

Tabla 5. Zonas según Temperaturas.

ZONA	ALTITUD	PRECIPITACIÓN
Zona alta montañosa o paramo.	Sobre los 3200 msnm.	Entre 9°C y 0°C
Valles.	Desde 1200 hasta los 2220 msnm.	Entre 10°C y 20°C
Declives y/o estribaciones orientales.	Desde 1200 hasta los 2220 msnm.	Entre 5°C y 24°C

[5]

CAPÍTULO III: ANÁLISIS DE PRECIPITACIONES DE LA CUENCA.

3.1 INTRODUCCIÓN.

Para realizar el análisis de las precipitaciones de la Cuenca Hidrográfica del río Ambi, basamos nuestro estudio en los datos proporcionados por una estación pluviométrica y pluviográfica que en nuestro caso corresponde a la estación de Otavalo, con código M105.

Se puede resumir al análisis de precipitaciones de la cuenca en puntos específicos que se mencionan a continuación: variación de precipitación en los diferentes meses del año, forma de distribución de las lluvias en el área correspondiente a la cuenca, además del volumen promedio de agua que cae en la zona además de las frecuencias con que se producen las lluvias.

3.2 FACTORES CLIMÁTICOS.

Para realizar nuestro estudio debemos definir que factores climáticos vamos a tomar como variables del tiempo, es importante mencionar que un factor climático es la condición o conjunto de condiciones que presenta la atmósfera en un determinado instante de tiempo.

A continuación mencionamos los factores climáticos que se tomaran en cuenta para el estudio:

- Temperatura.
- Velocidad del Viento.
- Eliofanía.
- Lluvias.
- Humedad.
- Factores Geomorfológicos.
- Impacto de actividades humanas.

3.3 ECUACIÓN DE LLUVIAS INTENSAS.

Para cualquier obra o estudio dentro de la ingeniería civil que involucren datos de lluvias es de gran importancia el tener un acertado conocimiento de la estrecha relación que existe entre cuatro parámetros fundamentales de las lluvias, estos parámetros son la intensidad, la duración, la frecuencia y la distribución.

Los datos obtenidos acerca de la distribución superficial de las lluvias se pueden obtener del análisis por regiones que se realiza de las mediciones registradas por cada estación pluviográfica que se encuentran a lo largo del

país, en este caso se usan los datos obtenidos de la estación de Otavalo en correlación del resto de estaciones.

INTENSIDADES MÁXIMAS EN 24 HORAS DETERMINADAS CON INFORMACIÓN PLUVIOGRÁFICA.

Tabla 6. Intensidades Máximas en 24 horas.

CÓDIGO	ESTACIÓN	COORDENADAS		ALTITUD msnm	Tr (AÑOS)				
		Latitud	Longitud		5	10	25	50	100
M105	Otavalo	0°14'16''	78°15'35''	2556	2.5	2.7	3.0	3.2	4.0

[4]

INTENSIDADES MÁXIMAS ECUACIONES REPRESENTATIVAS DE ESTACIONES PLUVIOGRÁFICAS.

Tabla 7. Ecuaciones Representativas.

CODIGO	ESTACIÓN	DURACIÓN	ECUACIÓN
M-105	Otavalo	5 min. < 60 min. 60 min. <1440 min.	$I_{TR} = 137.27t^{-0.5153} Id_{TR}$ $I_{TR} = 578.56t^{-0.8736} Id_{TR}$

[4]

Tabla 8. Datos
Intensidad-
Frecuencia

para curvas
Duración-

CURVAS INTENSIDAD DURACION FRECUENCIA

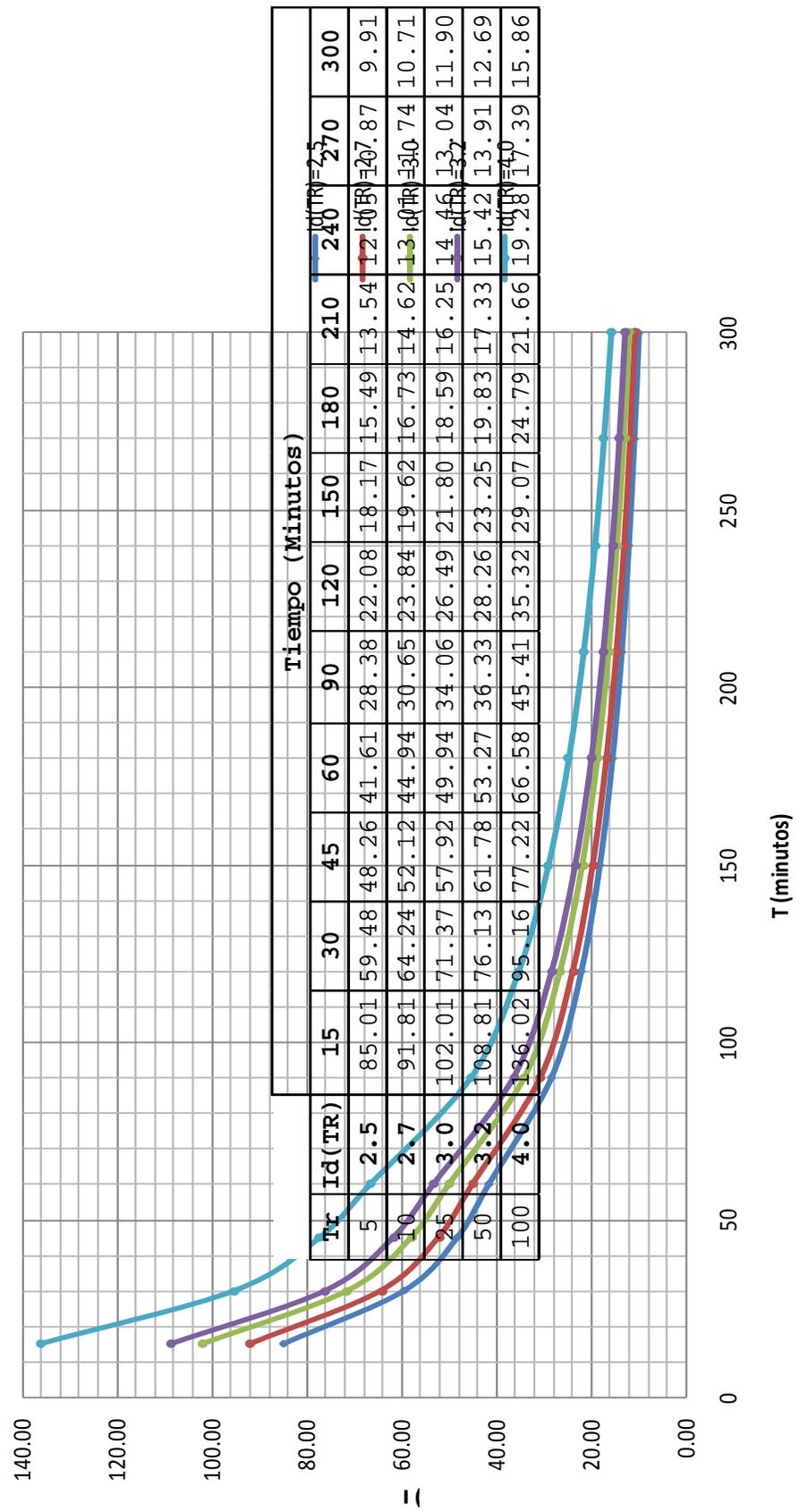


Figura 10. Curvas Intensidad-Duración-Frecuencia

3.4 BALANCE HIDROLÓGICO.

El balance hidrológico es la correlación que se produce al hacer interactuar las variables propias de una zona que se ven envueltas en un ciclo hidrológico.

Entre las principales variables que se usan para este caso se puede mencionar a:

- Precipitación
- Evaporación y Transpiración.
- Caudales.
- Almacenamiento superficial y subterráneo.
- Flujos subterráneos.

Para dicha correlación es necesario conocer los patrones de cultivos pertenecientes a la zona de la cuenca hidrográfica y opciones que podrían ser explotadas.

“Patrón de cultivo se lo define como un conjunto de productos para los cuales el terreno y el medio ambiente tienen habilidades para desarrollar dichos productos y sus

variedades con absoluta desenvoltura creando condiciones óptimas para ello.”[9]

Los patrones de cultivo que se tienen y se recomiendan para la cuenca hidrográfica en estudio se pueden mencionar a los siguientes:

3.4.1 CULTIVOS DE FRÉJOL.



Figura 11. Plantación de Fréjol.



Figura 12. Granos de Fréjol.

El fréjol, proviene de la familia de las fabáceas, el nombre científico que le corresponde es "Phaseolus Vulgaris L", normalmente se lo conoce como fréjol, poroto, habichuela, ejote, judía, alubia.[10]

Podemos distinguir algunos tipos de fréjol, el uno es el arbustivo que como su nombre lo dice podemos obtenerlo de pequeños arbustos, y otro tipo es que se produce en plantas trepadoras, en nuestro país podemos encontrar las dos especies de este fréjol.

El fréjol, tiene como una de sus principales características, una gran capacidad de adaptación a cualquier tipo de suelo, lo cual le ha permitido desarrollarse en

cualquier entorno, en lo que respecta a Sudamérica, entre los países que poseen un consumo considerado de fréjol, podemos mencionar a Venezuela, Colombia, Perú y Ecuador, además también es cultivado en centro y norte América en países como México, Estados Unidos, Costa Rica, Guatemala, Panamá, Cuba, y es muy aceptada en Europa y en Japón.[10]

Según la FAO el fréjol se posiciona en el "octavo lugar entre las leguminosas sembradas en el planeta", este lugar lo gana por sus bondades nutritivas pues cuenta con una alta fuente de nutrientes alimenticios como proteínas y calorías, además de que es de un acceso relativamente fácil comparándolo con otros productos que provienen de los animales principalmente con las mismas bondades nutritivas pero con precios elevados.

"Según el III Censo Agropecuario en el Ecuador actualmente se cosechan 89.789 hectáreas de las 105.127 has. sembradas de esta leguminosa en grano seco y 15.241has. en verde o tierno de las 16.464 has. Sembradas, las que proporcionan 18.050 toneladas métricas, y 8.448 toneladas métricas respectivamente, cuyo consumo se efectúa tanto en fresco (grano seco y verde), como para la industria de enlatados." [10]

Los rendimientos de la producción de fréjol en nuestro país, basándonos en los datos proporcionados por el Tercer Censo Nacional Agropecuario, son de 0.62TM/ha de granos verdes, mientras que de 0.20 TM/ha de granos secos. Es importante mencionar que según el mismo censo, Imbabura es la provincia que abarca la mayor producción del fréjol en el país, en esta provincia se encuentran cultivadas 16.814 con este producto lo que representa aproximadamente el 18.6% del área de producción de fréjol a nivel nacional. Otras provincias que figuran con representativos porcentajes de producción de este producto entre granos secos y tiernos son Azuay, Chimborazo, Carchi y Pichincha entre otros.

En nuestro país, los períodos dedicados a la siembra del fréjol en el sector de los valles se lo hace entre los meses de febrero y abril en primera instancia y luego se lo realiza entre los meses de septiembre y noviembre, en cambio para los cultivos que se dan en las estribaciones de las cordilleras se usan los periodos de tiempo entre los meses de mayo y julio.

Además es importante destacar las principales variedades que se cultivan aquí en nuestro país, entre las mas importantes podemos destacar: Vilcabamba con un tipo de grano crema moteado, Yunguilla con un tipo de grano rojo moteado,

Blanco Imbabura con un grano blanco grande, Percal Blanco con un tipo de grano blanco mediano, Cocacho con un tipo de grano Amarillo mediano, Peruano con un grano crema alargado, Chabelo con grano rojo moteado grande, Mantequilla con grano crema mediano y Cargabello, Imbabello y Je.Ma. con granos rojos moteados.[10]

3.4.2 CULTIVOS DE CAÑA DE AZÚCAR.



Figura 13. Plantación de Caña de Azúcar.



Figura 14. Caña de Azúcar.

La caña de azúcar proviene de la familia de las Gramíneas su nombre científico es *Saccharum officinarum*, en general es el nombre que se les da a algunas de las especies "herbáceas vivaces" de esta familia. [9]

Esta planta se produce en climas de regiones tropicales o subtropicales de tal manera que en nuestro caso podemos encontrar la caña de azúcar en lugares pertenecientes a los valles de la cuenca del río Ambi, acercándose a la confluencia con el río Chota.

Las características principales de la caña de azúcar son la altura que va entre 3 metros y 6 metros de altura, mientras que el diámetro varía entre 2 centímetros y 5 centímetros de diámetro.

La caña de azúcar se cree que provino del continente asiático, luego se propago por el continente europeo y posteriormente fue traído a América por los españoles, así podemos encontrar en la actualidad plantaciones de caña de azúcar en países de Sudamérica tales como, Brasil, México, Perú, Ecuador, Colombia, y Venezuela.

Este producto, cuando se encuentra en crecimiento, depende en gran porcentaje de la radiación solar para un óptimo crecimiento, pues depende directamente el porcentaje de sacarosa que produce el tallo de la radiación que la caña recibe durante el crecimiento, generalmente el porcentaje de sacarosa se encuentra en un porcentaje del 12% al 14%. El cultivo de la caña necesita de una abundante cantidad de agua durante el crecimiento.

Un aspecto muy importante de mencionar es que las plantas de caña después de ser cosechadas vuelven a brotar, no necesitan ser replantadas inmediatamente, tal es el caso que existen cultivos de caña que tienen aproximadamente 25 años de edad.

En Ecuador, el cultivo de caña es exclusivamente destinado a la producción de azúcar para abastecer las necesidades a nivel nacional. Se disponen de datos

recolectados por los "Ingenios Azucareros", los cuales muestran claramente que entre los años 1990 y 1998 se produce un crecimiento del 40% en el cultivo de la caña de azúcar en nuestro país, los datos que se tienen son que en el año de 1990 se sembraron aproximadamente 48201 hectáreas, mientras que en el año 1998 se sembraron 67469 hectáreas. [10]

El tratado que se le da a la caña de azúcar, el refinamiento si se le puede llamar así es para obtener como fin el producto que es el azúcar, en Ecuador la mayor producción de caña se da en la costa ecuatoriana pero de igual manera en Imbabura se produce el 8% del volumen total de azúcar a nivel nacional, esta producción esta a cargo principalmente de los ingenios IANCEM, y Monterrey.

3.4.3 CULTIVOS DE HABAS.



Figura 15. Cultivos de Habas.



Figura 16. Vainas de plantas de Habas.



Figura 17. Granos de Habas.

El nombre científico de las habas es *Vicia faba* L, pertenecen a la familia de las leguminosas y es importante que son las más antiguas que se conocen, originalmente provienen del Asia central, luego se cultivaron en Europa teniendo una gran acogida en Roma, llegaron a América como el descubrimiento por parte de los españoles y de se propagaron por el continente, cultivándose especialmente en Ecuador, Bolivia y Perú.

Uno de los principales beneficios de las habas además de su alto contenido nutritivo especialmente en carbohidratos y proteínas es que colabora con la eliminación de grasas de las arterias y además disminuye el nivel de colesterol. Las características de las plantas de habas es que son trepadoras naturales, el tallo de estas plantas pueda alcanzar hasta el metro y medio de altura.

Las habas se pueden adaptar a casi todo tipo de suelo, pero tienen ciertos problemas con suelos secos, arenosos o suelos mal drenados, además que no necesita el suelo un tratamiento especial antes de cultivar dicha leguminosa. Las habas tienen una gran capacidad para adaptarse a la zona andina de nuestro continente en nuestro país se desarrollan con facilidad en alturas que van desde los 1800 metros hasta los 3600 metros sobre el nivel del mar.

El consumo de las habas se lo puede realizar en grano tierno como lo llaman es decir cuando recién se lo saca de la vaina que lo contiene, o luego dejándolo secar es decir el grano seco. En Ecuador se cultivan las habas en 3 zonas claramente diferenciadas, una zona norte que contiene a las provincias de Carchi y Esmeraldas, una zona central que abarca las provincias de Pichincha, Cotopaxi y Tungurahua; también la zona sur con las provincias de Bolívar, Chimborazo, Cañar, Azuay y Loja. [10]

La época en la que se siembran las habas comprenden los meses de Febrero y Octubre, en general se lo puede hacer a lo largo de todo el año, pero lo que se intenta hacer es aprovechar las lluvias que se dan. El tiempo que se demora la planta en desarrollarse para la cosecha es de 4 o 5 meses, cuando está listo para ser cosechada las vainas que contienen las habas se tornan duras y cambian ligeramente de color, para cosechar la habas en grano seco en cambio de deberá esperar a los 6 o 7

meses desde que fueron plantadas. En Ecuador, y principalmente en la provincia de Imbabura las habas se las cultiva con el propósito de satisfacer las necesidades de la población, el uso doméstico y la comercialización doméstica, no se encuentra una infraestructura que se dedique al procesamiento de esta leguminosa con el fin de obtener una producción industrial.

3.4.4 CULTIVOS DE COL.



Figura 18. Plantación de Col.



Figura 19. Planta de Col.

El nombre científico de la col es *Brassica oleracea* variedad *viridis*, esta planta se cree que es originaria de Europa y de igual manera que muchas otras fue introducida a América por los españoles cuando descubrieron este continente.

La col generalmente se la planta en lugares que poseen un clima templado, de esta planta se han desarrollado algunas variantes que han dado lugar a otros productos entre los que se pueden destacar a las coles de Bruselas y las coliflores que tienen un origen común que es la col.

Morfológicamente la col es una agrupación de hojas que tienen formas ovoides o circulares que se encuentran apretadas y envueltas alrededor de un tallo, las hojas son comestibles y se las usa generalmente en ensaladas, podemos encontrar hojas de algunos colores como verdes, blancas y moradas.

