

**PLAN DE ORDENACIÓN Y MANEJO DE LA SUBCUENCA RÍO  
MOLINO - QUEBRADA PUBÚS**



**CONVENIO 1130-12-04 CORPORACIÓN  
AUTÓNOMA REGIONAL DEL CAUCA -  
FUNDACIÓN PRO CUENCA RÍO LAS PIEDRAS**

**Julio 2006**

# PLAN DE ORDENACIÓN Y MANEJO DE LA SUBCUENCA MOLINO - PUBÚS



FUNDACIÓN  
RÍO PIEDRAS

**Convenio N° 1130-12-04 CORPORACIÓN AUTÓNOMA  
REGIONAL DEL CAUCA – FUNDACIÓN PRO CUENCA RÍO  
LAS PIEDRAS**

**CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL CAUCA –CRC**

**JUAN CARLOS MAYA FEIJOO**

Director General

**GUILLERMO MUÑOZ VELASQUEZ**

Secretario General

**TOBÍAS BALANTA MURILLO**

Jefe Oficina Asesora de Planeación

**JESÚS HELMER ÁLVAREZ SANDOVAL**

Subdirector de Gestión Ambiental

**OTONIEL MUÑOZ OROZCO**

Subdirector de Defensa del Patrimonio Ambiental

**CARMEN ELENA CAICEDO HORMAZA**

Subdirectora Administrativa

**ROSA MARLENY MARTÍNEZ BOTERO**

Jefe Oficina Asesora Jurídica

**VÍCTOR GONZALO CASTRILLÓN MORA**

Subdirector Financiero

**ALBERTO APONTE VELASQUEZ**

Jefe Oficina de Control Interno

**FUNDACIÓN PRO CUENCA RÍO LAS PIEDRAS**

**JUAN CARLOS BOLAÑOS DAZA**

Director Ejecutivo

**LILIANA RECAMAN MEJIA**  
Coordinadora Comité Técnico

**COMITÉ DE PLANIFICACIÓN DE CUENCAS CRC 2006**

**TOBÍAS BALANTA MURILLO**  
Jefe Oficina Asesora de Planeación

**OSCAR. R. SAMBONÍ TORRES**  
Coordinador POMCH  
Ingeniero Agrónomo

**NANCY CASTAÑO CAICEDO**  
Socióloga

**CÉSAR A. POLINDARA RENGIFO**  
Ingeniero Agrónomo

**LEYDER JAVIER RUIZ RUIZ**  
Ingeniero Agrónomo

**HUSSEIN FRANCO RIASCOS**  
Ingeniero Agrícola

**LUIS CARLOS MONTOYA CÁRDENAS**  
Ingeniero Forestal

**MAURICIO RAMÍREZ MOSQUERA**  
Ingeniero Civil

**HUMBERTO MARTÍNEZ FLÓREZ**  
Experto en SIG

**JHON EDUARDO GRANADA SALAZAR**  
Geólogo

**ROSAURA BERMÚDEZ AYALA**  
Ecóloga

**ANDREA MARÍA OROZCO CAICEDO**  
Abogada

**LEONARDO PEÑA PARRA**  
Director Regional Tierradentro

**PATRICIA ORDOÑEZ CASTILLO**  
Ecóloga

**APOYO TÉCNICO Y LOGÍSTICO**  
EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE POPAYÁN S.A. ESP.  
**DIVISION AMBIENTAL**

**COMITÉ TÉCNICO DEL CONVENIO PARA LA FORMULACION DEL PLAN DE  
ORDENACIÓN Y MANEJO DE LA SUBCUENCA RÍO MOLINO-QDA. PUBÚS**

**OSCAR RAMIRO SAMBONÍ TORRES**  
Interventor CRC

**LILIANA RECAMAN MEJIA**  
Coordinadora Técnica

**HUBERTO ORTIZ MUÑOZ**  
Representante Subdirección de Gestión CRC

**NANCY CASTAÑO CAICEDO**  
Representante Oficina Asesora de Planeación CRC

**HUMBERTO MARTÍNEZ FLOREZ**  
Profesional SIG CRC

**MARCELINA LAME**  
Facilitadora Comunitaria Zona Rural

**ALEXANDER CASAMACHIN**  
Facilitador comunitario Zona Rural

**ADOLFO LEON**  
Facilitador comunitario Zona Rural

**ILDA AURA TREJOS**  
Facilitadora Comunitaria Zona Urbana

**AURA ELENA GUEVARA**  
Facilitadora Comunitaria Zona Urbana

**CLAUDIA LILI SANDOVAL**  
Contratista de apoyo CRC





## **EQUIPO TÉCNICO**

LILIANA PATRICIA PAZ	Ecóloga. Coordinación y Articulación del Plan
EDUARDO FIGUEROA	Ingeniero Agrólogo
JUAN CARLOS ESCOBAR	M.Sc. I.A. Recurso Hídrico
FERNAN MAURICIO AGUIRRE	Geólogo
CRISTINA DURÁN LOPEZ	Antropóloga
JIMMY ALEXANDER GUERRERO	Biólogo
PIEDAD CONSTANZA RUALES	Administradora Ambiental
EDUARDO FUENTES	Geógrafo
CARLOS ALBERTO RAMIREZ	Geógrafo
CARLOS FELIPE URIBE	Geógrafo

## **GRUPOS DE APOYO**

### **HIDROLOGIA**

I.A. VIVIANA FORERO  
I.A. LIX DANNY MOSQUERA  
I.A. OSCAR RAMÍREZ

### **FLORA**

Biólogo EDWAR MUÑOZ  
Biólogo ALEX CORTES

### **FAUNA**

Est. SANDRA CABEZAS  
Est. ADRIANA COLLAZOS  
Est. MARIA GONZALEZ

Est. ELIANA HENAO  
Est. ELSY AMANDA JIMENEZ

Est. OFELIA MEJIA  
Est. VIVIANA MORENO  
Est. JAIME RAMIREZ MOSQUERA  
Est. ANDERSON MUÑOZ  
Est. CLARA LUZ MUÑOZ  
Est. BLANCA LORENA NIÑO  
Est. ROCIO PALECHOR  
Est. WEIMAR AURELIO PEREZ  
Est. CLAUDIA LUCIA RAMIREZ  
Est. CARMEN VALDIVIESO  
Est. MILTON VEGA

## AGRADECIMIENTOS

Tanto los miembros del Comité Técnico como del Equipo Técnico desean manifestar sus más sinceros agradecimientos a todas aquellas personas que participaron durante el desarrollo del presente Plan de Ordenación y Manejo, especialmente a las siguientes:

En la División Ambiental de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán a: Libardo Ahumada Ahumada, Liliana Bravo Fernandez, Gema Luz Mazorra.

En la C.R.C, sistema de información ambiental a: Marco Aurelio Mosquera y Mercedes Duran López. Laboratorio ambiental : Jesús Aurelio Chávez y Diego Zuluaga.

En la zona rural:

Abel Pizo	Felisa Idrobo	Jose Manuel San Juan	Maybe Villaquiran
Adela Camacho	Ferney Maca	Jose Mario Bonilla	Mercedes Sanchez
Adolfo Mompotes	Filomena Casamachin	Juan Nepomuceno Sanchez	Miguel Angel Sarria
Adolfo León	Floresmiro Luligo	Julio Cesar Pome	Miguel Bonilla
Adolfo Sandoval	Gerardo Andrés Flores	Julio Rivera	Miguel Casamachin
Alfredo Maca	Gratulina Bonilla	Leidy Johana Arboleda	Miguel Imbachi
Amando Jalvin	Guillermo Simales	Leonel Ventura	Miguel Mendez
Andrés Collazos	Guillermo Velasco	Luis Alberto Maca	Monica Leandra Bravo
Armando Maca	Heriberto Bonilla	Luis Cobo	Narciso Bonilla
Aura Maria Velasco	Hernando Benavides	Luz Elena Payn	Nixon Freddy Hoyos
Bernarda Villaquiran	Hipólito Chantre	Maia Gloria Sanchez	Otoniel Bonilla
Carlos Alberto León	Inelda León	Manuel Camacho	Pedro A León
Carlos Augusto Manzano	Irma Orozco	Manuel Santacruz	Pedronel Ledezma
Carlos Omar Camacho	Jalvin Bonilla	Marcelina Lame	Ramiro Bonilla
Carmelina Garcia	Javier Alexander Casamachin	Marco Tulio	Ramiro Pizzo
Carmen Elvira Lame	Jenner Bonilla	Maria Alejandra Siséales	Raúl Bonilla
Demetrio Bonilla	Jesus Antonio Maca	Maria Cecilia Imbachi	Ricaurte Casamachin
Dolores Chamorro	Jhon Jairo Camacho	Maria Edilma Pame	Rodrigo Alban
Dolores Garzón	Johanna Camacho	Maria Eugenia Bolaños	Rosa Amalia Medina
Doris Stella Luligo	Jorge Alonso León	Maria Gratulina Mompotes	Rosalba Galindez
Edelmira Gómez	Jorge Rivera	Maria Ledesma	Simon Samboni
Eduar Casamachin	Jose Camilo Quilindo	Maria Lucy Luligo	Stella Ledezma
Elena de Villaquiran	José Daniel Pizzo	Maria Ermila Vidal	Susana Lasso
Eliodora Collazos	Jose Delio Maca	Mariela Inga	Telesforo Escobar
Elkin Calvache	Jose Elmer Caldon	Mariela Sanchez	Teoclistides Puscuz
Elsa Myriam Escobar	Jose Floresmiro Luligo	Marina Medina	Ventura Quilindo
Elvia Sanchez	José Gomez	Marino Omar Puscuz	William Sanchez
Emilio Manquillo	Jose Liborio Pizo	Mario Maca	Yaneth Medina