La col tiene en su mayor una composición puramente de agua, aproximadamente el 90% es agua, es muy baja en calorías y en carbohidratos, es una fuente de vitaminas A, C, E y B.

Esta planta puede ser sembrada en cualquier época del año pero generalmente se lo realiza en Ecuador cuando acaba el verano, el tiempo que se tarda en desarrollarse es de 50 días para obtener coles de tamaño considerable pero que deben ser consumidas rápidamente, mientras que a los 80 días de sembradas se obtienen coles de mucho mayor tamaño y con mayor resistencia para ser almacenadas. [14]

3.4.5 CULTIVOS DE TRIGO.



Figura 20. Plantación de Trigo.



Figura 21. Granos de Trigo.

El nombre científico del trigo es *Triticum*, que en general se lo emplea para el grupo de cereales, el trigo pertenece a la familia de las gramíneas, sus orígenes se remontan a la Mesopotamia, desde ahí se expandió por todo el mundo y en la actualidad es el cereal más cultivado en todo el mundo y el más consumido en la sociedad occidental.

Los mayores productores de trigo son: China, India, Estados Unidos y Rusia, ocupando casi en su totalidad la producción de este cereal a nivel mundial, además podemos encontrar plantaciones de trigo en todos los países de Latinoamérica y es interesante mencionar que el mayor exportador de trigo precisamente se encuentra en este continente y es Argentina, las cosechas se realizan cada mes del año en los países que son los grandes productores.

El trigo es un cereal que en su etapa de producción es muy tolerable con los cambios de temperatura, puede desarrollarse en ambientes que van desde los 3°C hasta los 30°C aproximadamente, tampoco es muy exigente con el suelo para desarrollarse con plenitud, se necesita suelos que sean sueltos, arcillosos, profundos y que no tengan un alto porcentaje de acidez.

La planta de trigo es una espiga, puede alcanzar alturas máximas de 1.80 metros, pero generalmente los cultivos que se

encuentran en nuestro país bordean los 0.80 metros de altura.[14]

En nuestro país, el cultivo del trigo en su mayoría es sostenido únicamente por pequeños productores, ya que somos un país más que importa el trigo para su consumo interno, esto se debe a que el área de cultivos de este cereal han ido disminuyendo paulatinamente por las medidas que se tomaron en los años ochentas y noventas a nivel nacional y a nivel mundial, por este motivo la producción a nivel nacional no alcanzaba para abastecer la demanda.

Las proyecciones y los datos recolectados por el III Censo Agropecuario dejan ver que en diez años la producción de trigo a nivel nacional se va reduciendo aproximadamente en un 40%, por ejemplo se menciona que en el año de 1990 el área productiva era de 37540 hectáreas, y en el año de 1999 el área productiva se redujo a 20876 hectáreas.

Imbabura es la segunda provincia con mayor producción de trigo a nivel nacional, en el año 2002 el porcentaje de producción que le correspondía era del 26%, mientras que la primera provincia es Bolívar con el 41% es decir casi la mitad de la producción total, sin embargo estos porcentajes son proporcionales al gran total de producción que año tras año viene decreciendo.

El consumo de nuestro país es aproximadamente de 400000 toneladas métricas, y nuestro principal proveedor es Canadá con el 40% de abastecimiento seguido de Estados Unidos y Argentina. [11]

3.4.6 CULTIVOS DE CEBADA.



Figura 22. Plantas de Cebada.



Figura 23. Granos de Cebada.

El nombre científico de la cebada es *Hordeum vulgare* pertenece a la familia Poaceae, se dice que es una de las plantas domesticadas mas antiguas de la historia agrónoma, data sus inicios 15000 años atrás en el continente africano, y en este momento se encuentra distribuido en todos los continentes, tiene una gran aceptación en Norteamérica y Europa.

Morfológicamente se parece mucho a la planta de trigo, pero la cebada es de color verde, es una caña hueca larga que luego se divide en varios tallos, estos tallos son las llamadas espigas de donde obtenemos el grano propiamente de la cebada.

La importancia del cultivo de cebada se debe a que se pueden dar diversos usos a este producto, el mayor productor

mundial es Alemania, seguido de Canadá y de Australia según la F.A.O.

El clima para que se desarrolle la cebada es preferible que sea seco y templado aunque algunas de las variedades de este cereal son muy resistentes al frío, inclusive llegan a sobrevivir los -10°C , además se puede desarrollar en altitudes que van desde los 1200 metros hasta los 3000 metros sobre el nivel del mar.[16]

"La **cebada** se cultiva principalmente en climas fríos como cosecha de primavera y generalmente su distribución es similar a la del trigo. La cebada crece bien en suelos drenados, que no necesitan ser tan fértiles como los dedicados al trigo." [15]

El uso de la cebada en algunos países como el cercano Oriente y Sudamérica la cebada es utilizada aún como alimento humano, mientras que otros países sobre todo en los grandes productores es usado como materia prima para obtener otros componentes como por ejemplo la cerveza. [15]

Al igual que el trigo la cebada solo se produce en pequeñas cantidades en nuestro país, y se lo usa para el consumo humano, somos importadores de cebada de los grandes

productores para suplir las necesidades que se presentan en nuestro país.

La cebada es rica en su contenido nutritivo como la mayoría de cereales de la misma familia, contiene altos porcentajes nutritivos, así podemos mencionar que generalmente contienen un 70% de hidratos de carbono, y un 11 por ciento de proteínas.

3.4.7 CULTIVOS DE MAÍZ.



Figura 24. Plantaciones de Maíz.



Figura 25. Mazorcas de Maíz.

El nombre científico del maíz es *Zea Mays*, esta planta pertenece a la familia de las gramíneas es originaria de América y luego fue llevada a Europa por los españoles que la encontraron en el continente recién descubierto por ellos. Los nombres que se usan para identificar a esta planta varían según la zona en la que se encuentra, en nuestro continente se lo conoce como maíz, choclo, elote, jojote y zara, mientras que en Europa es conocido como danza, millo, mijo, oroña y panizo. [13]

La planta de maíz tiene un tallo macizo, es decir no es hueco como la mayoría de las otras gramíneas, y erguido alcanzando alturas de hasta 6 metros, en nuestro medio la

altura varía entre los 2 y los 2.5 metros, las hojas que nacen del tallo se caracterizan por ser largas y afinadas, de este tallo nacen las mazorcas del maíz.

En Latinoamérica el maíz es un alimento fundamental en la dieta alimenticia diaria, su consumo se remonta a tiempo ancestrales en donde siempre fue considerado como uno de los alimentos mas preciados e importantes con los que se contaba, en la actualidad se planta y se crece maíz en todos los países de Sudamérica, en Norteamérica también es un alimento al que se ha atribuido una gran importancia, Estados Unidos particularmente posee una industria gigantesca para el procesamiento del maíz, lo cual le convierte en el mayor productor de maíz a nivel mundial, duplicando la producción de China, que es el segundo país en mayor producción según la FAO.

En nuestro país, el cultivo de maíz tiene una gran importancia en la economía porque es una de las plantas que más se produce aquí en Ecuador, aproximadamente el 75% del total de los cultivos de maíz se lo hace de manera artesanal y esta a cargo de familias que buscan en esta actividad subsistir.

La mayoría de la producción nacional está destinada a la industria de los balanceados en especial para el área

avícola, es así que mas del 70% del maíz duro se lo destina a dicha industria, y aproximadamente un 20% de la producción de maíz se lo destina para la exportación, dejando un 10% para el consumo interno de este producto.

El área de cultivo de maíz al igual que de otros productos que hemos mencionado con anterioridad mantiene una tendencia decreciente, es así que para el año de 2005 se registraron un aproximado de 250000 hectáreas cultivadas, pero para el año 2008 se redujeron a tan solo 153000 hectáreas lo cual demuestra una reducción de casi el 40%, la mayoría de estos cultivos se encuentran localizados en el litoral ecuatoriano teniendo los mayores porcentajes Los Ríos, Manabí y Guayas dejando aproximadamente un 10% para la sierra ecuatoriana y es aquí donde Imbabura consta con mas de la mitad de la producción pero netamente artesanal.

3.4.8 CULTIVOS DE PIMIENTO.



Figura 26. Plantaciones de Pimiento.



Figura 27. Pimientos.

El nombre científico del pimiento es *Capsicum annum* de la familia de las solanáceas, aunque esta variedad es mas general que solo el pimiento pues también abarca al ají y a otras especies del mismo tipo; se cree que es originario de Centroamérica y es aquí mismo en donde se ha dado lugar a la diversidad de tipos de pimientos que existe, luego se ha propagado por todo el mundo y en Asia tiene una especial acogida pues ha pasado a formar parte de la dieta alimenticia de la mayoría de las personas.

La planta de pimiento es relativamente pequeña, mide en promedio 1.5 metros, los frutos son alargados y de diversos colores, estos pueden ser verdes o rojos, además la forma y el tamaño tampoco es definido pues este puede variar depende del lugar en el que sea producido.

En nuestro país y en especial en el lugar de estudio, Cotacachi la producción de pimiento se la realiza únicamente para el consumo interno, es decir para satisfacer las necesidades de demanda que se dan dentro del mismo lugar.

Las siembras de pimiento no tienen grandes requerimientos, se dan en suelos que no sean arenosos, el agua que necesitan no es en una considerable cantidad y generalmente se desarrollan en climas subtropicales pero este

no es un requerimiento. La producción se la realiza generalmente 2 veces al año. [13]

3.4.9 CULTIVOS DE TOMATE.



Figura 28. Plantaciones de Tomate.



Figura 29. Tomates.

El nombre científico del tomate es *Lycopersicon esculentum* L, y pertenece al igual que el pimiento a la familia de las solanáceas, su origen esta sentado en América, desde tiempos remotos, las culturas antiguas de América como los mayas, aztecas y los incas usaban este producto como alimento. Posteriormente, después del descubrimiento de América, fue llevado a Europa por los españoles en 1540, causando aceptación en varios países pero rechazo en otros, para la producción del tomate fue muy favorable el clima mediterráneo en este continente.

La planta de tomate es pequeña, tiene características arbustivas no alcanza el 1.50 metros de altura, y varía en función del tipo de tomate. Los frutos son redondos de piel lisa y se tornan de color rojo intenso cuando esta listos para su cosecha, contiene semillas que pueden ser usadas para la siembra en su interior.

El tomate es un producto que como principal característica presenta su riqueza de agua, aproximadamente el 90% de su composición es agua pero tiene un cantidad importante de vitamina C y de licopeno, las temperaturas óptimas para un buen desarrollo varían entre los 20°C y los 30°C con considerables disminuciones en la noche, y el suelo para que se de el tomate no necesita de condiciones

especificas, pero se ven mejores resultados en suelos que mantengan una humedad del 60% al 80%. [13]

En el Ecuador el tomate es un tipo de cultivo que se produce en los valles cálidos tanto en la serranía como en la costa, en este caso es el valle de la cuenca del río Ambi cuando se junta con el río Mira en donde se produce un propicio espacio para la producción de este producto. La costa se dedica a la producción del tomate para la producción de pasta, mientras que el tomate producido en la sierra es el tomate para el consumo directo, como algunos lo llaman es el tomate de mesa. [12]

En Ecuador, aproximadamente 10 años atrás se producía alrededor del 60% de tomate para el proceso de industrialización en pasta, pero ahora la producción de esta materia ha bajado casi en su totalidad tal es el caso que se debe importar el tomate desde Chile quien es nuestro principal proveedor.

Por otro lado en la serranía se revolucionó el cultivo de tomate a los invernaderos, los cultivos que se realizaban antes fueron sustituidos por los invernaderos a diversas escalas desde pequeños hasta grandes productores, ésto hizo que la oferta del tomate de mesa o riñón como se lo conoce escale grandes posiciones habiendo incluso una sobre

producción, esto también fue una de las causas para que las exportaciones crezcan desorbitadamente en el año 2000 produciendo un gran beneficio para dichos productores.[12]

CAPÍTULO IV: DETERMINACIÓN DE CRECIDAS DE LA CUENCA.

4.1 INTRODUCCIÓN.

Para realizar la determinación de las crecidas de la cuenca del río Ambi se apoya el presente estudio en hidrogramas, los cuales son gráficos que permiten analizar la variación de un parámetro definido respecto al tiempo, en este caso el parámetro a analizar sea la descarga del río a lo largo de un año hidrológico, para así poder determinar los caudales máximos.

"Los hidrogramas son útiles, entre otras cosas, para comparar los tiempos de descarga y caudales pico de varias corrientes o cuencas hidrográficas, para así conocer las diferencias entre sus capacidades de respuesta ante avenidas." [15]

Cuando nosotros realizamos el gráfico, en nuestro caso de la descarga en función del tiempo, el área que se encuentra bajo la curva del gráfico representa el volumen de agua que ha transcurrido por un punto que se ha fijado previamente en el intervalo de tiempo en el que se desarrolla dicha curva.

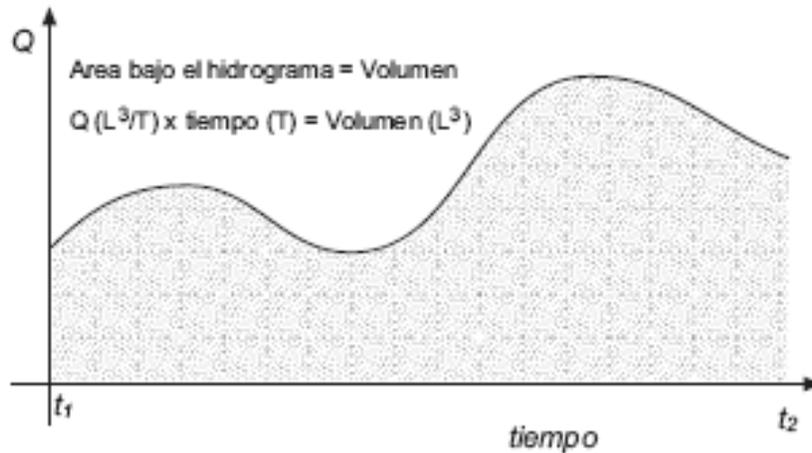


Figura 30. Hidrogramas.

4.2 HIDROGRAMA UNITARIO.

Un hidrograma unitario es el que se representa por medio de una curva destinada a una sola precipitación en un intervalo de tiempo determinado, es decir es la curva que permite analizar y obtener una medida precisa de como una lluvia de determinada intensidad y con específicas condiciones climáticas y atmosféricas incide en la crecida del río que se estudia en una determinada cuenca hidrográfica, esto quiere decir que si es que se produjera otra lluvia idéntica dentro de todos los parámetros mencionados el hidrograma que se obtuviese sería el mismo.

A continuación se presenta un resumen de los datos recolectados de dichas tablas en los cuales se puede apreciar la lluvia máxima en 24 horas y la suma total mensual para los años desde el 2000 hasta el 2005.

Tabla 9. Suma Mensual y Lluvia Máxima en 24 horas, año 2000

MES	SUMA MENSUAL	MÁXIMA 24 HORAS
January	116.10	18.50
February	128.90	22.10
March	168.20	43.90
April	171.90	23.40
May	215.50	40.00
June	76.20	34.70
July	23.40	17.90
August	7.80	2.70
September	57.30	12.40
October	46.30	30.20
November	42.40	24.30
December	59.10	14.50



Figura 32. Suma Mensual de Lluvias 2000.



Figura 33. Lluvias Máximas en 24 Horas, 2000

Tabla 10. Suma Mensual y Lluvia Máxima en 24 horas, año 2001

MES	SUMA MENSUAL	MÁXIMA 24 HORAS
January	72.70	16.80
February	66.90	0.00
March	149.30	30.50
April	16.20	6.00
May	91.70	28.10
June	6.40	3.80
July	3.20	0.50
August	1.70	0.20
September	91.10	30.00
October	67.00	0.00
November	42.40	0.00
December	38.90	5.30

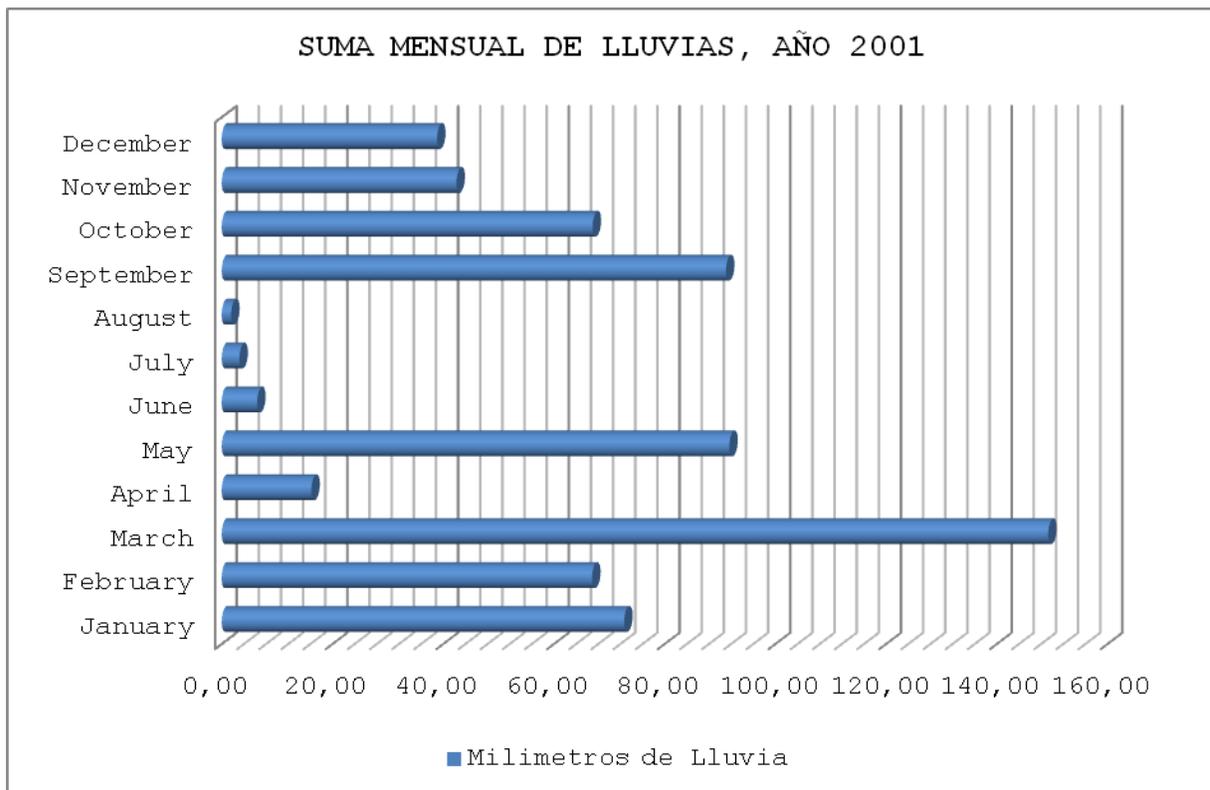


Figura 34. Suma Mensual de Lluvias, 2001.