Ernestina Camacho  
Ernesto Vidal

Jose Luciano Campo  
José Levaza

Mary Bonilla

Yuly Andrea Villaquirán

## Y en la zona urbana:

Adolfo Preafán	Dania Gabriela	Jesus Alirio T	Margarita Arroyo	Oscar Fajardo
Adriana Alegria	Daniel Ospina	Jesus Bedoya	Margarita Bermudez	Oscar Rivera
Adriana Salazar	Deisy Liliana Ordoñez	Jesús David	Maria A Caicedo	Otoniel Gómez
Alba Luz Alvarez	Deyanira Gonzalez	Jesús Herney Medina	Maria A. Garzón	Ovidio Hernandez
Albein Garcia	Diana Martínez	Jesús Perez	Maria Aida Velasco	Patricia Cuaji
Aldemar Erazo	Dora Mina	Jesus Pizo	Maria Benicia de Sanchez	Piedad Bustamante
Alirio Rivera	Dora Nancy Guerrero	Johana Rodriguez	Maria del Carmen Carvajal	Ramiro Ordoñez
Alvaro Jimenez	Edgar Gómez	Jorge Sanchez	Maria del Carmen Pabon	Raquel Valencia
Alvaro Ovidio Insua	Edwin Muñoz	Jose Delio Maca	Maria E Ordoñez	Raúl Sanchez
Amada Checa	Elcira Manrique	Jose Iván Anacona	Maria Elena Paz	Reinaldo Muñoz
Amanda Guzman	Elizabeth Pizo	Jose Tomás Ruiz	Maria Elvira Ordoñez	Reinel Rodriguez
Amelia Escobar	Elizabeth Yangana	Juan Bonilla	Maria Eugenia López	Renán Ortíz
Amparo Vivas	Elmer Burbano	Julio Astaiza	Maria Ines Calvache	Ricardo Morales
Ana Diola Majin	Emilia Fernandez	Julio Aurelio Caicedo	Maria Isabel Osorio	Ricimaco Ruiz
Ana E. Prado	Esneida Manzano	Julio Escobar	Maria Leoniza Lopez	Roberto Camilo
Ana Julia Prado	Fabio Rojas	Lauro Montilla	Maria Lobo	Rodrigo Benavidez
Ana Lucia Rosero	Fabiola Bastidas	Leonardo Mera	Maria Luzaida	Rodrigo Erazo
Ana Manzano	Felipe Bonilla	Leovigildo Palechor	Maria Martinez	Ronald José
Ana Mercedes Sandoval	Fernando Ruiz	Libardo Mondragon	Maria Mildred Silva	Rosa Balcazar
Angela Velasco	Flor Angela Uni	Libardo Zambrano	Maria Ordoñez	Rosaura Fernandez
Anibal Rodriguez	Flor María Astaiza	Lila Stella Ruiz	Mario Serna	Rosebert Granda
Antonio Sandoval	Flor Perdomo	Liliana Cuaspudi	Marisol Guerrero	Rubén Darío Rivera
Araceli Imbachi	Francisco Garcia	Liliana Urrutia	Marleny López	Rubiela Corrales
Aura Elena Guevara	Francisco Maje	Liliana Vergara	Martha Cecilia Pinzon	Rubiela Muñoz
Aurelio Astudillo	Gerardo Palacios	Lucely Mosquera	Martha Chanchí	Sandra Ordoñez
Belisario Ballesteros	Gladys Astaiza	Luis Arévalo	Martha Gómez	Santiago Jajoy
Benjamin Muñoz	Gloria Alegria	Luis Beltran	Miguel Alomia	Sara Yandí
Bertha M Parra	Gloria Amparo Campo	Luis Cuatindioy	Miguel Caicedo	Serafin Ordoñez
Betty Yolanda Obando	Gloria Meza	Luis Urrutia	Miguel Cuatindioy	Socorro Penagos
Blanca Ramirez	Gloria Muñoz	Luz Aida Velasco	Miguel Jajoy	Sonia Echeverri
Bolivar Collazos	Gloria Perez	Luz Aleyda Hurtado	Natalia Andrea Bravo	Teodulia Piamba
Campo Elias	Gloria Valencia	Luz Amparo Rosas	Nelson Astaiza	Teresita De Guerrero
Carlos Astudillo	Guillermo Burgos	Luz Angela Muñoz	Nidia Astaiza	Victor Panchoaga
Carlos Muñoz	Hector Rivera	Luz Maria Manquillo	Noe Potosí	Victor Raul Flor
Carmen Certuche	Herlinda Olica	Luz Marina Camayo	Nora Cabrera	Victor Rivera
Carmen del Rosario	Hernando Galvis	Luz Marina Ramirez	Nubia Ordoñez	Victor Sanchez
Carmen Rosa	Hilder Andres Ruiz	Luz Rivera	Ocativo Cuenca	Virginia Muñoz
Carmen Vargas	Hugo Laureano Chavez	Luzmila Garcia	Octavio Cuenca	William Perafan
César Ordoñez	Humberto Torres	Maia Stella Real	Odolinda Garzón	Wilson Hoyos
Cesar Silva	Ilda Trejos	Manuel Erazo	Olga Mosquera	Yaneth Muñoz
Cirilo Anacona	Ines Luligo	Manuel José Valencia	Oliver Zuñiga	Yaneth Ordoñez
Clara Inés Victoria	Iraldo Alegria	Manuel Santacruz	Olivia Otero	Yannet Mosquera
Clara Torres	Isabel Medina	Marco F Meneses	Omaira Quilindo	Yasmin Vallejo

Consuelo Caro                      Iván Anacona                      Marco Fidel Ordoñez      Omar Cepeda                      Yenny Carolina Torres  
 Damaris Sacanamby              Ivan Hurtado                      Marco Iván Gallego      Orfa Montenegro              Yury Rodriguez

## CONTENIDO

pág

<b><u>1. MARCO REFERENCIAL.....</u></b>	<b><u>33</u></b>
1.1 MARCO LEGAL Y NORMATIVO.....	33
1.2 PRINCIPIOS.....	38
1.3 ALCANCES .....	39
<b><u>2. FASE DE DIAGNÓSTICO.....</u></b>	<b><u>41</u></b>
2.1 ASPECTOS GENERALES DE LA SUBCUENCA.....	41
2.1.1 CONTEXTO GENERAL.....	41
2.1.2 DELIMITACIÓN Y EXTENSIÓN.....	45
2.2 DIMENSIÓN SOCIOECONÓMICA Y CULTURAL .....	56
2.2.1 METODOLOGÍA .....	56
2.2.2 ASPECTOS DEMOGRÁFICOS .....	58
2.2.3 ASPECTOS POLÍTICOS.....	68
2.2.4 ASPECTOS SOCIALES.....	78
2.2.5 ASPECTOS CULTURALES.....	99
2.2.6 ASPECTOS ECONÓMICOS.....	103
2.3 HIDROLOGIA.....	114
2.3.1 METODOLOGIA .....	114
2.3.2 CARACTERÍSTICAS HIDRO-BIOFÍSICAS.....	147
2.3.3 OFERTA DE AGUA .....	204
2.3.4 DEMANDA DE AGUA .....	217
2.3.5 BALANCE HÍDRICO .....	230
2.4. GEOLOGIA, GEMORFOLOGÍA Y SUELOS .....	241
2.4.1 METODOLOGÍAS POR COMPONENTE.....	241
2.4.2 GEOLOGÍA .....	252
2.4.3 ASPECTOS ESTRUCTURALES.....	257
2.4.4 FORMACIONES SUPERFICIALES.....	259
2.4.5 GEOMORFOLOGIA .....	264

<b>2.4.6 FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA.....</b>	<b>264</b>
<b>2.4.7 FISIOGRAFIA.....</b>	<b>273</b>
<b>2.4.8 USO ACTUAL DEL SUELO ZONA RURAL.....</b>	<b>284</b>
<b>2.4.9 CLASIFICACIÓN DE LAS TIERRAS POR SU CAPACIDAD DE USO.....</b>	<b>294</b>