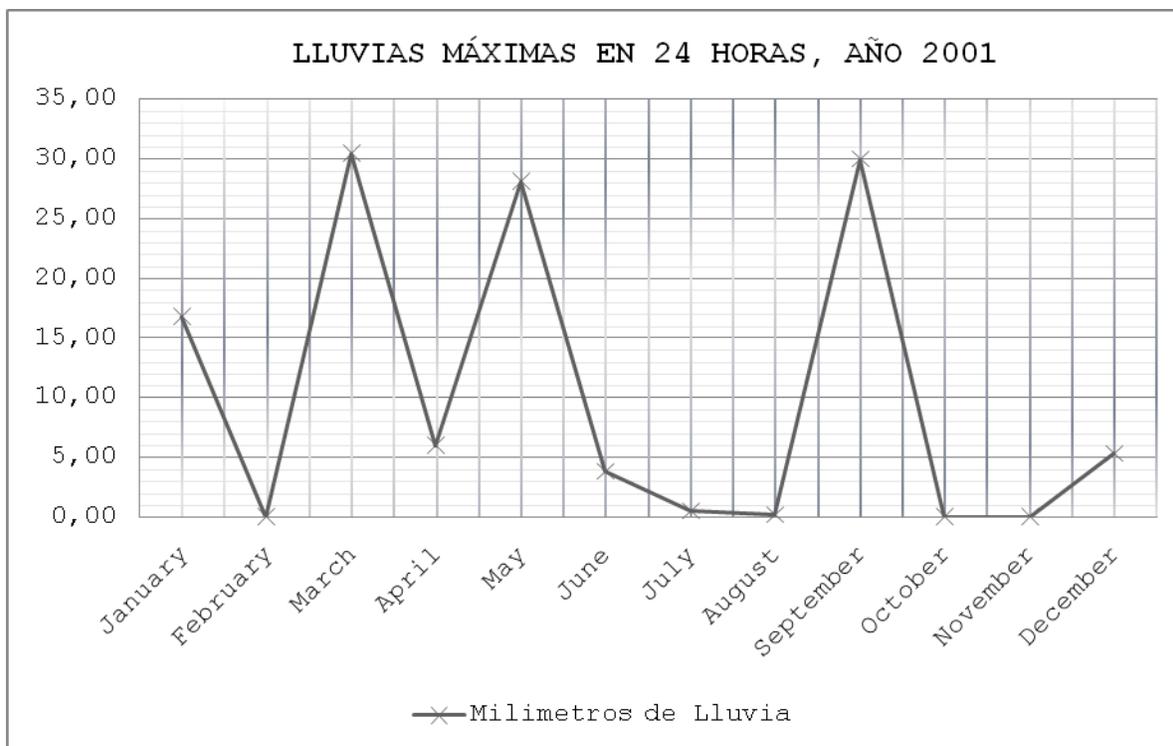


Figura 35. Lluvias Máximas en 24 Horas, 2001

Tabla 11. Suma Mensual y Lluvia Máxima en 24 horas, año 2002.

MES	SUMA MENSUAL	MÁXIMA 24 HORAS
January	43.70	9.50
February	34.90	23.90
March	54.60	20.80
April	148.40	36.20
May	39.00	9.50
June	51.80	14.50
July	2.70	1.00
August	3.40	0.00
September	29.30	12.50
October	163.60	37.80
November	83.90	17.40
December	95.00	35.30

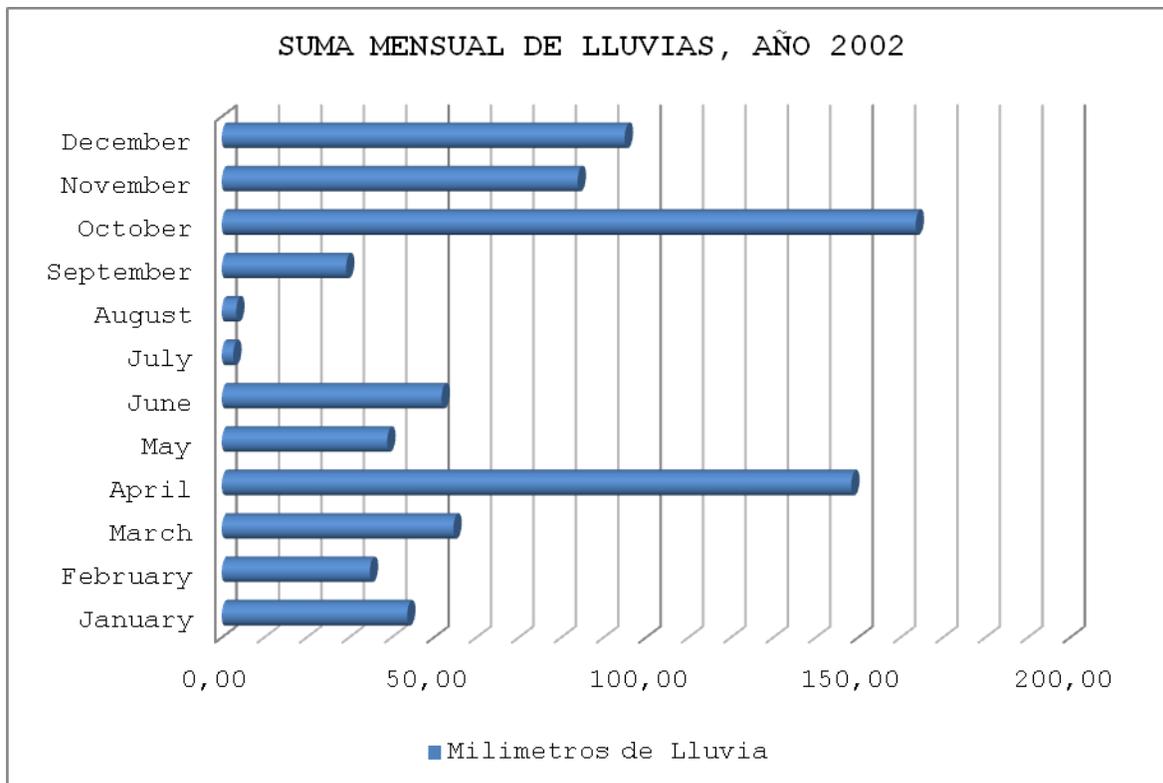


Figura 36. Suma mensual de Lluvias, 2001.



Figura 37. Lluvia Máxima en 24 Horas, 2002

Tabla 12. Suma Mensual y Lluvia Máxima en 24 horas, año 2003

MES	SUMA MENSUAL	MÁXIMA 24 HORAS
January	10.10	7.80
February	68.80	26.30
March	47.30	19.30
April	174.60	45.50
May	31.70	6.40
June	38.20	12.40
July	34.80	17.20
August	0.20	0.20
September	51.20	21.00
October	98.70	52.00
November	150.00	20.50
December	65.40	31.10

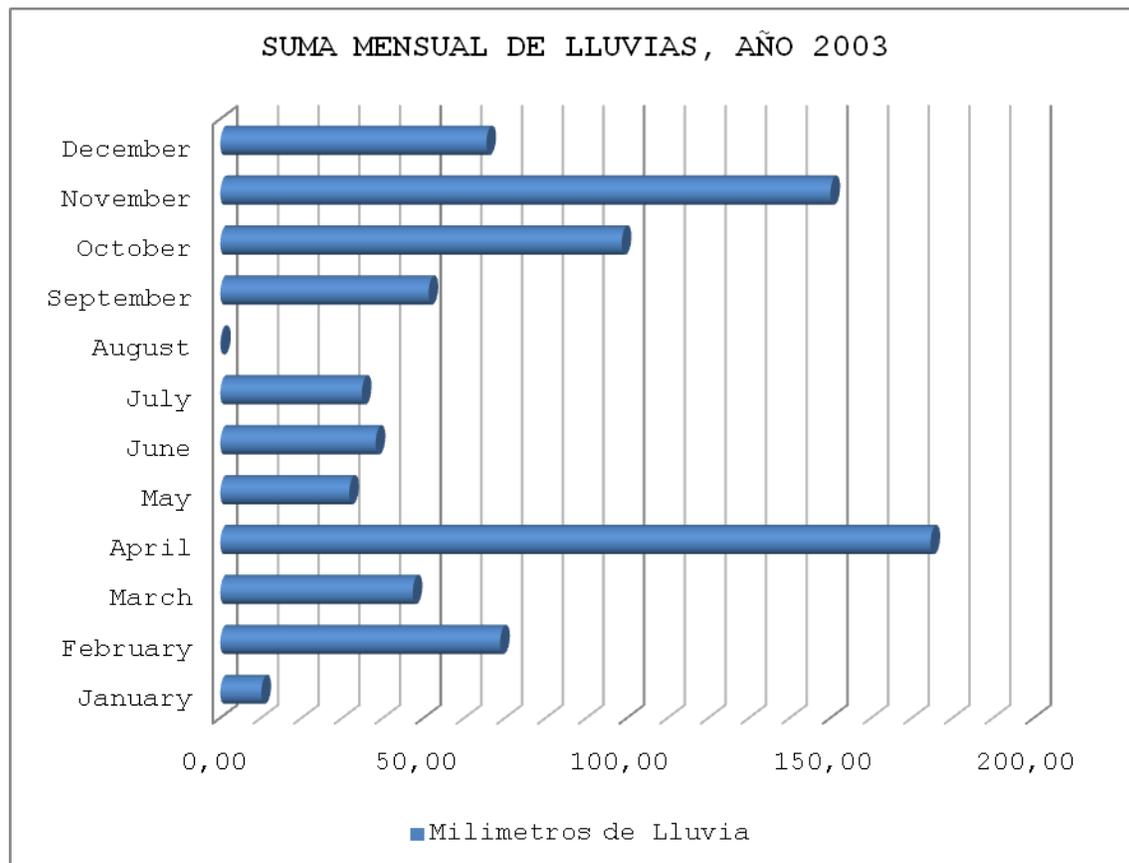


Figura 38. Suma Mensual de Lluvias, 2003



Figura 39. Lluvias Máximas en 24 horas, 2003.

Tabla 13. Suma Mensual y Lluvia Máxima en 24 horas, año 2004

MES	SUMA MENSUAL	MÁXIMA 24 HORAS
January	44.60	16.10
February	19.20	6.60
March	41.30	14.00
April	101.10	27.40
May	132.00	29.80
June	6.40	5.10
July	5.30	2.20
August	0.70	0.50
September	64.20	38.30
October	68.20	18.70
November	116.70	22.80
December	60.30	15.80

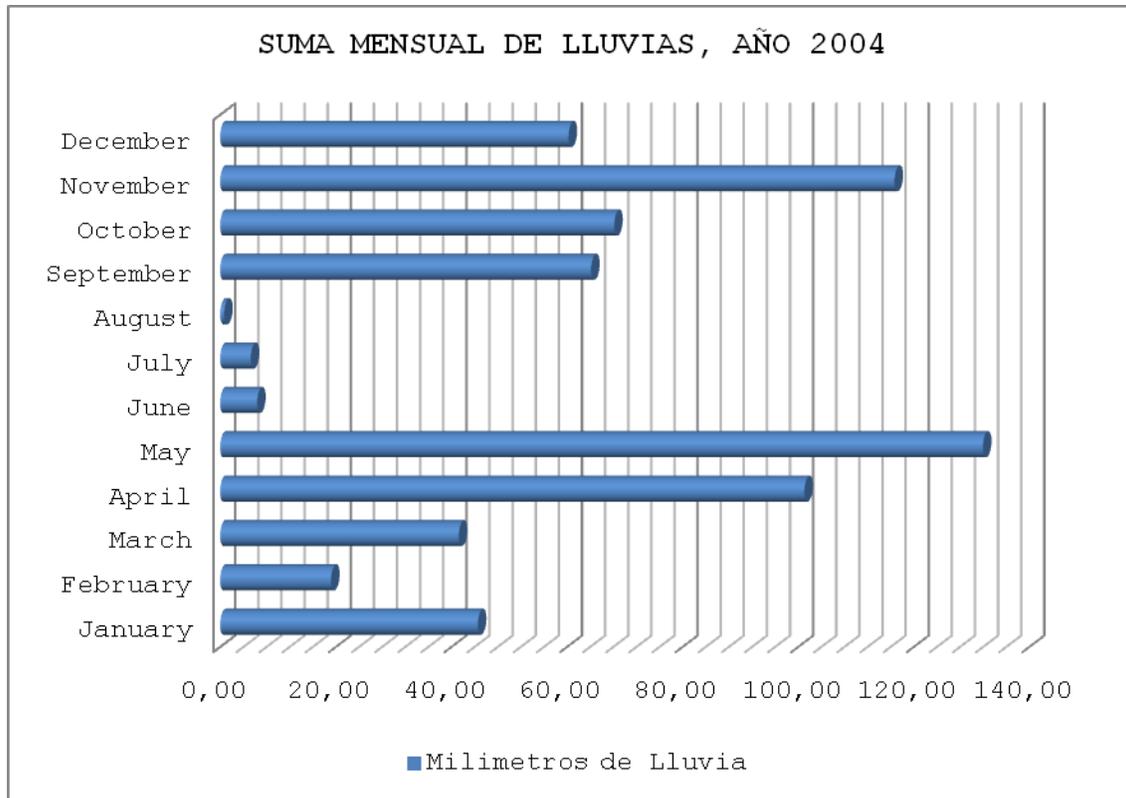


Figura 40. Suma Mensual de Lluvias, 2004



Figura 41. Lluvias Máximas en 24 horas, 2004

Tabla 14. Suma Mensual y Lluvia Máxima en 24 horas, año 2005

MES	SUMA MENSUAL	MÁXIMA 24 HORAS
January	32.60	6.70
February	78.70	0.00
March	95.50	20.60
April	71.50	26.00
May	53.90	13.00
June	13.30	7.60
July	31.70	11.00
August	9.90	9.70
September	31.50	22.20
October	72.30	15.30
November	68.40	13.80
December	94.60	21.40

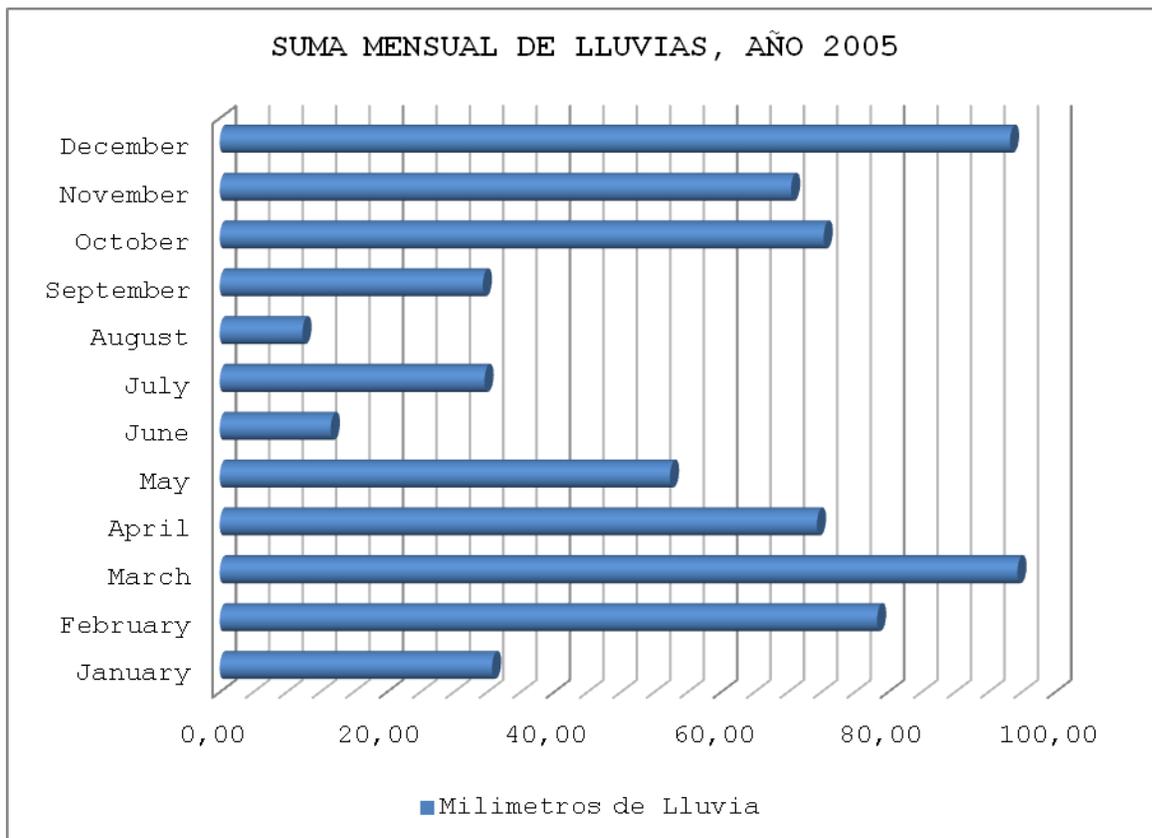


Figura 42. Suma Mensual de Lluvias, 2005



Figura 43. Lluvias Máximas en 24 horas, 2005.

4.4 HIDROGRAMA SINTÉTICO.

El hidrograma sintético es de igual manera una curva que deja ver como varía el caudal de una avenida en una Cuenca Hidrográfica, pero difiere del diagrama unitario en los parámetros que la definen. En este caso no se usan los valores de precipitaciones y de escorrentía que se dan en la cuenca sino que se usan otros parámetros como son el área, la longitud del río entre otras.

Para calcular el diagrama sintético correspondiente a esta cuenca se usan las ecuaciones que planteo Snyder.

Hidrograma Sintético de Snyder.[17]

4.4.1 Tiempo de desfase.

El tiempo de desfase se lo llama con t_1 y se lo define con la siguiente ecuación:

$$t_1 = C_t(LL_c)^{0.3}$$

Para calcular dicho tiempo necesitamos contar con los siguientes parámetros:

C_t es el coeficiente asociado a la gradiente y almacenamiento de la hoya, se recomienda usar el valor de 1.5.

L es la longitud del cause principal, en el presente caso se usa el valor que corresponde a 40.80 km.

L_c es la longitud del cause principal desde un punto cercano al centroide de la hoya hasta la salida, corresponde en este caso el valor de 25.34 km.

Aplicando la ecuación se obtiene:

$$t_1 = 1.5 * (40.80 * 25.34)^{0.3}$$

$$t_1 = 12.03 \text{ h.}$$

4.4.2 Caudal pico del hidrograma.

El caudal pico del hidrograma se lo llama Q_P y se lo define por:

$$Q_P = \frac{0.278 * C_p * A}{t_1}$$

A es el área de la cuenca hidrográfica en estudio, corresponde el valor de 736 km².

C_p es el coeficiente empírico, para este tipo de hoya corresponde a 0.56.

$$Q_P = \frac{0.278 * 0.56 * 736}{12.03}$$

$$Q_P = 9.52 \text{ m}^3/\text{s}$$

4.4.3 Tiempo de lluvia efectiva.

El tiempo de lluvia efectiva se identifica como t_r , y se define como:

$$t_r = \frac{2}{11} * t_1$$

Reemplazando $t_1 = 12.03$ h.

$$t_r = \frac{2}{11} * 12.03$$

$$t_p = 2.19 \text{ h.}$$

4.4.4 Tiempo pico en términos de desfase.

El tiempo pico en términos de desfase se identifica como t_p , se define como:

$$t_p = \frac{12}{11} * t_l$$

$$t_p = \frac{12}{11} * 12.03$$

$$t_p = 13.12 \text{ h.}$$

4.4.5 Tiempo base del hidrograma unitario.

El tiempo base del hidrograma unitario se identifica como T_b y se define como:

$$T_b = 72 + 3 * t_l$$

$$T_b = 72 + 3 * t_l$$

$$T_b = 108.09 \text{ h.}$$

4.4.6 Ancho de Hidrograma.

El ancho del hidrograma se representa con W_n donde n es el porcentaje del caudal pico con el que se desea trabajar y

puede tomar distintos valores, en este caso se toma como valores referenciales $n=50\%$ y $n=75\%$. Se define por la siguiente ecuación:

Para $n=50$.

$$W_{50} = \frac{5.87}{60 * \left(\frac{Q_P}{A}\right)^{1.08}}$$

$$W_{50} = \frac{5.87}{60 * \left(\frac{9.52}{736}\right)^{1.08}}$$

$$W_{50} = 10.71 \text{ h.}$$

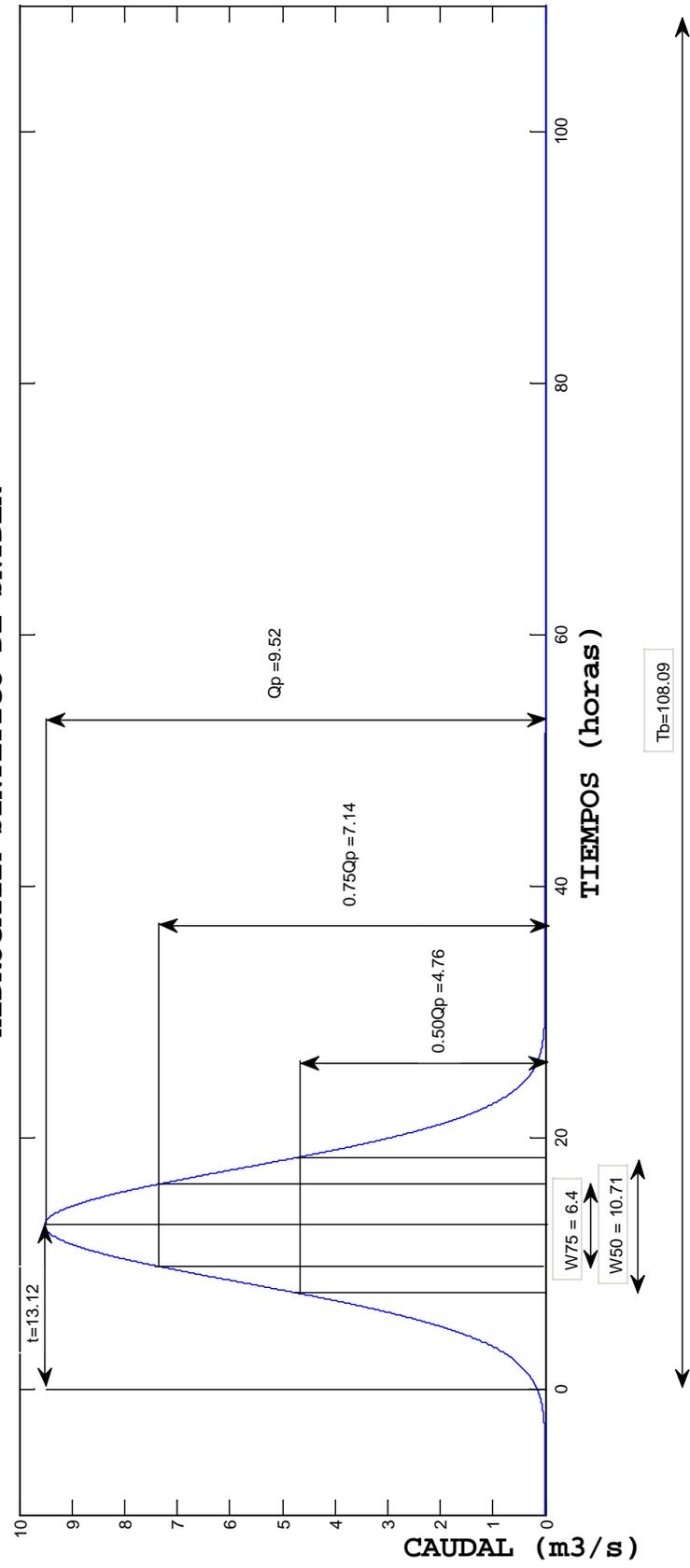
Para $n=75$.

$$W_{75} = \frac{3.35}{60 * \left(\frac{Q_P}{A}\right)^{1.08}}$$

$$W_{75} = \frac{3.35}{60 * \left(\frac{9.52}{736}\right)^{1.08}}$$

$$W_{75} = 6.11 \text{ h.}$$

HIDROGRAMA SINTÉTICO DE SNYDER



4.5 AVENIDAS DE DISEÑO.

Las avenidas de diseño son también llamadas crecidas, se definen como un flujo de agua dentro del mismo río que supera al caudal medio, es decir alteran las condiciones normales de este. Existen algunos tipos de avenidas, entre las cuales se menciona a las más importantes:

Las avenidas periódicas son aquellas que se repiten en cada cierto intervalo de tiempo, son previsibles es decir se puede calcular una buena aproximación de cuando van a suceder y son causadas generalmente por el cambio de estaciones climáticas en el año.

Las avenidas excepcionales en cambio son aquellas que se dan de un momento a otro, es decir no se las espera y no se puede preparar medidas de mitigación ante tales eventos, lo cual hace que casi en su mayoría sean destructivas, son causadas por lluvias intensas por prolongados intervalos de tiempo.

Sea cual fuere el origen de las avenidas, debe ser tomado en cuenta los siguientes aspectos:

- El caudal máximo que puede presentar una de las avenidas para dimensionar las obras de mitigación o de protección

que tengan que ser construidas para evitar los daños en poblados cercanos a la zona.

- El volumen de la avenida, de igual manera nos brinda información para elaborar obras protectoras construidas eficientemente que puedan resistir estos fenómenos.
- La velocidad de cambio de caudal, que nos permite tener en cuenta el tiempo que vamos a tener para poder reaccionar ante tal evento y desalojar lugares específicos si es que este fuese el caso.

Es importante mencionar que los aspectos que se detallaron anteriormente son propios de cada una de las cuencas en las que se realice un estudio, pues aunque las condiciones de precipitación, climáticas, de humedad sean las mismas, el caudal máximo, el volumen de la avenida y la velocidad de reacción serán diferentes pues influyen directamente condiciones propias de la cuenca tales como el área, las pendientes, el tipo de suelo, la vegetación entre otras.

En el presente estudio para calcular el Caudal máximo de una avenida emplearemos la fórmula de Kresnik, esto se hace en función del área de la cuenca y de su forma.

$$Q = \alpha * \frac{32}{(0.5 + \sqrt{A})} * A$$

En donde:

Q Es el caudal pico de la creciente.

A Es el área de drenaje de la cuenca.

α Es el coeficiente propio de la cuenca varía de 0.03 a 1.61.

Para el cálculo del caudal pico de la creciente del río Ambi, se toma en cuenta el área de drenaje $A = 116.48 \text{ km}^2$, y el coeficiente $\alpha = 0.081$.

$$Q = \alpha * \frac{32}{(0.5 + \sqrt{A})} * A$$

$$Q = 0.081 * \frac{32}{(0.5 + \sqrt{116.48})} * 116.48$$

$$Q = 26.74 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

CAPÍTULO V: DIAGNÓSTICO DE LA CUENCA.

5.1 INTRODUCCIÓN.

Hasta el momento se ha realizado un análisis de los datos que se recopilaron de la zona de la Cuenca hidrográfica del río Ambi, este análisis nos han permitido obtener una buena base para establecer las condiciones necesarias para plantear un manejo integral de la cuenca en estudio.

En este capítulo se presenta un resumen de los resultados arrojados después de dicho análisis, para de esta manera contar con parámetros claros que se necesitaran para cualquier plan a realizar.

5.2 EDAFOLOGÍA.

Según el análisis realizado se puede clasificar a los diferentes suelos que forman parte de la cuenca hidrográfica en: páramo de pajonal, matorral, páramo arbustivo, cultivos, pastos, bosque nativo, bosque introducido y áreas urbanas, en el Capítulo III, se realizo una descripción mas detallada que la que se va a realizar en el presente capítulo de los cultivos que se encuentran en la cuenca hidrográfica, a continuación se realiza una breve descripción de los

diferentes suelos, mencionando las características más importantes que cada uno de ellos presenta.

5.2.1 PÁRAMO.

En Sudamérica, se llama páramo al ecosistema que se encuentra a grandes alturas con respecto del nivel del mar. Estas zonas se caracterizan por tener muy bajas temperaturas en las noches, de igual manera tienen bajas temperaturas en el día pero además presentan una fuerte intensidad en los rayos del sol, la neblina es frecuente en este piso y tiene altos índices de humedad. En este tipo de piso, se pueden identificar una amplia variedad tanto de flora como de fauna, además cabe recalcar la importancia que tiene la influencia de este piso sobre el recurso hídrico, pues en ese piso es en donde nacen las vertientes de la mayoría de ríos.[18]

5.2.2 MATORRAL.

El matorral es un piso que ocupa los ecosistemas que generalmente se los puede encontrar entre los 2300 m.s.n.m. y los 2800 m.s.n.m. La vegetación que caracteriza a este suelo son arbustos entre pequeños y medianos que tienen apariencia "leñosa achaparrada" aunque varía sustancialmente según la altura en la que se encuentra. Las plantas más comunes que se pueden encontrar en este piso son: Delostoma (Bignoniaceae),

Laplacea (fheaceae), Saurauia (Actinidaceae), Weinmannia (Cunoniaceae), Brachyotum, Centronia (Melastomataceae), Plumbago (Plumbaginaceae), Caesalpinia (Caesalpinaceae), Sida, Pavonia (Malvaceae) y Vismia (Hypericaceaea).

5.2.3 PÁRAMO ARBUSTIVO.

Se define como páramo arbustivo al área de transición entre el páramo propiamente dicho y los matorrales, otros nombres con los que se lo conoce es páramo bajo o páramo herbáceo, es importante la localización de éste porque en sí es el límite en donde acaba el piso del páramo y comienza el piso del matorral. [18]

En este piso además se puede identificar una amplia variedad de plantas vasculares conformadas tanto por plantas de bosque andino como por plantas de páramo, además la mayoría de estas plantas vasculares están ganando un gran terreno porque la mayoría de la vegetación originaria de los bosques andinos esta desapareciendo por la acción destructora del hombre. Sin embargo para poder poblar este piso las plantas vasculares han tenido que adaptarse a las variaciones drásticas de clima y al fuerte impacto de los rayos de sol que soportan estos ecosistemas dejando ver en su morfología importantes cambios como las texturas y tamaños de las hojas

y tallos, entre las principales plantas vasculares se puede mencionar: lycopodium, jamesonia, gentiana, gentianella, satureja, lachemilla, hypericum.[19]

Dentro de estas plantas vasculares que ocupan la mayoría del terreno se pueden encontrar pequeños parches de pajonales de manera aleatoria en este suelo. Las principales clases de pajonales que podemos hallar formando estos parches son: werneria, azurella y plantago.[18]

5.2.4 BOSQUE NATIVO.

El bosque nativo en la zona cercana a la cuenca hidrográfica del río Ambi, solo puede ser hallado en espacios de difícil acceso humano, cerca de quebradas y en pendientes muy pronunciadas. Esto se debe a que el bosque nativo que pertenece a esta zona casi en su totalidad está conformado por plantas leñosas las cuales son muy apetecidas en el sector comercial, lo que ha causado que el hombre se dedique a explotarlas.

También influye en la conservación de este tipo de bosque las condiciones climáticas a las que hayan estado expuestas en largos periodos de tiempo, influye la humedad del suelo y la incidencia solar, cerca de las zonas de cultivos, es decir lo más cercano al río Ambi, las plantas

leñosas que pueden ser halladas en pequeñas cantidades son pequeños arbustos que no alcanzan los 2 metros de altura, esto de una manera indirecta ha facilitado el desarrollo de nuevas especies que han sido introducidas al sector. Entre las plantas leñosas más comunes que se pueden hallar en el sector se pueden hallar: *Baccharis* sp. (Asteraceae), *Coriaria* sp. (Coriaceae), *Calceolaria* sp. (Scrophulariaceae), *Miconia* sp. y *Blakea* sp. (Melastomataceae).[3]

5.2.5 BOSQUE INTRODUCIDO.

Como se mencionó en el punto referente al bosque nativo, este ha ido perdiendo terreno a causa de la actividad humana enfocada en el rédito económico, y esto ha dado lugar a especies introducidas que forman el bosque introducido se expandan rápidamente de manera dispersa en este suelo, se puede apreciar entre las principales especies introducidas bosques de eucalipto que se encuentran alrededor de las grandes zonas de cultivos y bosques de pino localizados en su mayoría en las partes altas.[3]

5.2.6 PASTOS.

Se identifican a los pastos como zonas destinadas a la alimentación del ganado, en este sector cercana al río Ambi, se identifican pastos destinados al ganado que han

permanecido en ese lugar alrededor de 40 años sin ser modificados.

También se pueden identificar algunas pequeñas zonas que se alternan entre pastizales durante algunas épocas del año y zonas de cultivos en otras épocas, todo esto se realiza con el objetivo de dejar descansar el suelo para obtener una mejor producción a largo plazo.[3]

5.2.7 ZONAS DE CULTIVO.

Se puede considerar que más del 40% del área que se introduce en el estudio de la cuenca hidrográfica del río Ambi está destinado a las zonas de cultivo pues estas zonas tienen una gran importancia dentro de las poblaciones cercanas ya que el comercio de estos productos fundamenta la economía del lugar.

En el Capítulo III se realizó un estudio profundo de las especies que ocupan estas zonas de cultivo y de su situación actual en el Ecuador, cabe recalcar que estas especies pueden ser consideradas tradicionales en nuestro país pues se han venido produciendo a lo largo de varios años. Entre las principales especies que se analizaron podemos mencionar a las siguientes: fréjol (*phaseolus vulgaris*), caña de azúcar (*saccharum officinarum*), habas (*vicia faba l*), col (*brassica*

oleracea), trigo (*triticum*), cebada (*hordeum vulgare*), maíz (*zea mays*), pimiento (*capsicum annum*), tomate (*lycopersicon esulentum*).

Dependiendo de las épocas en las que se acostumbre a producir cada uno de los cultivos que se mencionaron, los terrenos destinados a esta producción agrícola pueden encontrarse descuidadas aparentemente pero esto se lo hace con el fin de recuperar materia orgánica y humedad en el terreno a estos terrenos se los llama "barbechos".