<b>2.5 COBERTURA VEGETAL RURAL, FLORA Y FAUNA .....</b>	<b>305</b>
<b>2.5.1 METODOLOGIAS POR COMPONENTE.....</b>	<b>305</b>
<b>2.5.2 COBERTURA VEGETAL DE LA ZONA RURAL.....</b>	<b>314</b>
<b>2.5.3 FLORA.....</b>	<b>326</b>
<b>2.5.4 FAUNA.....</b>	<b>350</b>
<b>2.6 AMENAZAS POR INUNDACIÓN Y SUSEPTIBILIDAD A LA REMOSIÓN EN MASA.....</b>	<b>382</b>
<b>2.6.1 METODOLOGIA AMENAZAS POR INUNDACION .....</b>	<b>382</b>
<b>2.6.2 METODOLOGÍA SUSCEPTIBILIDAD A LA REMOSIÓN EN MASA.....</b>	<b>382</b>
<b>2.6.3 INUNDACIONES EN EL RÍO MOLINO Y LA QUEBRADA PUBÚS.....</b>	<b>392</b>
<b>2.6.4 ZONIFICACIÓN DE AMENAZAS POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA .....</b>	<b>445</b>
<b>2.6.5 ANÁLISIS DE SUSCEPTIBILIDAD A LOS PROCESOS EROSIVOS.....</b>	<b>450</b>
<b><u>3. PROSPECTIVA.....</u></b>	<b><u>456</u></b>
<b>3.1 EVALUACIÓN DE TIERRAS Y ZONIFICACIÓN AMBIENTAL.....</b>	<b>460</b>
<b>3.1.1 MÉTODOS EVALUACIÓN DE TIERRAS O APTITUD DE USO DE LOS SUELOS.....</b>	<b>460</b>
<b>3.1.2 EVALUACIÓN DE LAS TIERRAS O APTITUD DE USO DE LOS SUELOS.....</b>	<b>466</b>
<b>3.1.3 ZONIFICACIÓN AMBIENTAL .....</b>	<b>491</b>
<b>3.2 ESCENARIOS PROSPECTIVOS, IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS Y SU PRIORIZACIÓN .....</b>	<b>500</b>
<b>3.2.1 METODOLOGIA.....</b>	<b>500</b>
<b>3.2.2 ESCENARIOS CONSTRUIDOS.....</b>	<b>506</b>
<b>3.2.3 ANÁLISIS DE SINERGIA ENTRE PROBLEMAS.....</b>	<b>516</b>
<b><u>4. PLAN DE EJECUCION .....</u></b>	<b><u>546</u></b>
<b>4.1 LÍNEAS ESTRATÉGICAS.....</b>	<b>547</b>
<b>4.1.1 EDUCACIÓN AMBIENTAL.....</b>	<b>547</b>
<b>4.1.2 SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL.....</b>	<b>549</b>
<b>4.1.3 ATENCIÓN Y PREVENCIÓN DE DESASTRES NATURALES.....</b>	<b>550</b>
<b>4.1.4 CONOCIMIENTO DE LA OFERTA AMBIENTAL .....</b>	<b>551</b>
<b>4.1.5 APROVECHAMIENTO DE LA BIODIVERSIDAD Y MERCADOS VERDES .....</b>	<b>551</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>574</b>





## LISTA DE CUADROS

	<b>pág</b>
CUADRO 1. CODIFICACIÓN DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS SEGÚN EL NÚMERO DE ORDEN DE GRAVELLIUS.	43
CUADRO 2. UBICACIÓN DE LA SUBCUENCA RÍO MOLINO- QDA. PUBÚS. MUNICIPIO DE POPAYÁN, DEPARTAMENTO DEL CAUCA	45
CUADRO 3. DIVISIÓN POLÍTICO ADMINISTRATIVA DE LA SUBCUENCA RÍO MOLINO-QDA. PUBÚS.	49
CUADRO 4. NÚMERO DE HABITANTES DE LA ZONA URBANA DE LA SUBCUENCA RÍO MOLINO-QDA. PUBÚS,	62
CUADRO 5. NÚMERO DE HABITANTES DE LA ZONA RURAL, SUBCUENCA RÍO MOLINO-QDA. PUBÚS.	64
CUADRO 6. DISTRIBUCIÓN ETÁREA DE LA POBLACIÓN DESPLAZADA UBICADA EN LA VEREDA SANTA BÁRBARA, ZONA RURAL DE LA SUBCUENCA RÍO MOLINO-QDA. PUBÚS	66
CUADRO 7. TENDENCIA POLÍTICA ZONA 1.	74
CUADRO 8. TENDENCIA POLÍTICA ZONA 2	74
CUADRO 9. TENDENCIA POLÍTICA ZONA 3	74
CUADRO 10. TENDENCIA POLÍTICA ZONA RURAL	74
CUADRO 11. NECESIDADES BÁSICAS INSATISFECHAS (NBI) DE LA SUBCUENCA RÍO MOLINO-QDA. PUBÚS	80
CUADRO 12. NÚMERO DE PERSONAS CON ÍNDICE NBI, MUNICIPIO DE POPAYÁN	80
CUADRO 13. ÍNDICE DE CONDICIONES DE VIDA (ICV (%))	80
CUADRO 14. INDICADORES LABORALES 1996-2004 (CIFRAS EN MILES). DEPARTAMENTO DEL CAUCA	81
CUADRO 15. EMPLEOS DE ACUERDO A LA CAJA DE COMPENSACIÓN FAMILIAR DEL CAUCA	81
CUADRO 16. TRABAJADORES AFILIADOS POR NIVEL DE INGRESOS DURANTE LOS AÑOS 2001-2004 A LA CAJA DE COMPENSACIÓN FAMILIAR DEL CAUCA	82

CUADRO 17. TRABAJADORES AFILIADOS SEGÚN SECTOR, DURANTE EL PERIODO 2001-2004 A LA CAJA DE COMPENSACIÓN FAMILIAR DEL CAUCA	82
CUADRO 18. EMPRESAS AFILIADAS SEGÚN SECTOR, DURANTE EL PERIODO 2001-2004. CAJA DE COMPENSACIÓN FAMILIAR DEL CAUCA	83
CUADRO 19. EMPRESAS AFILIADAS SEGÚN NÚMERO DE TRABAJADORES. CAJA DE COMPENSACIÓN FAMILIAR DEL CAUCA	83
CUADRO 20. NÚMERO DE VIVIENDAS DE LA ZONA RURAL DE LA SUBCUENCA RÍO MOLINO-QDA. PUBÚS	84
CUADRO 21. NÚMERO DE VIVIENDAS POR COMUNA	85
CUADRO 22. COLEGIOS PRIVADOS, PÚBLICOS Y NÚMERO DE ESTUDIANTES EN EL MUNICIPIO DE POPAYÁN	87
CUADRO 23. COLEGIOS Y NÚMERO DE ALUMNOS EN LA SUBCUENCA RÍO MOLINO-QDA. PUBÚS	87
CUADRO 24. TASA DE ANALFABETISMO PARA POBLACIÓN MAYOR A 15 AÑOS, DURANTE EL PERIODO 1996-2001	88
CUADRO 25. CENTROS DE SALUD DE LA SUBCUENCA RÍO MOLINO –QDA. PUBÚS	89
CUADRO 26. DIEZ PRIMERAS CAUSAS DE MORBILIDAD DE LA POBLACIÓN DE LA SUBCUENCA RÍO MOLINO-QDA. PUBÚS	90
CUADRO 27. VEINTE PRINCIPALES CAUSAS DE MORTALIDAD EN LA SUBCUENCA RÍO MOLINO-QDA. PUBÚS	93
CUADRO 28. ENFERMEDADES ASOCIADAS A LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL	94
CUADRO 29. MORBILIDAD POR GRUPOS ETÁREOS FEMENINOS DESPLAZADOS, MUNICIPIO DE POPAYÁN	94
CUADRO 30. MORBILIDAD POR GRUPOS ETÁREOS MASCULINOS DESPLAZADOS	95
CUADRO 31. CUBRIMIENTO DEL SISBEN, ESTRATOS 1 Y 2	96
CUADRO 32. ESTADO ACTUAL DE LAS VÍAS, DISTRIBUCIÓN Y COBERTURA (KM.) EN LA CIUDAD DE POPAYÁN.	97
CUADRO 33. CENTROS DE EDUCACIÓN SUPERIOR DE LA SUBCUENCA RÍO MOLINO-QDA. PUBÚS	104
CUADRO 34. OCUPACIÓN HOTELERA EN LA CIUDAD DE POPAYÁN DURANTE SEMANA SANTA.	106
CUADRO 35. PROCEDENCIA DE VISITANTES NACIONALES DURANTE EL AÑO 2004	107
CUADRO 36. CENTROS DE ATENCIÓN INMEDIATA (CAI) DE LA CIUDAD DE POPAYÁN	107