Además es importante mencionar que rodeando a las zonas de cultivos se pueden hallar vegetación que en la mayoría de casos se la intenta aprovechar como cerramientos para separar cultivos de diferentes propietarios o simplemente delimitar una propiedad, las plantas que más comúnmente son usadas para tales fines son: dellechero (*Euphorbia laurifolia*, Euphorbiaceae), penco (*Agave*, sp. Agavaceae), sigse (*Cortaderia nitida*, Poaceae) y aliso (*Alnus acuminata*, Betulaceae).[3]

5.2.8 INVERNADEROS.

En algunas zonas de la cuenca hidrográfica, en especial en el área de las zonas de cultivo se pueden hallar algunos invernaderos que han sido construidos en los últimos años con

el fin de mejorar la producción, son de estructura metálica, de madera o de estructura mixta, y los principales beneficios que se pueden obtener al usar este método de cultivos es el control relativo del clima, de la humedad, del viento de la temperatura entre otros.

Los invernaderos en su mayoría están destinados a la producción de tomates y de flores aunque éstas últimas no tienen se lo realiza en gran cantidad sino más bien de una manera artesanal.

5.2.9 ZONAS URBANAS.

Las áreas urbanas son aquellas que cuentan en toda su extensión con una infraestructura de viviendas y de caminos, la cuenca del río Ambi y específicamente el área de estudio que se estableció en un principio, tiene incidencia en las zonas urbanas pertenecientes a Otavalo, Cotacachi y Atuntaqui.

5.2.10 ZONAS SIN CLASIFICACIÓN.

Podemos llamar a éstas zonas mixtas, se deja ver en ellas un alto impacto ambiental causado por el hombre, se caracterizan por presentar partes de pasto, de matorrales, arbustos y algunos arboles, en su mayoría estas zonas se

encuentran cerca de los ríos o de las quebradas y son usados para que transite el ganado.[3]

5.3 ECOLOGÍA.

Los lugares en los que se puede encontrar la mayor cantidad de especies de flora y fauna de la zona en estudio pertenecen a la Zona Andina y la Zona Subtropical.

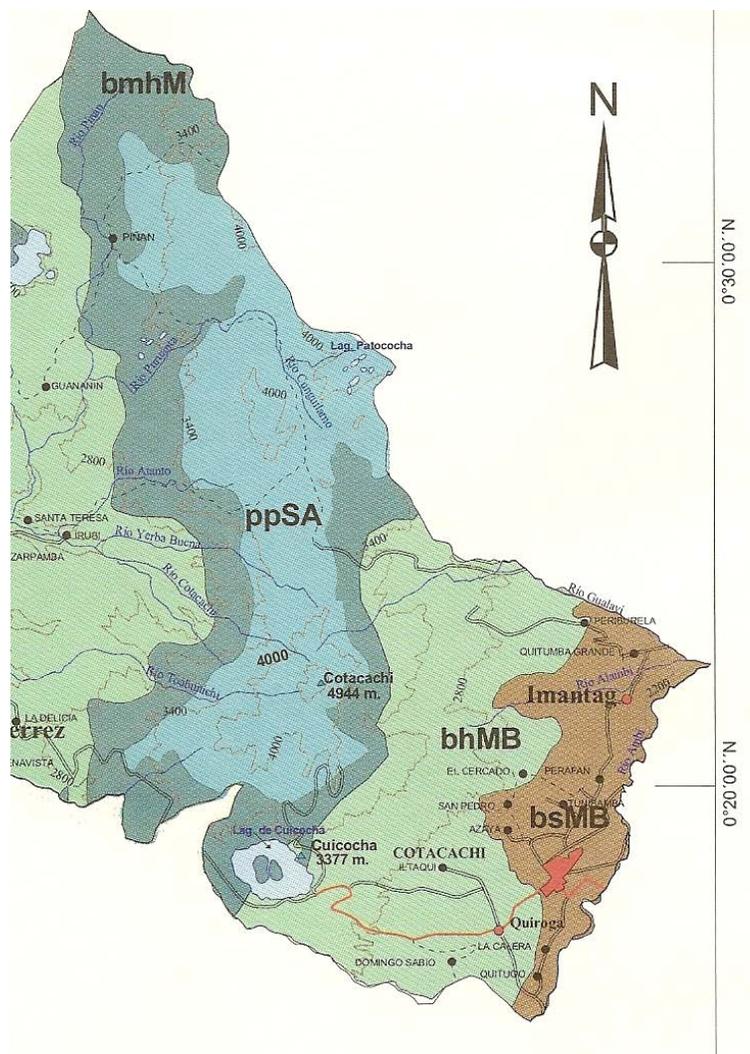


Figura 44. Mapa de Zonas de Vida.

5.3.1 FLORA

En la zona andina la flora en su mayoría proviene de las familias de Orchidaceae, Araliaceae, Columeliaceae, y las especies Asteraceae, y Poaceae. Los bosques de mayor altura tienen árboles que en promedio tienen 8 metros y entre las especies más destacadas podemos mencionar a pumamaqui (*Oreopanax* sp.) y también el peralillo (*Vallea stipularis*).[20]

Por otro lado en los matorrales las herbáceas son las que predominan este sector entre las que podemos destacar mortiño (*Vaccinium floribundum*) y romerillo (*Hypericum laricifolium*), que son usadas por los indígenas como plantas medicinales y también forman parte de sus rituales.[20]

En otro de los sectores que pertenece a la cuenca, específicamente en las estribaciones de la cordillera de Toisan, predominan bosques que se encuentran entre los 10 y 15 metros de altura, las especies características de esta zona son la guandera y la paja de oro, en otro sector se pueden encontrar bosques de pala y guandera negra, además de los mencionados árboles podemos encontrar una abundante cantidad de plantas como bromelias, líquenes, orquídeas y helechos arbóreos.[21]

5.3.2 FAUNA

En términos generales, la fauna del sector se encuentra en peligro por las actividades humanas que se producen en la zona que en su mayoría tienen carácter destructivo. Estas actividades en sí involucran una continua alteración y hasta la destrucción total del hábitat de las especies animales y como resultado de todas estas afectaciones las especies inclusive pueden desaparecer en su totalidad. Este aspecto afecta principalmente a los mamíferos, pues esta especie necesita de un mayor espacio para su desarrollo y convivencia que otras especies animales.[20]

El gato de montaña habita los sectores subtropicales de la zona, mientras que el lobo y el venado de páramo son los principales animales que habitan del páramo propiamente dicho en la cuenca.[21]

En cambio en los suelos que corresponden al matorral se puede identificar la presencia de algunos micro mamíferos como el ratón de campo y el conejo silvestre.[22]

De igual manera en el sector de la cuenca hidrográfica podemos mencionar a las aves características que pueden ser identificadas, entre las que se puede mencionar al gavilán y al quinde de corbata blanca mientras que el anfibios más

representativo es el leptodactylus (sapo), que se ha adaptado totalmente al clima frío de páramo.[21]

5.4 GEOMORFOLOGÍA Y GEOLOGÍA.

La cuenca del río Ambi, está situada dentro de las estribaciones de la cordillera de los Andes y su origen se remonta a la formación de esta gran cadena montañosa que cruza a nuestro país.

El río Ambi es una falla geológica dentro de esta cordillera que en su mayoría esta conformada por rocas metamórficas, en los alrededores del río se pueden distinguir también una variedad no muy extensa de rocas sedimentarias.

Las fallas geológicas son comunes en la provincia de Imbabura, es así que cantones como Urcuquí, Pimampiro, Antonio Ante e Ibarra están situados sobre importantes fallas geológicas.

A más de los riesgos que involucran las mencionadas fallas, hay que tomar en cuenta también que Imbabura tiene riesgo volcánico porque dentro de su territorio se encuentra el volcán que lleva el mismo nombre. Este volcán pertenece al grupo de los estratovolcanes y esta inactivo, es un volcán que pertenece al cinturón de fuego del pacífico, se originó con la subducción de la placa de nazca debajo de la placa

sudamericana, luego de este proceso de subducción el material mas caliente subió a la superficie y así se formo dicho cinturón a una distancia que varia de los 100 a los 300 km desde la zona de subducción.

El volcán Imbabura tiene su origen en erupciones de tipo estrombolianias, puede considerarse que este volcán está conformado por algunos conos con altura variable entre los cuales se pueden mencionar El Cubilche, Azaya o Huarmi Imbabura, Pangaladera, Cunrru, Artezón, Zapallo loma, Angaroloma y Araque.

Las erupciones si es que llegarían a darse de este volcán se caracterizan por expulsión de ceniza, flujos de lahares y por flujos piroclásticos, la época en la que se cree que fue activo es el pleistoceno tardío, y que la ultima erupción que se produjo fue hace 14000 años atrás aproximadamente. Si es que este volcán entrara en erupción el mayor riesgo se centraría en el cono de Azaya localizado en el flanco oeste, los flujos piroclásticos arrojados por este flanco llegarían rápidamente al lago San Pablo y al impactar sus aguas podrían causar olas devastadoras, por otro lado esta el cono Artezón que se encuentra en el flanco Norte que expulsaría flujos piroclásticos y lahares que afectarían directamente a la ciudad de Ibarra.[23]

Ahora, refiriéndose a las fallas geológicas entre las más importantes podemos mencionar a la falla del río Mataqui, esta falla es la causa de la gran cantidad de deslizamientos en el sector de Pimampiro que tienen dirección noroeste es decir apuntan hacia el sector del Juncal.



Figura 45. Fotografía de Deslizamiento en la Zona de Pimampiro.

En cambio Urcuquí está rodeado por dos fallas, la una es la falla del río Ambi que lo estamos estudiando y la otra es la quebrada seca. Además la falla del río Ambi también afecta el asentamiento humano en la zona del cantón Antonio Ante, Ibarra también está afectada por la falla del río Ambi, y por otras dos fallas que son Azaya y Tahuando. [24]

5.5 FORMA DE LA CUENCA.

La cuenca hidrográfica del río Ambi tiene una forma poco irregular, le corresponde el Índice de Gravelius mayor a uno en donde se ratifica las características de poca irregularidad, como ya se conoce y el perímetro es de 113 km.



Figura 46. Cuenca Hidrográfica del Río Ambi.

5.6 ALTITUD DECLIVIDAD Y ORIENTACIÓN.

En el capítulo II se realizó la curva hipsométrica de la Cuenca Hidrográfica del río Ambi (Figura 7) de dicha gráfica se pueden obtener datos importantes que se mencionan a continuación:

- Se puede apreciar que la cuenca esta formada por pendientes pronunciadas en los extremos, y los valles que se encuentran dentro de esta cuenca tienen una extensión considerable.
- La cota media de la cuenca hidrográfica tiene un valor 2115.85 m.s.n.m. y las altitudes máximas en las que encaja esta cuenca son 2620 m.s.n.m y los 1580 m.s.n.m.
- La pendiente media del río Ambi es del 2.54%, es decir disminuye en cota 2.54 metros por cada 100 metros que recorre a lo largo de los 40.80 kilómetros que el río Ambi tiene de extensión entre los límites que se preestablecieron para realizar el estudio.
- El río Ambi tiene una orientación de Sur a Norte como se puede apreciar en las cartas geográficas del IGM; de igual manera las aguas del río recorren en el mismo sentido.

5.7 SUPERFICIE.

La cuenca hidrográfica del río Ambi tiene una extensión que abarca los 736 kilómetros cuadrados y tiene un perímetro de 113 kilómetros. Las zonas urbanas son las mencionadas Atuntaqui, Cotacachi y Otavalo, pero la mayor parte de la

Cuenca Hidrográfica está ocupada por Cultivos de los productos mencionados en el Capítulo III.

5.8 RECURSO HÍDRICO.

Para referirse al recurso hídrico, se analiza en este punto la situación que afecta a la provincia de Imbabura en general y a otras provincias del nuestro país, que se sobreentiende es la misma problemática que tienen que enfrentar los cantones que forman parte de estas provincias como en nuestro caso lo es Cotacachi.

No existe una igual distribución de dotación de agua potable en el área rural y en el área urbana, siendo más afectada la primera pues el evidente descuido de las autoridades de los gobiernos nacionales tanto como de los seccionales no han sabido destinar los suficientes recursos para realizar obras de calidad que puedan cumplir con la demanda de la población y así permitir un progreso constante.

Además de la falta de asignación de los recursos, el aspecto más preocupante es que las obras que han sido realizadas no benefician a los sectores que deberían beneficiar, a más de que son construidos en la mayoría de casos con sobrepuestos, o cuestan mucho más del beneficio que estos pueden dar.

Es así que en porcentajes se calcula que tan solo el 35% de la población en el área rural está dotada de agua potable mientras que en el área urbana los porcentajes son más alentadores se cree que aproximadamente el 75% de la población cuenta con este recurso, lo alarmante es que en el sector rural no se evidencia un progreso sino más bien un retroceso en la distribución de este recurso. [25]

"La mayor parte del consumo de agua del Ecuador se destina al riego, estimándose su uso en un 80% del consumo total; sin embargo, las pérdidas en la captación, conducciones primarias, secundarias y terciarias y en el ámbito de parcela, hacen que las eficiencias varíen entre el 15% y 25%." [25]

Se han realizado estudios sobre la tenencia de aguas en el país, y específicamente en la provincia de Imbabura en donde se puede apreciar que la mayor parte del riego está en manos privadas, es tanta la diferencia que aproximadamente triplica el porcentaje de los sistemas de riego que pertenecen al sector público, esto deja ver la diferencia que también existe en este aspecto puesto que denota la desigual distribución del agua y de la tierra, según Galarraga los minifundistas apenas pueden aprovechar el 6% al 20% del volumen total de agua disponible, mientras que del 50% al 60%

del volumen disponible está bajo el poder de sectores de hacendados o gente que posee grandes extensiones de terreno y por ende mayor influencia. [25]

Hace algunos años la administración del recurso hídrico a nivel nacional estaba a cargo del Instituto Ecuatoriano de Recursos Hídricos (INHERI), que incluso tenía atribuciones de construcción y operación de sistemas de riego, en el año de 1994 se dió paso al Consejo Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) con la principal función de regular el uso del agua.[25]

CAPÍTULO VI: PROTECCIÓN Y MEDIDAS PARA OPTIMIZAR EL RECURSO HÍDRICO DE LA CUENCA DEL RÍO AMBI.

6.1 INTRODUCCIÓN.

La actividad humana, de manera directa o indirecta, causa perjuicios en el entorno natural. Siendo más específico, en el presente caso de una Cuenca Hidrográfica, el recurso hídrico tiene trascendental importancia para el desarrollo de cualquier tipo de actividad, de esta manera se debe destinar el mismo grado de importancia a las medidas de protección y las políticas de optimización que tienen como fin el manejo consiente y mesurado para aprovechar eficientemente este bien natural.

En la cuenca hidrográfica del río Ambi se desarrolla una cantidad considerable de productos agrícolas y estos dependen en casi su totalidad del agua que se obtiene de dicho río, es éste uno de los ejemplos de la importancia conllevaba un manejo mesurado del agua puesto que si se afectara a este no serían los perjudicados solo los nativos de esta zona sino más bien toda la población que se beneficia de estos productos.

El impacto ambiental que se da en la cuenca hidrográfica también afecta a otro aspecto muy importante que es la flora

y fauna de la región, las alteraciones en los sectores que pertenecen a esta zona causarán variaciones en las especies animales y vegetales que en su mayoría pueden ser negativas.

6.1.1 ESTUDIO DE PROTECCIÓN Y MANEJO DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS.

Este análisis se refiere a los principales aspectos que debemos tomar en cuenta para proteger a las cuencas hidrográficas, se toma en cuenta a los principales agentes que modifican el entorno natural, estos agentes son las personas y lo modifican ya sea de una manera favorable, o de una manera perjudicial.

En general los recursos hídricos, entre los cuales podemos considerar las cuencas hidrográficas y hasta los mismos ríos, son usados en obras de diferentes índoles entre las que podemos mencionar obras agrónomas, obras de generación de energía eléctrica, abastecimiento de agua, e inclusive como un medio de desecho.

A continuación se realiza una breve descripción de los principales aspectos que debemos tomar en cuenta para manejar las cuencas hidrográficas con parámetros adecuados de protección.

6.1.1.1 GESTIÓN DEL AMBIENTE.

Se sugiere plantear una política ambiental de consenso en el lugar que se encuentre la cuenca hidrográfica que se este tratando.

En cualquier lugar que se este tratando dicha temática, se va a encontrar una amplia diversidad tanto de flora, fauna y de nativos de la zona, lo cual implicar establecer un punto de equilibrio que satisfaga los intereses y las necesidades de todas las partes, causando el menor daño posible al entorno.

Hace algunos años este aspecto de gestión ambiental se lo consideraba un punto más a tener en cuenta, pero ahora con los trastornos que se están produciendo en nuestro planeta se ha vuelto un aspecto imprescindible el tratarlo con la seriedad y las técnicas apropiadas.

6.1.1.2 TRATAMIENTO DEL ESPACIO.

Cuando se realicen los estudios de las cuencas hidrográficas en general se debe tener en cuenta el seguir una tendencia lógica del orden del análisis, se recomienda comenzar los estudios desde las partes más altas o las cabeceras de las cuencas hacia las partes más bajas.

De esta manera se pueden controlar aspectos importantes de las cuencas como la calidad del agua, controlar los sedimentos beneficiosos, o rechazar los perjudiciales, se considera lógico este razonamiento dado que en los puntos más altos se encuentran las vertientes de agua, o se produce la mayor concentración de las aguas lluvias por las características propias de estos ecosistemas.

6.1.1.3 PLANIFICACIÓN DE TAREAS Y OBRAS.

Se necesita tener claro un plan aplicable a la cuenca hidrográfica que se encuentre en estudio, este plan debe contener aspectos concretos del manejo de la cuenca, para lo cual se necesita conocer detalladamente el aérea, eso se puede lograr con la recopilación de mapas, fotografías aéreas y anteriores estudio.