CUADRO 37. PLAZAS DE MERCADO	108
CUADRO 38. CENTROS COMERCIALES	108
CUADRO 39. ESTACIONES DE PRECIPITACIÓN SELECCIONADAS PARA EL ESTUDIO	118
CUADRO 40. DENSIDAD DE LA RED DE ESTACIONES HIDROMETEOROLÓGICAS RECOMENDADAS POR LA OMM	119
CUADRO 41. RANGOS DE LA CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DE CALDAS	119
CUADRO 42. RANGOS CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DE LANG	120
CUADRO 43. CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA CALDAS-LANG	121
CUADRO 44. AFORO Y MUESTREOS DE CALIDAD DE AGUA TOMADOS POR LA CRC	127
CUADRO 45. CATEGORÍAS DE AGRUPACIÓN DEL ÍNDICE DE ESCASEZ	147
CUADRO 46. PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS Y CAUDALES MEDIOS EN ESTACIONES HIDROMÉTRICAS	152
CUADRO 47. CAUDALES MÁXIMOS, MEDIOS Y MÍNIMOS (M <sup>3</sup> /S) DE LAS SUBCUENCAS DE LOS RÍOS NEGRO, PALACÉ Y LAS PIEDRAS COMO SOPORTE PARA LA ESTIMACIÓN DE CAUDALES MEDIOS EN LA SUBCUENCA RÍO MOLINO	154
CUADRO 48. PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL MULTIANUAL DE VARIAS ESTACIONES DEL DEPARTAMENTO DEL CAUCA	157
CUADRO 49. ESTACIONES CERCANAS A LA SUBCUENCA RÍO MOLINO – QDA. PUBÚS	161
CUADRO 50. PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL ESTIMADA POR EL MÉTODO DE CURVAS ISOYETAS	161
CUADRO 51. RELACIÓN ENTRE NÚMERO DE DÍAS CON LLUVIA Y LOS VALORES MEDIOS MENSUALES MULTIANUALES DE PRECIPITACIÓN	167
CUADRO 52. RELACIÓN ENTRE ALTITUD Y TEMPERATURA MEDIA MENSUAL MULTIANUAL	171
CUADRO 53. CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA SUBCUENCA RÍO MOLINO-QDA. PUBÚS	178
CUADRO 54. PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS DE LA SUBCUENCA RÍO MOLINO-QDA. PUBÚS – PUNTO DE CIERRE DESEMBOCADURA EN EL RÍO CAUCA.	183
CUADRO 55. CARACTERIZACIÓN DE CALIDAD DE LAS AGUAS DEL RÍO MOLINO (FUENTE) BOCATOMA, VEREDA PUEBLILLO	190

CUADRO 56. RANGOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS FISCOQUÍMICOS. DECRETO 475/03-98	190
CUADRO 57. RANGOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS BACTERIOLÓGICOS. DECRETO 475/03/98	190
CUADRO 58. CARACTERIZACIÓN DE CALIDAD DE LAS AGUAS DE FUENTES DE AGUA AGUAS ARRIBA Y AGUAS ABAJO	191
CUADRO 59. CARACTERIZACIÓN DE CALIDAD DE LAS AGUAS EN VERTIMIENTOS EN LA RED DE DRENAJE DE LA SUBCUENCA RÍO MOLINO-QDA. PUBÚS.	194
CUADRO 60. CAUDALES Y POBLACIÓN SERVIDA DE VARIAS DESCARGAS	195
CUADRO 61. COMPOSICIÓN ESPECÍFICA DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS EN LA SUBCUENCA RÍO MOLINO-QDA. PUBÚS	197
CUADRO 62. ÍNDICE BMWP PARA LAS CORRIENTES DE LA SUBCUENCA RÍO MOLINO-QDA. PUBÚS	202
CUADRO 63. ÍNDICE DE SHANNON-WIENER DE LAS COMUNIDADES DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS	202
CUADRO 64. ÁREAS DE APORTE DE CAUDAL	206
CUADRO 65. CALCULO DE LA PRECIPITACIÓN EFECTIVA COMO PARÁMETRO DE AJUSTE DE LA OFERTA NATURAL Y SUPERFICIAL	211
CUADRO 66. RESULTADOS DEL CÁLCULO DE LA OFERTA NATURAL (MM)	212
CUADRO 67. RESULTADOS DEL CALCULO DE OFERTA SUPERFICIAL (PRECIPITACIÓN MEDIA)	214
CUADRO 68. RESULTADOS DEL CALCULO DE OFERTA SUPERFICIAL (PRECIPITACIÓN AFECTADA POR EL 90% DE PROBABILIDAD DE OCURRENCIA)	215
CUADRO 69. RESULTADOS DEL CALCULO DE OFERTA SUPERFICIAL (PRECIPITACIÓN AFECTADA POR EL 75% DE PROBABILIDAD DE OCURRENCIA)	215
CUADRO 70. RESULTADOS DEL CALCULO DE OFERTA SUPERFICIAL (PRECIPITACIÓN AFECTADA POR EL 50% DE PROBABILIDAD DE OCURRENCIA)	216
CUADRO 71. RESUMEN DE LAS VISITAS A LOS ACUEDUCTOS VEREDALES Y ALGUNAS SOLUCIONES DE AGUA DE LA SUBCUENCA RÍO MOLINO-QDA. PUBÚS	219
CUADRO 72. ESCENARIO ACTUAL DE LA DEMANDA DOMÉSTICA. COMPROBACIÓN EN CAMPO	227
CUADRO 73. PROYECCIONES DEL CÁLCULO DE LA DEMANDA DE AGUA PARA USO DOMÉSTICO EN LA SUBCUENCA RÍO MOLINO- QDA. PUBÚS (L/S)	229
CUADRO 74. BALANCE 1 OFERTA NATURAL (PROBABILIDADES DE OCURRENCIA) VS. DEMANDA AGRÍCOLA Y NATURAL.	232

CUADRO 75. BALANCE 2 OFERTA SUPERFICIAL VS. DEMANDA TOTAL (AGRÍCOLA O NATURAL, DOMÉSTICA, INDUSTRIAL, PECUARIA Y AMBIENTAL)	235
CUADRO 76. ESTIMACIÓN DEL ÍNDICE DE ESCASEZ PARA LA SUBCUENCA RÍO MOLINO-QDA. PUBÚS	238
CUADRO 77. FOTOGRAFÍAS AÉREAS UTILIZADAS PARA EL ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOMORFOLÓGICO	241
CUADRO 78. FOTOGRAFÍAS AÉREAS UTILIZADAS PARA EL ESTUDIO DE SUELOS	243
CUADRO 79. CONVENCIONES UTILIZADAS EN LAS UNIDADES FISIGRÁFICAS	245
CUADRO 80. RANGOS ESTABLECIDOS PARA LA VALORACIÓN DE PARÁMETROS ANALIZADOS EN SUELOS	247
CUADRO 81. FOTOGRAFÍAS AÉREAS UTILIZADAS PARA EL ESTUDIO DE USO ACTUAL DEL SUELO	249
CUADRO 82. COMPARATIVO ENTRE UNIDADES GEOLÓGICAS Y FORMACIONES SUPERFICIALES	262
CUADRO 83. UNIDADES FISIGRÁFICAS DE LA SUBCUENCA RÍO MOLINO-QDA. PUBÚS	281
CUADRO 84. RESULTADOS DE LAS VARIABLES FÍSICO-QUÍMICAS ANALIZADAS EN LABORATORIO	282
CUADRO 85. USO ACTUAL DEL SUELO, ZONA RURAL DE LA SUBCUENCA RÍO MOLINO-QDA. PUBÚS	284
CUADRO 86. COBERTURA VEGETAL NATURAL E INTERVENIDA DE LA ZONA RURAL DE LA SUBCUENCA RÍO MOLINO-QDA. PUBÚS	314
CUADRO 87. COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE LA SUBCUENCA RÍO MOLINO-QDA. PUBÚS	328
CUADRO 88. POSICIÓN SOCIOLOGICA DE ESPECIES DEL BOSQUE UBICADO EN EL NACIMIENTO DEL RÍO MOLINO. VEREDA SANTA ELENA. 2700 MSNM.	334
CUADRO 89. POSICIÓN SOCIOLOGICA DE ESPECIES DEL BOSQUE UBICADO EN EL BATALLÓN JOSÉ HILARIO LÓPEZ. 1750 MSNM	335
CUADRO 90. ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA EN EL BOSQUE UBICADO EN EL NACIMIENTO DEL RÍO MOLINO, VEREDA SANTA ELENA. 2800 MSNM.	336
CUADRO 91. ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA DE LAS ESPECIES DEL BOSQUE DEL NACIMIENTO DEL RÍO MOLINO, VEREDA SANTA ELENA. 2700 MSNM.	337
CUADRO 92. ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA DE LAS ESPECIES DEL BOSQUE DEL PREDIO DEL SEÑOR HELIODORO BONILLA. VEREDA SANTA ELENA, SUBCUENCA RÍO MOLINO. 2800 MSNM.	339
CUADRO 93. RIQUEZA ESPECÍFICA DE LOS BOSQUES DE LA SUBCUENCA RÍO MOLINO-QDA. PUBÚS	343

CUADRO 94. USOS REPORTADOS PARA LAS ESPECIES VEGETALES DEL A SUBCUENCA RÍO MOLINO-QDA. PUBÚS, TANTO POR LA BIBLIOGRAFÍA COMO POR LAS COMUNIDADES LOCALES	344
CUADRO 95. ESPECIES DE AVES EN LA SUBCUENCA RÍO MOLINO-QDA. PUBÚS POR LOCALIDAD	352
CUADRO 96. VALORES DE RIQUEZA Y FAMILIAS DE AVES PREDOMINANTES POR LOCALIDAD DE MUESTREO. SUBCUENCA RÍO MOLINO-QDA. PUBÚS	355
CUADRO 97. COMPARACIÓN ENTRE LAS COMUNIDADES DE AVES EN LA SUBCUENCA RÍO MOLINO	359
CUADRO 98. ESPECIES DE MURCIÉLAGOS COLECTADAS.	360
CUADRO 99. ÉXITO DE CAPTURA TOTAL Y PARA CADA SITIO. MAMÍFEROS VOLADORES.	363
CUADRO 100. GREMIOS TRÓFICOS DE LAS ESPECIES DE MURCIÉLAGOS COLECTADOS	364
CUADRO 101. ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE MAMÍFEROS VOLADORES	365
CUADRO 102. ÍNDICES DE SIMILARIDAD, MAMÍFEROS VOLADORES DE LA SUBCUENCA	366
CUADRO 103. MAMÍFEROS MEDIANOS DE LA SUBCUENCA RÍO MOLINO-QDA. PUBÚS	367
CUADRO 104. SIMILARIDAD DE MAMÍFEROS MEDIANOS ENTRE LAS ZONAS DE MUESTREO.	369
CUADRO 105. RIQUEZA DE ANFIBIOS EN LA SUBCUENCA RÍO MOLINO – QDA. PUBÚS	370
CUADRO 106. ÍNDICE DE SHANNON WIENER PARA LOS ANFIBIOS COLECTADOS EN LA SUBCUENCA RÍO MOLINO-QDA. PUBÚS	371
CUADRO 107. REPTILES DE LA SUBCUENCA RÍO MOLINO-QDA. PUBÚS	372
CUADRO 108. PECES DE LA SUBCUENCA RÍO MOLINO-QDA. PUBÚS.	372
CUADRO 109. SIMILARIDAD DE PECES EN LA SUBCUENCA RÍO MOLINO-QDA. PUBÚS	376
CUADRO 110. RESERVAS DE LA SOCIEDAD CIVIL DE LA SUBCUENCA RÍO MOLINO	378
CUADRO 111. ÁREA AFECTADA POR PROCESOS EROSIVOS EN LAS FORMACIONES SUPERFICIALES	388
CUADRO 112. ÁREA AFECTADA POR PROCESOS EROSIVOS POR RANGO DE PENDIENTES.	389
CUADRO 113. ÁREA AFECTADA POR PROCESOS EROSIVOS EN LA COBERTURA VEGETAL.	389
CUADRO 114. VALORES PONDERADOS PARA OBTENCIÓN DEL MAPA DE AMENAZAS POR PROCESOS EROSIVOS.	389
CUADRO 115. REGISTRO HISTÓRICO DE INUNDACIONES RÍO MOLINO	394

CUADRO 116. REGISTRO HISTÓRICO DE INUNDACIONES DEL RÍO EJIDO	410
CUADRO 117. REGISTRO HISTÓRICO DE INUNDACIONES QUEBRADA QUITACALZÓN	424
CUADRO 118. REGISTRO HISTÓRICO DE INUNDACIONES QUEBRADA PUBÚS	426
CUADRO 119. CARACTERIZACIÓN DE MOVIMIENTOS DE LADERA RECIENTES SUBCUENCA RÍO MOLINO-QDA. PUBÚS	446
CUADRO 120. REQUERIMIENTOS DE LOS TIPOS ACTUALES DE UTILIZACIÓN DE TIERRAS CON LA OFERTA NATURAL DE LOS SUELOS.	468
CUADRO 121. TIPOS DE UTILIZACIÓN DE TIERRAS (TUT) ACTUAL Y POTENCIAL DE LA SUBCUENCA RÍO MOLINO-QDA. PUBÚS.	478
CUADRO 122. DETERMINACIÓN DE LA APTITUD DE USO DE LOS SUELOS EN CLIMA FRÍO HÚMEDO DE LA SUBCUENCA RÍO MOLINO-QDA. PUBÚS	488
CUADRO 123. DETERMINACIÓN DE LA APTITUD DE USO DE LOS SUELOS EN CLIMA TEMPLADO HÚMEDO DE LA SUBCUENCA RÍO MOLINO-QDA. PUBÚS	489
CUADRO 124. ESCENARIOS PROSPECTIVOS CONSTRUIDOS BAJO EL EJERCICIO PARTICIPATIVO EN LA SUBCUENCA RÍO MOLINO-QDA. PUBÚS	507
CUADRO 125. LISTADO DE PROBLEMÁTICA CONSOLIDADA DE LA SUBCUENCA RÍO MOLINO- QDA. PUBÚS	516
CUADRO 126. PROBLEMÁTICA URBANA IDENTIFICADA PARTICIPATIVAMENTE. SUBCUENCA RÍO MOLINO-QDA. PUBÚS	522
CUADRO 127. PRIORIZACIÓN PARTICIPATIVA DE LA PROBLEMÁTICA RURAL DEL COMPONENTE BIOFÍSICO. SUBCUENCA RÍO MOLINO-QDA. PUBÚS	531
CUADRO 128. PRIORIZACIÓN PARTICIPATIVA DE LA PROBLEMÁTICA RURAL DEL COMPONENTE SOCIO-ECONÓMICO. SUBCUENCA RÍO MOLINO-QDA. PUBÚS	535
CUADRO 129. PRIORIZACIÓN PARTICIPATIVA DE LA PROBLEMÁTICA URBANA DEL COMPONENTE BIOFÍSICO Y SOCIO-ECONÓMICO. SUBCUENCA RÍO MOLINO-QDA. PUBÚS	540
CUADRO 130. COSTO TOTAL DEL PLAN DE ORDENACIÓN Y MANEJO DE LA SUBCUENCA RÍO MOLINO-QDA. PUBÚS	554



## LISTA DE FIGURAS

	pág
FIGURA 1. LOCALIZACIÓN DE LA SUBCUENCA RÍO MOLINO-QDA. PUBÚS EN EL DEPARTAMENTO DEL CAUCA	46
FIGURA 2. PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL MULTIANUAL EN LA REGIÓN	159
FIGURA 3. PRECIPITACIÓN MÁXIMA MENSUAL EN CUATRO ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS CERCANAS A LA SUBCUENCA	162
FIGURA 4. PRECIPITACIÓN TOTAL EN CUATRO ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS CERCANAS A LA SUBCUENCA	163
FIGURA 5. NÚMERO DE DÍAS CON LLUVIA EN LAS CUATRO ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS CERCANAS A LA SUBCUENCA.	164
FIGURA 6. COMPARACIÓN ENTRE EL NÚMERO DE DÍAS CON LLUVIA EN CUATRO ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS CERCANAS A LA SUBCUENCA Y LOS REGISTROS MEDIOS MENSUALES MULTIANUALES EN 55 ESTACIONES DE LA CUENCA DEL RÍO CAUCA.	166
FIGURA 7. TEMPERATURA MÁXIMA, MEDIA Y MÍNIMA MENSUAL MULTIANUAL EN LAS ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS MÁS CERCANAS	170
FIGURA 8. RELACIÓN ENTRE ALTITUD Y TEMPERATURA MEDIA MENSUAL MULTIANUAL	171
FIGURA 9. EVAPORACIÓN MEDIA MENSUAL MULTIANUAL EN LAS ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS MÁS CERCANAS.	172
FIGURA 10. HUMEDAD RELATIVA MEDIA MENSUAL MULTIANUAL EN LAS ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS MÁS CERCANAS	173
FIGURA 11. BRILLO SOLAR MEDIO MENSUAL MULTIANUAL EN LAS ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS MÁS CERCANAS	174
FIGURA 12. TENSIÓN DE VAPOR MEDIA MENSUAL MULTIANUAL EN LAS ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS MÁS CERCANAS	175