Lo más importante es que con toda la información que se haya recopilado se puedan establecer un cronograma de actividades manejable y eficiente para cumplir con los objetivos que se planteen.

6.1.1.4 MANEJO Y GESTIÓN DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS.

Uno de los aspectos más importantes que se debe tener en cuenta, sin duda es el tener la capacidad para solucionar los

conflictos que se presenten en la interacción humano-naturaleza.

Se debe encontrar una propuesta viable que promueva la protección de la naturaleza por parte de los grupos humanos sin que estos tampoco vean afectados sus intereses ni sus beneficios.

6.1.1.5 EJECUCIÓN DE PROYECTOS.

Para ejecución de los planes establecidos en los puntos mencionados anteriormente, se necesita organizar los frentes de trabajo que sean necesarios para cumplir con las expectativas planteadas, luego aplicar una dirección eficaz, que esté enfocada en la conservación del medio ambiente y finalmente un control estricto de los parámetros que sean necesarios.

6.1.2 ESTUDIO DE OPTIMIZACIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS.

El optimizar los recursos hídricos en un sector sea cual fuere, en nuestro caso en una cuenca hidrográfica, significa repartir el agua entre todos los usuarios de una manera equitativa, sin beneficiar a unos más que a otros, en cualquier época del año, sea tanto en medio de un estiaje o

durante una inundación, se debe buscar la soluciones que tenga el menor costo posible y que den el mayor beneficio, es decir tomar decisiones eficientes y eficaces.

Para podemos tomar decisiones acertadas en cuanto a la optimización de recursos, y contando con los datos suficientes de las variables involucradas se puede recurrir a moldeamientos del sistema con la ayuda de algunos métodos entre los que podemos mencionar a la programación lineal, programación dinámica, programación convexa, programación cuadrática, programación discreta, programación estocástica y teoría del control óptimo.

Es importante mencionar que estos modelos si bien es cierto nos proporcionan importantes resultados con gran precisión desde el punto de vista matemático, se debe tomar en cuenta los factores externos que no pueden ser tabulados en la realidad como la predisposición de la gente al cambio o la cooperación que puedan presentar ante determinados estímulos, en este caso es importante analizar los comportamientos humanos basándonos en el estudio de la cultura al que pertenecen.

6.2 PROTECCIÓN Y OPTIMIZACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO AMBI.

En este trabajo se investigó el manejo que se realiza actualmente en la cuenca hidrográfica del río Ambi. Aparentemente en la actualidad no se tiene en cuenta ningún plan de protección ni de optimización del recurso hídrico en esta zona pero es algo alentador el saber que se ha puesto en marcha un inventario de cuencas hidrográficas entre las que se encuentra involucrada la del río Ambi entre otras cuencas hidrográficas de la misma zona.

Según se puede apreciar, la intención de dicho estudio concuerda con los lineamientos que se describieron brevemente al inicio de este capítulo, de esta manera se puede considerar de un mismo lineamiento la propuesta que se menciona.

A continuación se presenta un resumen de los aspectos más importantes que se van a tomar en cuenta en el inventario que se va a realizar en la provincia de Imbabura, se menciona el tipo de estudio que se va a realizar, las entidades que estarán a cargo de dicho estudio y los alcances que se espera obtener.

Los párrafos que se citan a continuación han sido extraídos del texto que se titula "INVENTARIO DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN MICROCUENCA DEL RÍO AMBI", elaborado para el CONSORCIO DE LA PROVINCIA DE IMBABURA PARA LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS.

"Los Gobiernos seccionales de la Provincia de Imbabura y el Cantón Ibarra, La Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado del Cantón Ibarra EMAPA-I, La Corporación de Desarrollo de la Sierra Norte CORSINOR, La Agencia de Aguas en la provincia CNRH, no disponen de un modelo básico de Sistemas de Información accesible y actualizada para el realizar el inventario de los recursos hídricos, razón por la cual se hace imperativo establecer una herramienta metodológica que permita llevar a efecto éste y otros trabajos relacionados al tema."[5]

"El Gobierno Provincial de Imbabura, a fin de viabilizar el Plan de Desarrollo Estratégico 2002-2015, con el apoyo de el Consorcio COIMBAGUA, preveé a la provincia de Imbabura como escenario para impulsar programas y proyectos que conlleven a la conservación ambiental y el uso sustentable y sostenido de los recursos naturales, de manera especial realizar el Diagnóstico e Inventario de los Recursos Hídricos sobre la base de una visión local y global para un

posicionamiento Institucional, como consta en la Constitución Política del Estado, Capítulo XI. DE LA ORGANIZACIÓN TERRITORIAL Y DESENTRALIZACIÓN, Art.233.”.[5]

“El objetivo general es: Recopilar datos existentes, Realizar un Diagnóstico Socioeconómico a fin de determinar la oferta y demanda del recurso hídrico en la cuenca del río Ambi, propuesta que permitirá promover el desarrollo humano sostenible y permitir activar los procesos productivos a los pequeños y medianos productores agrícolas al interior de la cuenca. Al ejecutar la presente propuesta se establecerá datos relevantes desde su punto de vista: técnico, económico, financiero y ambiental con el fin de optimizar los recursos existentes.”[5]

De acuerdo a este estudio, los mayores puntos a favor que se planea desarrollar luego de que este proceso se lleve a cabo en su totalidad en la cuenca hidrográfica del río Ambi y de que se pueda implementar completamente el sistema que se escoja son:

“La distribución equitativa del recurso hídrico, la educación ambiental para reducir la contaminación en los cauces naturales de ríos y quebradas, la implementación de sistema de monitoreo y seguimiento por parte de los beneficiarios para proveer el servicio de riego ajustado a

las necesidades de los usuarios", entre los más importantes que se pueden mencionar y los que encajan en esta área. [5]

"El Consorcio CAMAREN, ha fijado como una de sus acciones prioritarias implementar un Plan Nacional para realizar el inventario de los recursos hídricos, mediante la participación comunitaria, que sea integral con el manejo de cuencas hidrográficas, por lo tanto será el responsable de la gestión para el desarrollo hídrico sustentable, para lo cual elaborará y ejecutará políticas, programas y proyectos; planificará y aplicará el ordenamiento territorial y manejo de la cobertura vegetal natural en la cuencas hidrográficas. Para el cumplimiento de estas responsabilidades, el Ministerio del Ambiente podrá delegar parte de sus facultades y deberes, así como también entrar en los procesos de descentralización, que ya se prevé en el Programa de Apoyo a la Gestión Descentralizada de los Recursos Naturales." [5]

CAPÍTULO VII: ANÁLISIS SOCIAL DE COTACACHI.

7.1 INTRODUCCIÓN.

En este trabajo es importante realizar un análisis social de la población del cantón Cotacachi, porque ésta es el área urbana que se encuentra bajo influencia directa de la cuenca hidrográfica del río Ambi en este estudio.

Se analizan los aspectos más importantes que envuelven el desarrollo de la población de este cantón, además de sus características y limitaciones.

7.2 DISTRIBUCIÓN DE POBLACIÓN.

La distribución de la población no tiene ninguna tendencia definida entre las diferentes parroquias, pero los asentamientos humanos se concentran principalmente en la ciudad de Cotacachi, y en la parroquia Quiroga entre las más importantes según el censo realizado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) en el año 2001.

Otro porcentaje importante corresponde a la población que se encuentra asentada en las periferias, específicamente esta población es la rural y que se dedica como actividad de subsistencia a la agricultura.

En la siguiente tabla se pueden identificar datos estadísticos de la distribución poblacional dentro del cantón Cotacachi según las parroquias, estos datos fueron obtenidos del Censo de Población del año 2001 realizado por el INEC.

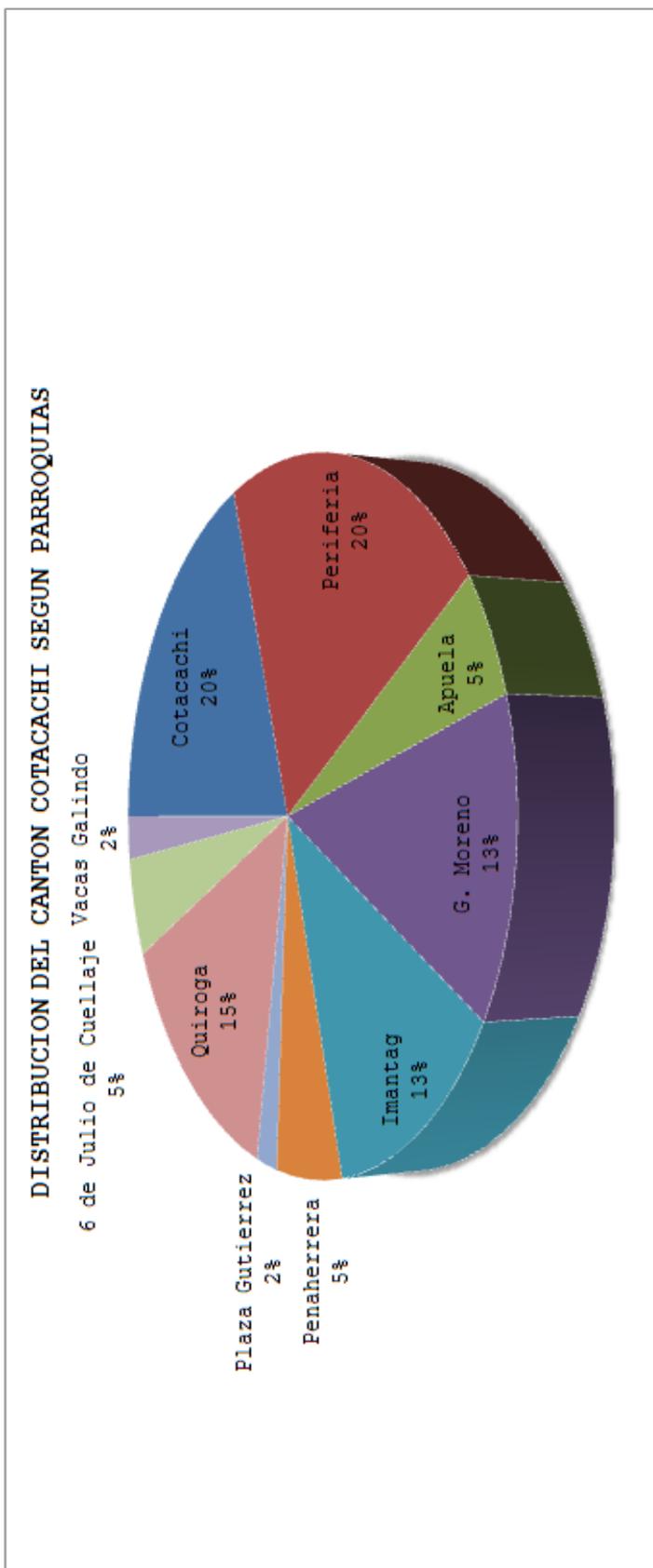
Tabla 15. Distribución de Población de Cotacachi según Parroquias.

	Total	Hombre	Mujeres
Total	37215	18773	18442
Cotacachi	7489	3584	3905
Periferia	7513	3660	3853
Apuela	1909	1009	900
G. Moreno	4682	2565	2117
Imantag	4660	2343	2317
Peñaherrera	1999	1062	937
Plaza Gutierrez	653	354	299
Quiroga	5561	2720	2841
6 de Julio de Cuellaje	1903	1005	898
Vacas Galindo	846	471	375
Área Rural	29726	15189	14537

Figura 47. Distribución de Población según Parroquias.

7.3 VIVIENDA.

La vivienda en el cantón Cotacachi en su mayoría está conformada por casas, estas difieren en función de la zona en la que se encuentren, puesto que las casas de la zona urbana tienen materiales de construcción entre los que se puede mencionar el bloque, el ladrillo y el cemento, mientras que en la zona rural las casas o covachas difieren tanto en su infraestructura al ser más precarias, como en los materiales de construcción usados entre los que se puede



mencionar al tapial y la madera.

En el censo del año 2001 realizado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), se realizó un inventario de los tipos de vivienda que se puede encontrar en

el cantón

vez en cada una

parroquias que

Además se

tipos de casas,

la que éstas se

decir si están

los dueños o

y si es que la

en otra

mediagua,

choza entre

Tabla 16.
Población según

De la

recopilación de

del censo del

	Total	Casa	Depart.	Inqui.	Mediagua	Rancho	Covacha	Chozas	Otro
Total	8263	6505	119	198	1006	128	78	221	8
Cotacachi	1904	1525	89	109	174	3	1	2	1
Periferia	1529	1233	2	8	220	5	22	34	5
Apuela	433	296	0	22	60	21	8	25	1
G. Moreno	946	673	6	11	189	48	8	10	1
Imantag	989	721	3	7	178	10	17	53	0
Penaherrera	464	428	0	10	16	0	4	6	0
Plaza Gutierre	154	124	0	2	7	2	0	19	0
Quiroga	1267	1071	16	13	100	6	7	54	0
6 de Julio de	382	308	2	14	36	5	9	8	0
Vacas Galindo	195	126	1	2	26	28	2	10	0

Cotacachi y a su

de las

la conforman.

distinguen los

la condición en

encuentran es

habitadas por

son arrendadas,

vivienda entra

categoría como

rancho, covacha,

otras.

Distribución de
tipo de Vivienda.

misma

datos por parte

año 2001, se

puede distinguir un cuadro del número de ocupantes promedio por vivienda, en la extensión de terreno, y la densidad poblacional del cantón.

Tabla 17. Distribución de Población, promedio de Habitantes y Densidad Poblacional.

AREAS	TOTAL	VIVIENDAS PARTICULARES OCUPADAS			POBLACION	EXTENSION	DENSIDAD
		NUMERO	OCUPANTES	PROMEDIO			
TOTAL CANTON	10245	8263	37081	4,5	37215	1725,7	21,6
AREA URBANA	2160	1904	7398	3,9	7489		
AREA RURAL	8085	6359	29683	4,7	29726		

7.3.1 ABASTECIMIENTO DE AGUA.

La población del cantón Cotacachi, para satisfacer las necesidades que tiene se abastece de agua para su consumo de algunos tipos de fuentes entre las más importantes podemos mencionar: red pública de agua potable, ríos o vertientes, carros repartidores de agua en los lugares que no se tiene acceso a ninguno de los anteriores y hasta el agua lluvia.

Los porcentajes de abastecimiento de agua en los diferentes sectores varía según el lugar en el que se encuentren, pero en ninguno de los casos llega a ser del 100% para todas las viviendas, en el sector urbano se tienen porcentajes considerables de distribución de agua a través de la red pública, mientras que en el sector rural, el sistema de agua público es nulo, y la población debe concurrir a el

abastecimiento del agua a través de ríos o vertientes y en casos a un vehículo que reparte agua en pequeñas cantidades.

7.3.2 ELIMINACIÓN DE AGUAS SERVIDAS.

Para la eliminación de las aguas servidas, el cantón Cotacachi cuenta con un sistema considerado bueno de alcantarillado, que cubre en gran porcentaje el área urbana de dicho cantón.

Otro de los sistemas que se usan para eliminar los desechos orgánicos son las letrinas o los pozos sépticos sin embargo lo que no colabora para una eficiente eliminación de las aguas servidas es la falta de agua, puesto que para un correcto funcionamiento del sistema de alcantarillado se necesita del servicio de agua para poder evacuar todos los desperdicios de una manera adecuada.

Debido a esta problemática se ha fomentado en la población, la eliminación de las aguas servidas a través de pequeñas acequias que en la mayoría de casos son creados por los mismos pobladores y que tienen como destino los principales ríos del cantón entre los cuales se encuentra el río Ambi, aunque la mayoría de las descargas de aguas servidas se las realiza en el río Pichaví.

7.3.3 CALIDAD DE AGUA DEL RÍO AMBI.

Se realiza un análisis de la calidad del río Ambi en el sector de cuenca hidrográfica que corresponde al área más cercana de la zona urbana de Cotacachi. Se toman muestras de agua en dicha zona y se los compararon con patrones de agua estándar, entre las principales características que se pudieron encontrar en el agua se puede mencionar:

A simple vista se identifica que el agua del río Ambi es turbia, la temperatura promedio esta entre los 14 °C y 16 °C.

Las muestras tomadas de agua presentan un pH que es mayor que 10, es decir está sobre 7 que es neutro y tiende a ser base.

Es importante mencionar que en el sector que pertenece al área de la ciudad de Cotacachi se puede evidenciar en la muestra una considerable concentración de ión fosfato (PO_4), lo cual es un preocupante síntoma de que existe una considerada contaminación inorgánica del agua.

Por otra parte la concentración del ion (NO_2), se encuentra dentro de parámetros normales, tiende en pequeñas cantidades a sobrepasar el límite establecido dejando notar que existe una pequeña cantidad de contaminación del tipo orgánico es decir específicamente por aguas servidas, y esto concuerda con los datos que se mencionaron anteriormente en

donde queda claro que la eliminación de aguas servidas del cantón en su mayoría se lo realiza al río Pichaví.

Dentro de la cuenca del río Ambi, se puede mencionar que el agua varía en sentido sur-norte, de blanda a moderadamente dura, dentro de parámetros químicos se puede considerar que el agua de esta cuenca se encuentra en una categoría C2-S1, lo cual nos deja ver que es buena para se usada en la agronomía pero específicamente en cultivos que tengan una considerable tolerancia a la salinidad.

7.3.4 ELIMINACIÓN DE BASURA.

El sistema de eliminación de basura es muy precario en la ciudad de Cotacachi, solo cubre aproximadamente la mitad de la de demanda; a diferencia de el resto de parroquias del cantón, en donde no existe ningún tipo de plan de evacuación de la basura.