FIGURA 13. NUBOSIDAD MEDIA MENSUAL MULTIANUAL EN LAS ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS MÁS CERCANAS	176
FIGURA 14. CURVA HIPSOMÉTRICA DE LA SUBCUENCA RÍO MOLINO	184

<b>Figura 15. Perfil longitudinal del río Molino</b>	<b>186</b>
FIGURA 16. ANÁLISIS DE CLUSTER PARA LAS COMUNIDADES DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS EN LA SUBCUENCA RÍO MOLINO-QDA. PUBÚS	204
FIGURA 17. CURVA DE DOBLE MASA PARA LAS ESTACIONES SELECCIONADAS EN EL ESTUDIO	208
FIGURA 18. DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE LA PRECIPITACIÓN EN LA REGIÓN	210
FIGURA 19. ESTRATIFICACIÓN DEL BOSQUE UBICADO EN EL NACIMIENTO DEL RÍO MOLINO, VEREDA SANTA ELENA. 2700 MSNM	334
FIGURA 20. ESTRATIFICACIÓN DEL BOSQUE UBICADO EN EL BATALLÓN JOSÉ HILARIO LÓPEZ. 1750 MSNM.	335
FIGURA 21. CURVA ESPECIES- ÁREA DE DOS BOSQUES: VEREDA SANTA ELENA Y ÁREA URBANA DE LA SUBCUENCA RÍO MOLINO	341
FIGURA 22. CURVAS DE RAREFACCIÓN PARA LAS COMUNIDADES DE AVES EN LA SUBCUENCA RÍO MOLINO	357
FIGURA 23. ANÁLISIS DE CLUSTER PARA LAS COMUNIDADES DE AVES EN LA SUBCUENCA RÍO MOLINO	359
FIGURA 24. TOTAL DE ESPECIES DE MURCIÉLAGOS COLECTADOS.	361
FIGURA 25. ESPECIES DE MURCIÉLAGOS DE LA VEREDA SANTA ELENA	361
FIGURA 26. ESPECIES DE MURCIÉLAGOS DE LA VEREDA SANTA BÁRBARA	362
FIGURA 27. ESPECIES DE MURCIÉLAGOS DE POPAYÁN, VEREDA EL HOGAR	363
FIGURA 28. COMPARACIÓN DE LA COMPOSICIÓN DE GREMIOS TRÓFICOS EN CADA UNO DE LOS SITIOS MUESTREADOS.	364
FIGURA 29. SIMILARIDAD DE ESPECIES DE MURCIÉLAGOS ENTRE TRES SITIOS DE MUESTREO.	366
FIGURA 30. ABUNDANCIA RELATIVA DE PECES EN LA SUBCUENCA RÍO MOLINO-QDA. PUBÚS	373
FIGURA 31. ANÁLISIS DE CLUSTER DE ESPECIES DE PECES EN LAS ZONAS DE MUESTREO	376

FIGURA 32. ZONIFICACIÓN DE AMENAZAS POR INUNDACIÓN EN EL ÁREA URBANA DEL MUNICIPIO DE POPAYÁN (POT, 2001)

432

FIGURA 33. OCURRENCIA DE INUNDACIONES EN EL ÁREA URBANA DEL MUNICIPIO DE POPAYÁN 1994- 2003.	436
FIGURA 34. ACUMULADO DE INUNDACIONES EN EL ÁREA URBANA DEL MUNICIPIO DE POPAYÁN 1994- 2003	436
FIGURA 35. OCURRENCIA DE INUNDACIONES EN LAS COMUNAS 6, 7 Y 9 DE POPAYÁN 1994 – 2003.	438
FIGURA 36. ACUMULADO DE INUNDACIONES EN LAS COMUNAS 6, 7 Y 9 DE POPAYÁN 1994 – 2003.	439
FIGURA 37. AMENAZA POR INUNDACIÓN, ASENTAMIENTOS HUMANOS DE LA QDA PUBÚS	440
FIGURA 38. OCURRENCIA DE INUNDACIONES EN LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS DE LA QUEBRADA PUBÚS, POPAYÁN 1999 – 2003.	441
FIGURA 39. ACUMULADO DE INUNDACIONES EN LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS DE LA QUEBRADA PUBÚS, POPAYÁN 1999 – 2003.	442
FIGURA 40. LOCALIZACIÓN DE LUGARES DE INUNDACIÓN IDENTIFICADOS POR LOS HABITANTES DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS, MEDIANTE CARTOGRAFÍA SOCIAL EN LA QDA. PUBÚS. POPAYÁN 2003	443
FIGURA 41. VULNERABILIDAD ANTE LA AMENAZA POR INUNDACIÓN DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS DE LA QDA. PUBÚS	443
FIGURA 42. ZONAS DEL DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE SINERGIAS ENTRE PROBLEMAS	503
FIGURA 43. MATRIZ DE INFLUENCIA-DEPENDENCIA DE LA PROBLEMÁTICA INTEGRAL DE LA SUBCUENCA RÍO MOLINO-QDA. PUBÚS (LOS NÚMEROS CORRESPONDEN A LOS PROBLEMAS MENCIONADOS EN EL CUADRO 127)	525
FIGURA 44. MATRIZ DE INFLUENCIA-DEPENENCIA DE LA PROBLEMÁTICA DEL COMPONENTE BIOFÍSICO DE LA SUBCUENCA RÍO MOLINO-QDA. PUBÚS	527
FIGURA 45. MATRIZ DE INFLUENCIA-DEPENENCIA DE LA PROBLEMÁTICA DEL COMPONENTE SOCIOECONOMICO DE LA SUBCUENCA RÍO MOLINO-QDA. PUBÚS	529



## LISTA DE MAPAS

	pág
MAPA 1. BASE	48
MAPA 2. CORREGIMIENTOS Y COMUNAS	51
MAPA 3 DENSIDAD DE LA POBLACIÓN POR VEREDAS Y CORREGIMIENTOS	60
MAPA 4. DISTRIBUCIÓN PREDIAL POR RANGOS DE TAMAÑO	61
MAPA 5 ÓRDEN DE TRIBUTOS DE CORRIENTES AL RÍO CAUCA	151
MAPA 6. MATICES ISOMÉTRICOS	156
MAPA 7. DISTRIBUCION MULTIANUAL DE LA PRECIPITACION 1982-2003	158
MAPA 8. BRILLO SOLAR, NÚMERO DE DÍAS CON LLUVIA, EVAPORACIÓN MEDIA, MÁXIMA PRECIPITACIÓN 24 HORAS	165
MAPA 10. ZONIFICACIÓN CLIMÁTICA	180
MAPA 11. PENDIENTES	182
MAPA 12. MICROCUENCAS E INFRAESTRUCTURA PARA EL MANEJO DEL AGUA	218
MAPA 13. GEOLOGÍA	254
MAPA 14 FORMACIONES GEOLÓGICAS SUPERFICIALES	263
MAPA 15 PROCESOS EROSIVOS	268
MAPA 16 MODELADO SEGÚN SU ORIGEN	275
MAPA 17. UNIDADES DE PAISAJE	280
MAPA 18. FERTILIDAD	283
MAPA 19. USO DEL SUELO	286

MAPA 20. CAPACIDAD AGROLÓGICA	296
MAPA 21. PUNTOS DEMUESTREO DE FAUNA Y FLORA	311
MAPA 22. COBERTURA VEGETAL	316
MAPA 23 AMENAZA POR INUNDACION	435
MAPA 24 AMENAZA POR DESLIZAMIENTO	454
MAPA 25 ZONIFICACIÓN AMBIENTAL	493





## INTRODUCCIÓN

El presente Plan de Ordenación y Manejo (POMCH) de la subcuenca Río Molino-Quebrada Pubús, desarrollado bajo convenio suscrito entre la Corporación Autónoma Regional del Cauca (CRC) y la Fundación Pro Cuenca Río Las Piedras, en cumplimiento del Decreto 1729 de 2002, tiene como propósito entregar a todos sus habitantes, instituciones del Estado y organizaciones no gubernamentales una herramienta de planificación basada en el conocimiento actualizado e integrado a los instrumentos de planificación ambiental y planes de desarrollo Municipal y Departamental.

El Plan está orientado de acuerdo con las fases establecidas por el Decreto en mención: Aprestamiento, Diagnóstico, la Prospectiva y la Formulación, que en este proceso se desarrollaron bajo métodos científicos y participativos, en los cuales se generaron espacios de aprendizaje, discusión y concertación entre la comunidad de la subcuenca y el equipo profesional, hechos que permitieron llevar a feliz término el cumplimiento de los objetos establecidos en el Convenio.

Es necesario destacar la aceptación, apoyo y asistencia comunitaria no sólo durante los talleres de diagnóstico, prospectiva y formulación participativa, sino el liderazgo y la capacidad de convocatoria, colaboración y optimismo que brindan especialmente los habitantes de la subcuenca, quienes bajo la necesidad y deseo de contar con un espacio de vida descontaminado, saludable y económicamente sostenible siempre están dispuestos a actuar en pro del desarrollo de su vereda o comuna.

Bajo estas características, el documento se encuentra estructurado en un Marco Referencial relacionado con la normatividad ambiental de directa influencia, el Diagnóstico dividido en los componentes socioeconómico y biofísico, la Prospectiva desarrollada mediante el Análisis Estructural de forma participativa, aspectos que determinan el capítulo final constituido por las líneas estratégicas, programas, proyectos e indicadores de ejecución y seguimiento.





# **I. MARCO REFERENCIAL**

## 1. MARCO REFERENCIAL

### 1.1 MARCO LEGAL Y NORMATIVO

El marco legal y normativo relacionado con la ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas no es reciente, ya desde los años 70 con la expedición del *Decreto 2811 de 1974*, por el cual se establece el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente, se reconoce al ambiente como patrimonio común y en su Capítulo III determina disposiciones con respecto a las cuencas hidrográficas.

En este capítulo se definen términos como “cuenca” y “ordenación”, se determina que la administración pública es la encargada de velar, controlar, mejorar y promover acciones para la conservación de las cuencas y que una vez adoptado el Plan de Ordenación y Manejo, la utilización directa o indirecta de los recursos naturales estará sujeta a él, es decir, se pueden establecer limitaciones de dominio a particulares.

Entre las referencias específicas sobresalientes se encuentra:

Parte III –*De las aguas no marítimas*

Título II Capítulo I, artículo 86

Título II artículo 96

Título II Capítulo III

Título III Capítulo II, Artículo 102

Título VI Capítulo IV, artículo 118

Título V artículo 119, 120, 121, 122

Título VI Capítulo I, artículo 132

Título VIII Capítulo Único, artículo 155

Parte IV –*De la tierra y los suelos*

Título I Capítulo I, artículo 178, 179, 180

Título I Capítulo III, artículo 186

La Constitución Política de 1991 en su artículo 80 determina la responsabilidad del Estado de planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible en conservación, restauración o sustitución, de igual manera deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental.

Posteriormente la *Ley 99 de 1993* determina la responsabilidad del Ministerio del Medio Ambiente como entidad encargada de fijar las pautas generales para el ordenamiento y manejo de cuencas hidrográficas;

sujeta las acciones de las entidades territoriales y de planificación ambiental a los principios de armonía regional, gradación normativa y rigor subsidiario.

Secuencialmente, los municipios como entes territoriales al aplicar la *Ley 388 de 1997*, formulan el Plan de Ordenamiento Territorial, el cual constituye un instrumento que complementa la planificación económica y social con la dimensión territorial, racionalizando las intervenciones sobre el mismo y orientando su desarrollo y aprovechamiento sostenible.

No obstante, solamente a través de la expedición del *Decreto 1729 de 2002* se reglamenta el Capítulo III del Código de los Recursos Naturales Renovables, los artículos anteriormente citados de la Ley 99 de 1993 y se dictan otras disposiciones, convirtiéndose en la referencia normativa actual del proceso de ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas.

En este Decreto la definición de cuenca se mantiene tal como lo expresaba el Decreto 2811 de 1974: “entiéndase por cuenca u hoya hidrográfica el área de aguas superficiales o subterráneas, que vierten a una red natural con uno o varios cauces naturales, de caudal continuo o intermitente, que confluyen en un curso mayor que, a su vez, puede desembocar en un río principal, en un depósito natural de aguas, en un pantano o directamente en el mar”.

A su vez se precisa el propósito de la ordenación mencionando que “el objeto principal es el planeamiento del uso y manejo sostenible de sus recursos naturales renovables, de manera que se consiga mantener o restablecer un adecuado equilibrio entre el aprovechamiento económico de tales recursos y la conservación de la estructura físico-biótica de la cuenca y particularmente de sus recursos hídricos”.

La ordenación así concebida constituye el marco para “planificar el uso sostenible de la cuenca y la ejecución de programas y proyectos específicos dirigidos a conservar, preservar, proteger o prevenir el deterioro y/o restaurar la cuenca hidrográfica”.

En términos de responsabilidades se determina que la autoridad ambiental con jurisdicción en el área o la Comisión Conjunta, según sea el caso, es la encargada de declarar en ordenación la cuenca, elaborar, aprobar y ejecutar el plan y a sí mismo, establecer un plan de seguimiento y evaluación.

Se mantienen los principios establecidos en la Ley 99 de 1993 y se especifica con respecto al principio de rigor subsidiario que: “las normas sobre manejo y aprovechamiento de los recursos naturales renovables previstos en un plan de ordenación de una cuenca, priman sobre las disposiciones generales dispuestas en otro ordenamiento administrativo, en las reglamentaciones de corrientes, o establecidas en los permisos, concesiones, licencias y demás autorizaciones ambientales otorgadas antes de entrar en vigencia el respectivo plan de ordenación y manejo”.

En este sentido, el plan de ordenación y manejo de una cuenca hidrográfica se constituye en un determinante ambiental y de superior jerarquía de los planes de ordenamiento territorial.

Finalmente el Decreto 1729 de 2002 determina las fases y el contenido del Plan, a saber:

**Fase de diagnóstico.** Está dirigida fundamentalmente a identificar la situación ambiental de la cuenca, con el fin de establecer las potencialidades, conflictos y restricciones de los recursos naturales renovables.

**Fase prospectiva.** Con base en los resultados del diagnóstico se hará la evaluación integral del territorio, se diseñarán los escenarios futuros de uso coordinado y sostenible del suelo, de



las aguas, de la flora y de la fauna presentes en la cuenca.

**Fase de formulación.** Con base en los resultados de las fases de diagnóstico y prospectiva se definirán los objetivos, estrategias, metas, programas y proyectos para la gestión del Plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica.

**Fase de ejecución.** Para la ejecución del plan de ordenación y manejo, se elaborará un plan operativo en el cual se definirán los requerimientos de recursos humanos, técnicos y financieros para alcanzar las metas propuestas.

**Fase de seguimiento y evaluación.** Se establecerán mecanismos e instrumentos de seguimiento y evaluación, así como indicadores ambientales y de gestión que permitan evaluar el cumplimiento del Plan.

En este sentido, bajo cumplimiento de la norma, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) presentó los lineamientos metodológicos para la formulación de los planes de manejo de las cuencas, sin embargo la CRC en el momento de publicación de dichos lineamientos ya había elaborado una guía metodológica que en la actualidad se articula con la publicada por el

IDEAM y contiene requerimientos mas detallados.

Otro ejercicio adicional requerido por la norma y desarrollado por CRC fue la priorización de cuencas a nivel departamental, el cual identificó la subcuenca del río Molino como una de las 18 prioritarias.

Complementario a esta normatividad también se encuentra el *Decreto 155 de 2004*, por medio de la cual el presidente de la República de Colombia, en uso de sus facultades constitucionales y legales, en especial las contenidas en el numeral 11 del artículo 189 de la Constitución Política y el artículo 43 de la Ley 99 de 1993, adopta la metodología para el calculo de las tasas por uso de agua que maneja las Corporaciones Autónomas y en general la autoridad ambiental de una región. En el decreto se contempla el cálculo de la oferta y demanda de agua propuesta por el IDEAM.

Finalmente con la *Resolución 0895 de 2004*, la Ministra del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, adopta la metodología del índice de escasez para aguas superficiales y otras disposiciones referida en el Decreto 155 de 2004.

De esta manera surge el proceso de formulación del plan de ordenación y manejo, el cual se encuentra sujeto a todas las disposiciones normativas

anteriormente mencionadas, vinculando en su desarrollo a los actores locales, quienes se verán regulados por el plan.

## 1.2 PRINCIPIOS<sup>1</sup>

- ❖ La conservación, protección y el manejo de los recursos naturales es responsabilidad de todos.
- ❖ De acuerdo con la constitución política y la Ley 99 de 1993, todo proceso de ordenación y manejo debe ser participativo y concertado con las comunidades asentadas en el territorio.
- ❖ Es responsabilidad de las autoridades y de los usuarios de la subcuenca, concertar medidas de ahorro y uso eficiente del agua y mecanismos para prevenir y mitigar su contaminación.
- ❖ El carácter de especial protección de las zonas de páramos, subpáramos, nacimientos de aguas y zonas de recarga de acuíferos, por ser considerados áreas de especial importancia ecológica para la conservación, preservación y recuperación de los recursos naturales renovables.
- ❖ Las áreas a que se refiere el literal anterior, son de utilidad pública e interés social y por lo tanto deben ser objeto de programas y proyectos de conservación, preservación y/o restauración de las mismas.
- ❖ En la utilización de los recursos hídricos, el consumo humano tendrá prioridad sobre cualquier otro uso y deberá ser tenido en cuenta en la ordenación de la respectiva cuenca hidrográfica.
- ❖ Prevención y control de la degradación de la cuenca, cuando existan desequilibrios físicos o químicos y ecológicos del medio natural que pongan en peligro la integridad de la misma o cualquiera de sus recursos, especialmente el hídrico.
- ❖ Prever la oferta y demanda actual y futura de los recursos naturales renovables de la misma, incluidas las acciones de conservación y recuperación del medio natural para asegurar su desarrollo sostenible.
- ❖ Considerar las condiciones de amenazas, vulnerabilidad y riesgos ambientales que puedan afectar el ordenamiento de la cuenca.