La gente elimina la basura depositando los desechos en terrenos baldíos o quemándola, esto implica una generación extremadamente alta de contaminación y la situación mas crítica se presenta cuando se elimina a la basura en las quebradas, estos desechos producen lixiviados que van a parar en los ríos del sector contaminando de manera preocupante sus aguas.

7.4 ANÁLISIS DE LA POBLACIÓN.

En el censo del año 2001, realizado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), arroja datos importantes que se recogieron y se los organiza en datos estadísticos para entenderlos de mejor manera.

En este gráfico se presenta la población total del cantón Cotacachi, y posteriormente se lo clasifica según las áreas en donde se encuentran asentadas, se dividen los porcentajes entre el área rural y el área urbana.

Tabla 18. Población del Cantón Cotacachi (Censo 2001)

AREAS	TOTAL	HOMBRES	MUJERES	% HOMBRES	%MUJERES
TOTAL	37215	18773	18442	50,44	49,56
URBANA	7489	3584	3905	47,86	52,14
RURAL	29726	15189	14537	51,10	48,90

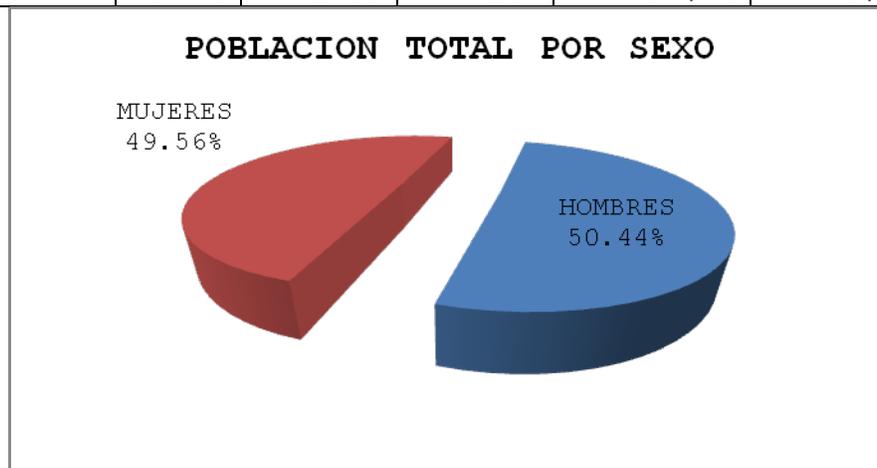


Figura 48. Distribución de Población, por Sexo.

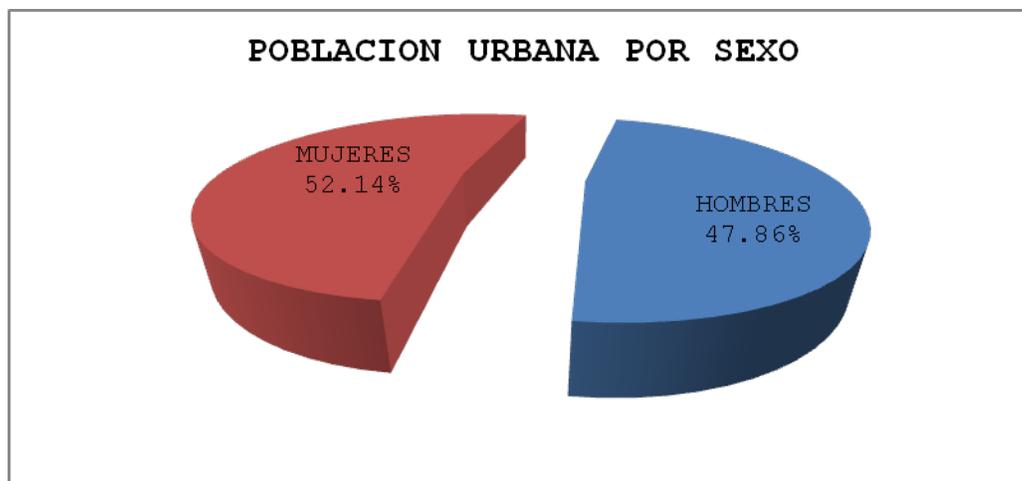


Figura 49. Distribución de Población por Sexo en el Área Urbana.

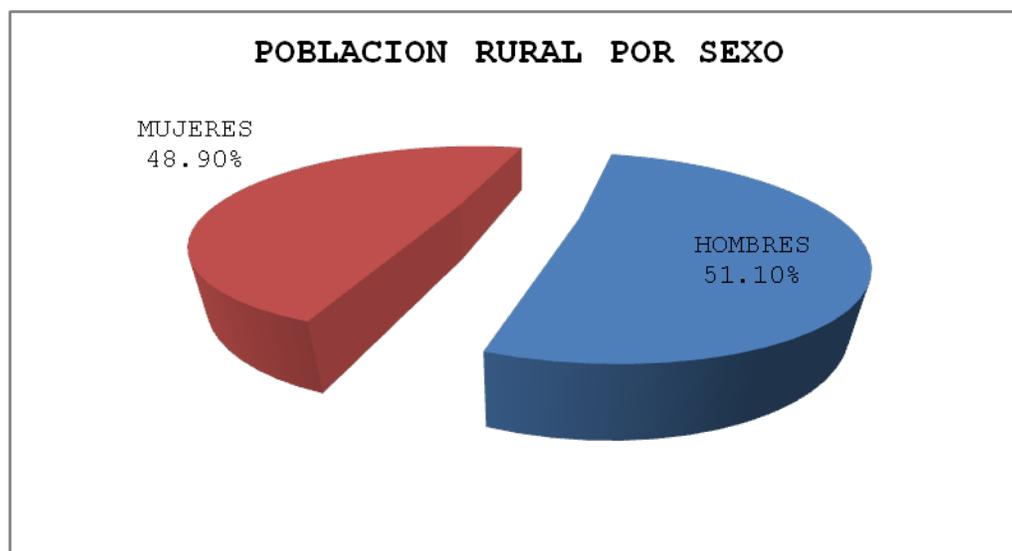


Figura 50. Distribución de Población por Sexo en el Área Rural.

A continuación se presenta una tabla de la población organizada según las edades y el sexo, de igual manera son datos que fueron obtenidos del Censo de Población realizado en el año del 2001 por el INEC.

Tabla 19. Población según Edad, Censo 2001

Rango	Hombres	Mujeres
85 y +	193	199
80-84	172	195
75-79	268	297
70-74	362	359
65-69	450	484
60-64	533	517
55-59	596	579
50-54	745	699
45-49	701	778
40-44	770	799
35-39	1011	1016
30-34	1067	1042
25-29	1116	1126
20-24	1444	1384
15-19	1774	1641
10-14	2514	2234
5-9	2499	2554
0-4	2558	2539

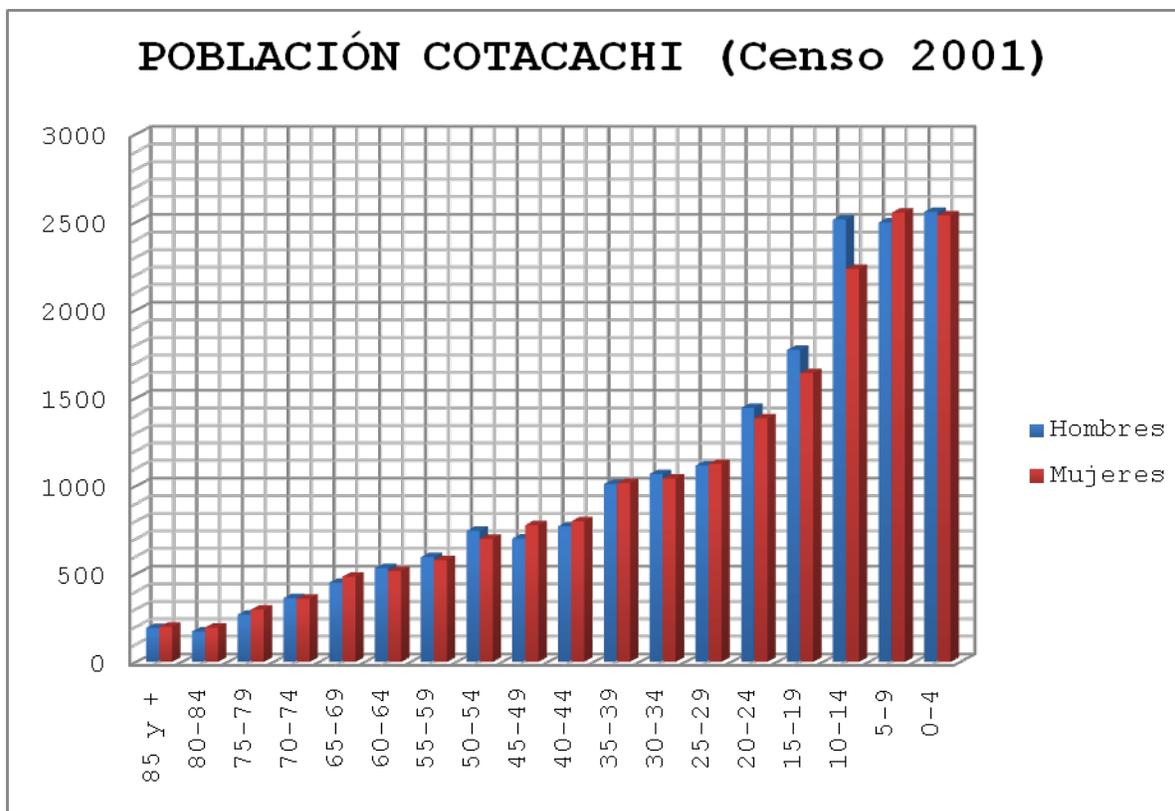


Figura 51. Población de Cotacachi según las Edades.

También se obtuvieron datos estadísticos sobre el nivel de preparación que tiene la población del Cantón Cotacachi, son datos recopilados del mismo Censo de Población realizado por el INEC.

Tabla 20. Índices de Educación.

	Total	Hombres	Mujeres
Total Cantón	19,2	15,2	23,3
Área Urbana	7,5	6,3	8,6
Área Rural	22,4	17,4	27,8

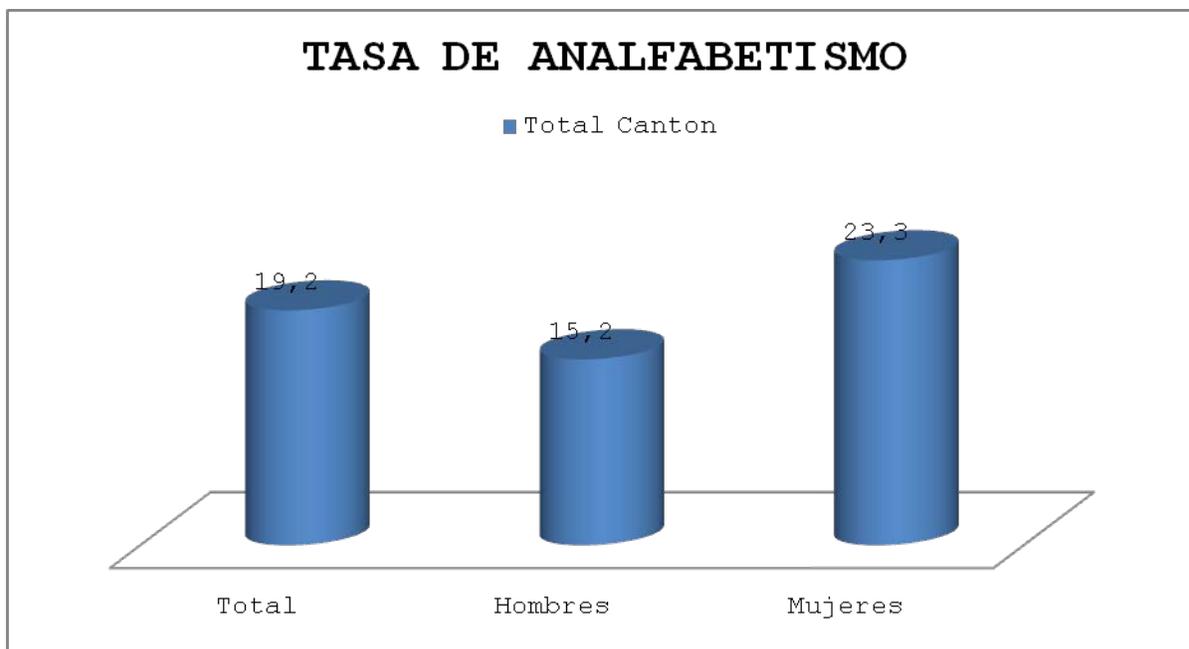


Figura 52. Taza de Analfabetismo en el Cantón.

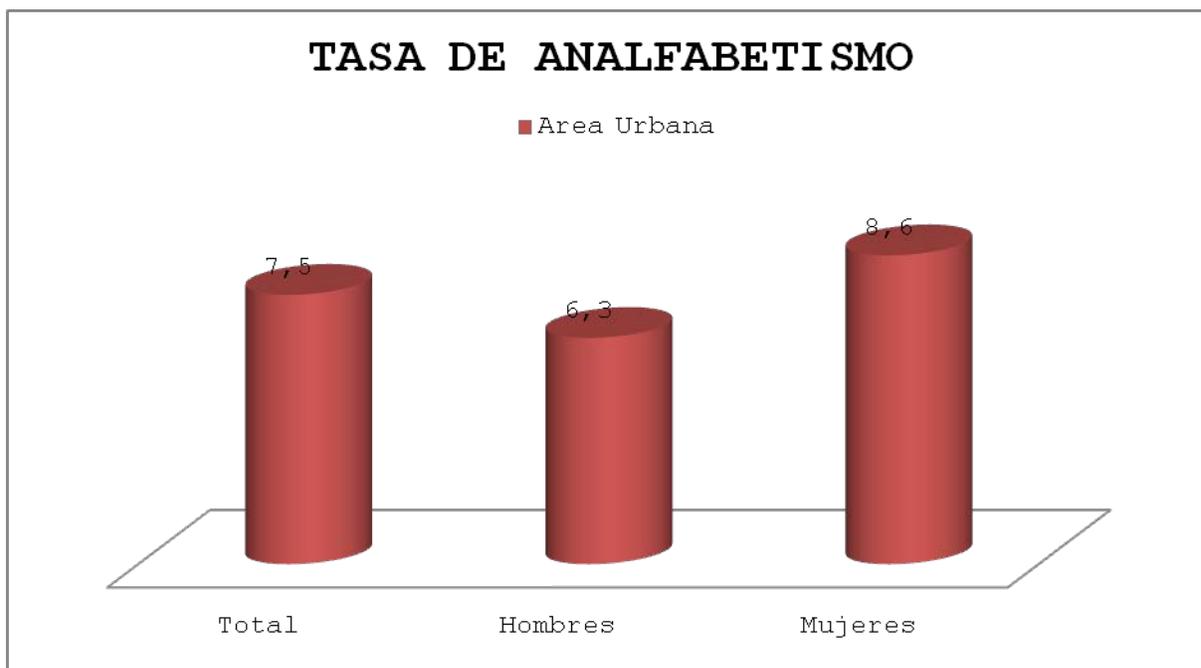


Figura 53. Taza de Analfabetismo en el área Urbana.

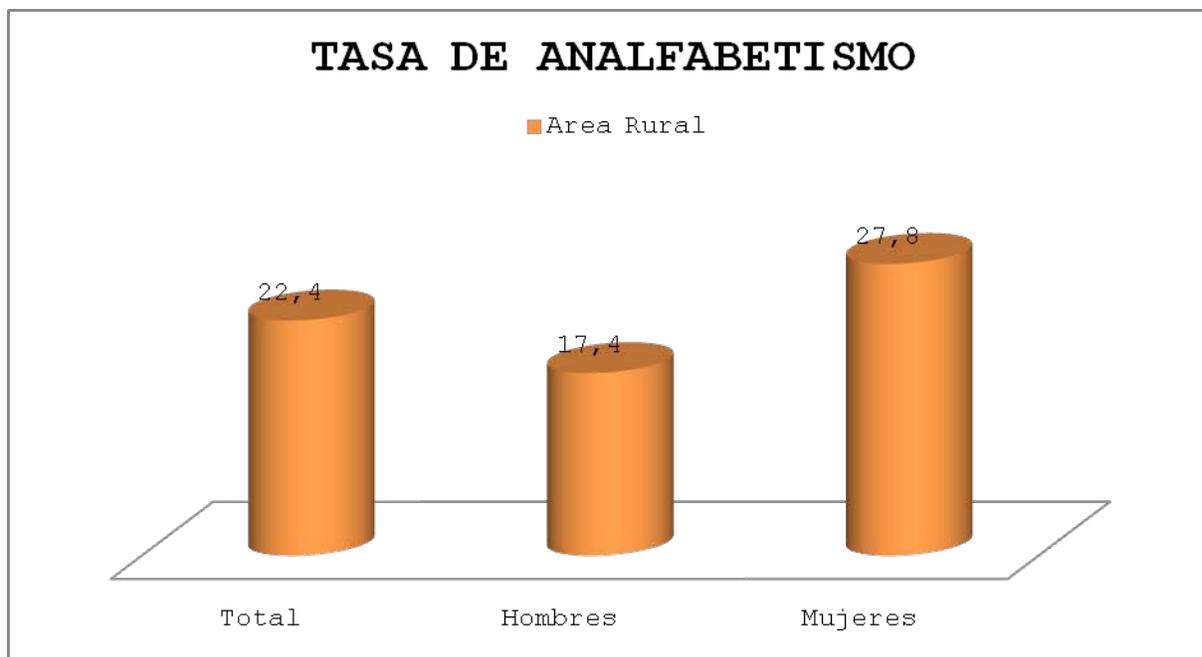


Figura 54. Taza de Analfabetismo en el área Rural.

Es también importante en este estudio mencionar los porcentajes de población que son económicamente activos e inactivos dentro del cantón, se debe tener una idea clara de cuanta gente es considerada como población económicamente activa de la zona, a continuación se presentan estadísticas de la población, que de igual manera fueron tomados de las estadísticas del censo de Población del año 2001 por parte del INEC.

Tabla 21. Población Activa e Inactiva según Áreas.

	Activa	Inactiva
Total	13374	17018
Mujeres	3343	11718
Hombres	10031	5300
Rural	10239	13727
Urbano	3135	3291

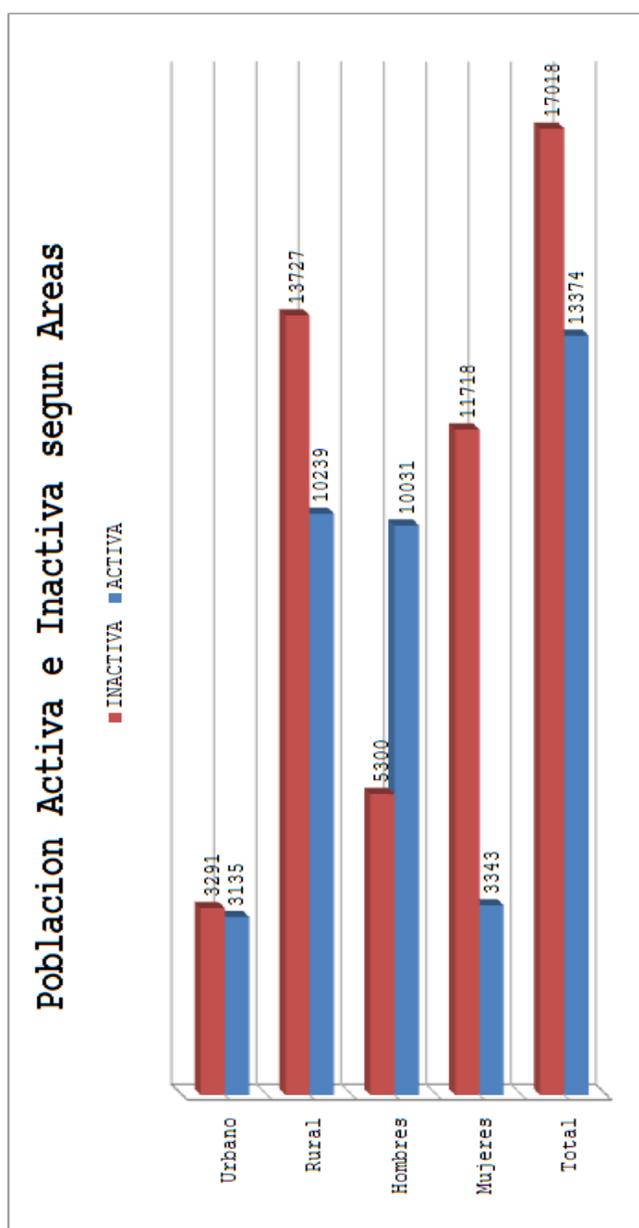


Figura 55. Población Activa e Inactiva según Áreas.

A continuación se presenta datos proporcionados por el INEC, en donde se puede apreciar los porcentajes de población que se dedican a ciertas actividades específicas como medio de subsistencia, se nota que con un amplio margen la que lidera este grupo es la agricultura y la ganadería en la zona.

Tabla 22. Actividades del Cantón Cotacachi.

RAMA DE ACTIVIDAD	TOTAL	HOMBRES	MUJERES
AGRICULTURA, GANADERIA	6781	5993	788
MANUFACTURA	1725	1208	517
CONSTRUCCION	887	875	12
COMERCIO	846	453	393
ENSEÑANZA	491	220	271
OTRAS ACTIVIDADES	2644	1282	1362
TOTAL	13374	10031	3343

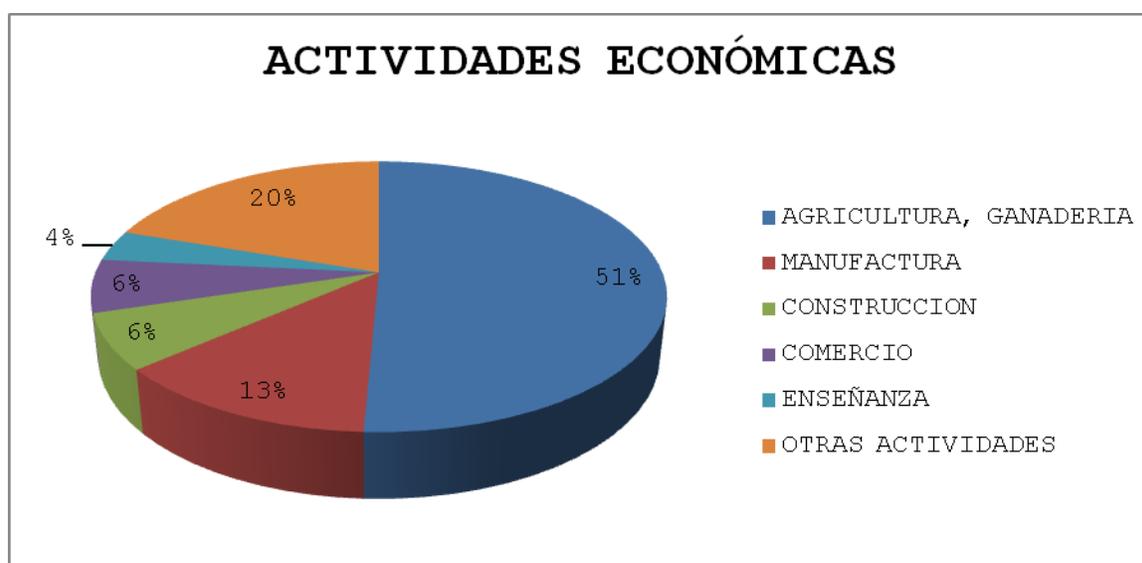


Figura 56. Actividades del Cantón Cotacachi.

CAPÍTULO VIII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

8.1 CONCLUSIONES.

- El manejo, los estudios y la administración del recurso hídrico a nivel nacional se encuentra a cargo de entidades gubernamentales como lo son el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) que está bajo las directrices del Ministerio de Energía y Minas, y el Consejo Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) que es considerado como el organismo supremo en esta área, es necesario que las dos entidades cuenten con una organización eficaz y eficiente además de una administración transparente con representación de gente capaz de manejar los recursos que reciben y canalizarlos en verdaderas obras que beneficien a los sectores que necesitan del recurso agua para alcanzar un verdadero desarrollo en cualquier área que lo demande.
- El manejo integral de las cuencas hidrográficas en nuestro país, y específicamente en la provincia de Imbabura es de carácter prioritario puesto que aproximadamente el 50% de la economía de esta provincia esta basada exclusivamente en la agricultura, las actividades humanas de manera directa o indirecta causan la deforestación de los paramos, la erosión de los suelos y la contaminación del agua, es por esto vital el

encontrar un equilibrio en las actividades que se realizan para explotar los recursos naturales, para conservar y recuperar un entorno saludable que influye con diferentes factores para el desarrollo de la agricultura, el desarrollo de industrias e inclusive de ciudades.

- Las características físicas de la Cuenca Hidrográfica del río Ambi y las condiciones meteorológicas de la zona sumadas a la actividad humana en especial el uso de suelos pertenecientes a paramos de montaña, influyen de una manera directa en la degradación de dicha cuenca porque se ven afectadas condiciones propias del suelo como la retención de agua e inclusive se altera el mismo ciclo del agua, de esta manera se producen disminuciones muy notables de los caudales de la cuenca y esto afecta tanto a la producción agrícola que se fundamente en el uso del agua proveniente del río como a la población que se abastece del agua para su consumo.
- En el caso específico del río Ambi, se puede concluir que el agua tiene un grado de degradación considerable pero que no es irreversible, se encontraron en las muestras de agua niveles superiores a los normales tanto de Fósforo como de Nitrógeno, tales resultados dejan ver que existe una contaminación tanto orgánica causada por

la eliminación de aguas servidas pertenecientes a un sector de la ciudad de Cotacachi a través de acequias a cielo abierto, y por otro lado la contaminación inorgánica que se atribuye al uso de químicos y pesticidas en la producción agrícola de la zona con elementos que tienen prohibiciones en su empleo y en la distribución a nivel nacional pero que son usados por los bajos costos que estos presentan.

- Las soluciones que se planteen para resolver los problemas de distribución del recurso hídrico en la zona, para la disminución de la contaminación en el entorno natural para cumplir con los parámetros de un Manejo Integral de Cuenca Hidrográfica de río Ambi deben ser realizables desde todos los puntos de vista, y deben incluir de manera activa a los verdaderos actores sociales de dicho proceso quienes deben ser los moradores del sector.

8.2 RECOMENDACIONES.

- Se debe realizar un verdadero plan a nivel nacional de inventario de los recursos hídricos con los que se cuenta, si bien tenemos un país privilegiado en dicho sentido se sub utiliza la capacidad de producción y los recursos con los que disponemos como ecuatorianos, se deben establecer parámetros claros que se respeten con el objetivo de cuidar el medio ambiente y al mismo tiempo que nos permitan aprovechar los recursos y las bondades que este nos ofrece de una manera consiente y mesurada sin alterar los ecosistemas.
- Se deben implementar sistemas que sean realmente eficientes en las estaciones meteorológicas, a nivel nacional, pues del gran total de estaciones que se pueden encontrar ni siquiera la mitad tiene un correcto funcionamiento lo cual complica la recolección de datos en la mayoría de casos en los que se ven envueltas dichas estaciones.
- Es importante que se dote de servicio de agua potable a zonas de nuestro país que se encuentran prácticamente en el olvido, y que se realicen todas las obras complementarias que esta implementación conlleva como la instalación de un eficiente sistema de alcantarillado

ente otros, estos aspectos son fundamentales para la salubridad de cualquier lugar y para la salud de los habitantes.

- Se debe educar a la gente tanto en la zona urbana y en la zona rural, con mayor énfasis en esta última, en la contaminación que conlleva el manejo de los desechos. Si bien se necesita de una infraestructura apropiada para esto, también es necesario una actitud de conocimiento y lo mas importante una concientización hacia estos temas en los cuales nos vemos involucrados todos.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Prefectura de la Provincia de Pichincha. (2010). *Edufuturo*. Recuperado el 15 de Febrero de 2010, de Edufuturo: <http://www.edufuturo.com>
- [2] MESÍAS, I. M. (01 de Julio de 2006). *INVENTARIO DE LOS RECURSOS HIDRICOS EN MICROCUENCA DEL RIO AMBI*. Recuperado el 21 de 02 de 2010, de <http://74.125.45.132/search?q=cache:j83s4g-W4lYJ:www.pucei.edu.ec>
- [3] PUCE. (2005). *COTACACHI, ESPACIO Y SOCIEDAD*. En PUCE, *COTACACHI* (págs. 1-30). QUITO: PUCE.
- [4] INHAMI. (01 de Febrero de 2008). *PROYECTO SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA DE CONTROL DE INUNDACIONES*. Recuperado el 29 de 03 de 2010, de ESTUDIO HIDROLÓGICO DE INUNDACIONES EN LA CUENCA ALTA DEL RÍO: www.inamhi.gov.ec/hidrologia/chone.pdf
- [5] Pozo, B. (2006). *INVENTARIO DE LOS RECURSOS HIDRICOS EN MICROCUENCA DEL RIO AMBI*. IBARRA: COIMBAGUA.
- [6] INEC. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. *CENSO NACIONAL DE POBLACION Y VIVIENDA*. 2001.
- [7] IGM. Instituto Geográfico Militar. *CARTAS GEOGRAFICAS COTACACHI*. ESCALAS: 1:25000, 1:50000.
- [8] Universidad de los Andes. (25 de 06 de 2004). *Web del Profesor*. Recuperado el 01 de 03 de 2010.
- [9] Microsoft Corporation. (01 de 01 de 2009). *Enciclopedia Encarta*. Barcelona, Barcelona, España.
- [10] MINISTERIO DE AGRICULTURA GANADERÍA, A. Y. (01 de 01 de 2008). *SERVICIO DE INFORMACIÓN Y CENSO AGROPECUARIO*. Recuperado el 05 de 03 de 2010, de *SERVICIO DE INFORMACIÓN Y CENSO AGROPECUARIO*: http://www.sica.gov.ec/cadenas/azucar/docs/azucar_ec_90-98.htm
- [10] MINISTERIO DE AGRICULTURA GANADERÍA, A. Y. (08 de 10 de 2008). *SERVICIO DE INFORMACIÓN Y CENSO AGROPECUARIO*.

- Recuperado el 12 de 03 de 2010, de SERVICIO DE INFORMACIÓN Y CENSO AGROPECUARIO:
<http://www.sica.gov.ec/>
- [11] MINISTERIO DE AGRICULTURA GANADERÍA, A. Y. (01 de 01 de 2007). *SERVICIO DE INFORMACIÓN Y CENSO AGROPECUARIO*. Recuperado el 12 de 02 de 2010, de SERVICIO DE INFORMACIÓN Y CENSO AGROPECUARIO:
http://www.sica.gov.ec/cadenas/trigo/docs/trigo2003/produccion/mercado_nacional_archivos/mercado_nacional.htm.
- [12] MINISTERIO DE AGRICULTURA GANADERÍA, ACUACULTURA Y PESCA DEL ECUADOR. (01 de 01 de 2006). *SERVICIO DE INFORMACIÓN Y CENSO AGROPECUARIO*. Recuperado el 17 de 02 de 2010, de SERVICIO DE INFORMACIÓN Y CENSO AGROPECUARIO:
http://www.sica.gov.ec/agronegocios/Biblioteca/Convenio%20MAG%20IICA/productos/tomate_mag.pdf.
- [13] WIKIPEDIA. (16 de 04 de 2008). *WIKIPEDIA*. Recuperado el 25 de 03 de 2010, de WIKIPEDIA:
http://es.wikipedia.org/wiki/Zea_mays.
- [13] WIKIPEDIA. (10 de 04 de 2008). *WIKIPEDIA*. Recuperado el 05 de 04 de 2010, de WIKIPEDIA:
http://es.wikipedia.org/wiki/Capsicum_annuum.
- [13] WIKIPEDIA. (16 de 04 de 2008). *WIKIPEDIA*. Recuperado el 15 de 02 de 2010, de WIKIPEDIA:
http://es.wikipedia.org/wiki/Solanum_lycopersicum.
- [14] WIKIPEDIA. (03 de 12 de 2009). *WIKIPEDIA*. Recuperado el 15 de 03 de 2010, de WIKIPEDIA: es.wikipedia.org.
- [14] WIKIPEDIA. (09 de 04 de 2009). *WIKIPEDIA*. Recuperado el 13 de 04 de 2010, de WIKIPEDIA: es.wikipedia.org/wiki
- [15] WIKIPEDIA. (20 de 03 de 2010). *WIKIPEDIA*. Recuperado el 30 de 03 de 2010, de WIKIPEDIA:
http://es.wikipedia.org/wiki/Hordeum_vulgare
- [15] WIKIPEDIA. (07 de Enero de 2010). *WIKIPEDIA*. Recuperado el 22 de 03 de 2010, de WIKIPEDIA:
<http://es.wikipedia.org/wiki/Hidrograma>

- [16] INFOAGRO. (01 de 01 de 2006). *INFOAGRO*. Recuperado el 05 de 02 de 2010, de INFOAGRO:
<http://www.infoagro.com/herbaceos/forrajes/cebada.htm>
- [17] Maya, M. (2006). *Estudio Hidrologico de la Cuenca del Rio Cutuchi*. Quito: PUCE.
- [18] Mena, P., & Medina, G. (2001). Los Páramos del Ecuador : particularidades, problemas y perspectivas. En P. Mena, & G. Medina, *Los Páramos del Ecuador : particularidades, problemas y perspectivas* (págs. 215-223). Quito: Abya Yala.
- [19] Ulloa, C., & Jorgensen, P. (1993). Arboles y Arbustos de los Andes del Ecuador. En C. Ulloa, & P. Jorgensen, *Arboles y Arbustos de los Andes del Ecuador*. (pág. 140). Quito: Abya Yala.
- [20] Peñafiel M. *DIVERSIDAD ECOLOGICA DEL CANTON COTACACHI. QUITO ECUADOR*.(págs. 143-167). Quito.
- [21] Rodríguez F. (1994) *CARACTERIZACION ECOLOGICA POR SENSORES REMOTOS DE LAS AREAS DE CUELLAJE, CORDILLERA DE TOISAN, PIÑAN, Y MARAÑON EN LA ZONA DE INFLUENCIA DE RESERVA ECOLOGICA COTACACHI-CAYAPAS*. Quito. Ecuador.
- [22] Albuja, N. (1991). *ESTUDIO FISIOGRAFICO ANDES*. Quito. Ecuador.
- [23] Worldlingo. (02 de 12 de 2008). *Worldlingo*. Recuperado el 20 de 03 de 2010, de Worldlingo:
http://www.worldlingo.com/ma/enwiki/es/Imbabura_Volcano
- [24] DIARIO LA HORA. (02 de 05 de 2009). *LA HORA*. Recuperado el 17 de 02 de 2010, de LA HORA:
<http://www.lahora.com.ec/frontEnd/main.php?idSeccion=1023721&idRegional=1>
- [25] Galarraga, R. (26 de 04 de 2004). *ESTADO Y GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN EL ECUADOR*. Recuperado el 10 de 04 de 2010, de ESTADO Y GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN EL ECUADOR:
<http://tierra.rediris.es/hidrored/basededatos/docu1.html>