<sup>1</sup> Guía para la formulación de los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas del Departamento del Cauca.CRC, 2003

### 1.3 ALCANCES<sup>2</sup>

Los alcances del Plan de Ordenación y Manejo son:

- ❖ La conservación, defensa y mejoramiento de los recursos naturales.
- ❖ La división del territorio en unidades ambientales homogéneas de acuerdo a la estructura y productividad ecológica, capacidad de resistencia, potencialidad de producción y productividad económica y social.
- ❖ La asignación de los usos sostenible de los recursos naturales mas compatibles ecológicamente y mas eficientes económica y socialmente.
- ❖ La determinación del uso, aprovechamiento y restricción del recurso hídrico.
- ❖ La determinación del uso, aprovechamiento y restricción del recurso bosque.
- ❖ La protección de las zonas de ocupación contra riesgos naturales tales como inundaciones, sismos, incendios forestales, deslizamiento de tierras y otros.
- ❖ El señalamiento de los espacios sujetos a un régimen especial de protección, conservación o mejoramiento.
- ❖ La regulación de ocupación de las áreas en zonas de interés estratégico.
- ❖ Identificación de proyectos de conservación y recuperación de suelos, conservación de caudales hídricos y saneamiento ambiental.
- ❖ El plan de ordenamiento y manejo de cuencas hidrográficas debe retomar y validar los resultados del ejercicio de ordenamiento territorial municipal.

---

<sup>2</sup> CRC, Op. cit.



## II. DIAGNÓSTICO

## 2. FASE DE DIAGNÓSTICO

La etapa de diagnóstico implica conocer las diferentes percepciones del entorno, tanto desde el punto de vista técnico como social e institucional, las cuales actúan permanentemente sobre el destino de los recursos naturales y definen, por tanto, el futuro cercano del ambiente que recibirán las generaciones venideras. En este sentido, la fase de diagnóstico, al generar espacios de intercambio de pensamientos, conocimientos y deseos del querer llegar a ser del entorno, como son los talleres y salidas de campo, representó un elemento fundamental que permitió identificar las problemáticas actuales, las oportunidades y potencialidades de la región que permitirán la construcción del desarrollo.

Bajo este enfoque, se desarrollaron dos componentes básicos que se encuentran interrelacionados: el socioeconómico y el biofísico, los que permiten acercarse aún más al conocimiento de la situación actual de la población y recursos naturales de la subcuenca Río Molino- Qda. Pubús.

### 2.1 ASPECTOS GENERALES DE LA SUBCUENCA

#### 2.1.1 CONTEXTO GENERAL

El término subcuenca representa una unidad de planificación ambiental que surge de la clasificación de la red de drenaje natural del territorio colombiano a partir de aspectos fisiográficos. En este sentido el IDEAM define, de mayor a menor escala, las **zonas hidrográficas**, entendidas como “el territorio en el que las aguas convergen hacia los puntos más bajos de la superficie del mismo y se unen en una corriente resultante o río principal que finalmente drena en un lago, mar u océano”<sup>3</sup>. A nivel nacional son cinco zonas hidrográficas, de las cuales el área de estudio hace parte de la *zona hidrográfica Magdalena – Cauca*. Las demás zonas están representadas por: Caribe y áreas insulares, Orinoco, Amazonía, Pacífico y áreas insulares.

En orden de jerarquía sigue la **cuenca**, definida por el Decreto 2811 de 1974 como el territorio en el que “las aguas superficiales o subterráneas, que vierten a una red natural con uno o varios cauces naturales, de caudal continuo o intermitente, que confluyen en un curso mayor que, a su vez, puede desembocar en un río principal, en un depósito natural de aguas, en un pantano o directamente

<sup>3</sup> Guía Técnica Científica para la Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas en Colombia. Decreto 1729 de 2002. Anexo 1, p 50-100

en el mar”, correspondiendo en este caso a la *cuenca del río Cauca*.

Finalmente, la **subcuenca**, en la presente área la *del Río Molino- Qda. Pubús*, se denomina como aquellas subdivisiones principales de las cuencas, donde las aguas superficiales y subterráneas alimentan a las cuencas, por lo general las componen aquellas de segundo orden en adelante.

La complejidad fisiográfica y por tanto hidrográfica del país, hace necesario codificar la clasificación anterior, razón por la cual el IDEAM propone utilizar la metodología de Gravellius que aplicada al área de estudio a una escala 1:25.000 arroja los resultados presentados en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Codificación de cuencas hidrográficas según el número de orden de Gravellius.

CODIFICACION DE CUENCAS									
Zona Hidrográfica Magdalena-Cauca									
CARTOGRAFIA IGAC ESCALA 1:25000									
CÓDIGO		Corriente							
LLAVE PRIMARIA	LLAVE FORÁNEA	Orden							
		Z.H.	Cuenca	Subcuenca	Afluentes				
abcc	ddd	0	1	2	3	4	5	6	
2642	001	Magdalena-Cauca	Cauca	Río Molino	Río Ejido	Q Tejares			
2642	002					Q. La Monja			
2642	003					Q. La Chorrera			
2642	004					Q. Santa Mónica			
2642	005					Q Los Sauces			
2642	006					Q Dos Aguitas	Q Tinajas		
2642	007						Q Molanga		
2642	008					Q Quitacalzón			
2642	009					Q. La Cantera			
2642	010					Q Del Sanjón	Q Linderos de Claridad		
2642	011						Q Matarredonda	Q La Ciénaga	
2642	012					Q Filipilla			
2642	013					Q La Honda			
2642	014					Q Patevenado			
2642	015					Q El Alejo			
2642	016					Q Piedra Grande o Villurco			
2642	017					Q Aguarregada			
2642	018					Q San José			
2642	019					Q San Roque			
2642	020					Q De Pesares			
2642	021					Q El Consuelo			
2642	022					Q. Santa Teresa			
2643		Magdalena-Cauca	Cauca	Qda Pubús	Quebradas sin nombre				
2643				Qda. Zanjón	Quebradas sin nombre				

Fuente: base cartográfica SIAC, CRC

cuyos números representan la clasificación hidrográfica a saber:

Este código esta conformado por una llave primaria y una llave foránea,

El número de llave primaria 2, significa cuenca Magdalena-Cauca, el valor 6 cuenca Cauca, 42 subcuenca Río Molino, 43 subcuenca de la Qda. Pubús.



El número de llave foránea (001 a 021) representa el número de corrientes, en su orden jerárquico, presentes en la cartografía base a escala 1:25000.

En términos estrictos esta codificación determina que el plan esté constituido por dos subcuencas: el Río Molino y la Quebrada Pubús. No obstante, para propósitos de planificación y teniendo en cuenta la estrecha relación socioeconómica y cultural existente entre ellas, la CRC decidió considerarlas como una sola unidad de planificación denominada subcuenca Río Molino-Qda. Pubús.

### 2.1.2 LOCALIZACIÓN, DELIMITACIÓN Y EXTENSIÓN

La subcuenca Río Molino- Qda. Pubús se encuentra localizada al suroccidente de Colombia, en el centro del Departamento del Cauca, hacia el oriente del Municipio de

Popayán (Ver Figura 1 y Mapa 1) en las siguientes coordenadas planas:

- Al norte: desembocadura de la Qda. Pubús en el río Cauca a 1048200 Este, 764500 Norte
- Al sur: nacimiento del río Molino en la Vereda de Santa Elena a 1063100 Este, 752900 Norte
- Al occidente: Vereda de Torres a 1047700 Este, 761500 Norte
- Al oriente: nacimiento Qda. Pesares, Vereda Santa Elena a 1063600 Este, 755200 Norte

En el Cuadro 2 se presentan la delimitación de la subcuenca Río Molino- Qda. Pubús.

Cuadro 2. Ubicación de la subcuenca Río Molino- Qda. Pubús. Municipio de Popayán, Departamento del Cauca

PUNTO CARDINAL	REFERENCIA	COORDENADAS PLANAS	ÁREA (KM <sup>2</sup> )
<b>SUBCUENCA RÍO MOLINO</b>			61,05
NORTE	Desembocadura del río Molino en el río Cauca	1050300 Este, 763700 Norte	
SUR	Nacimiento del río Molino en la vereda Santa Elena	1063100 Este, 764500 Norte	
ORIENTE	Nacimiento Quebrada Pesares, vereda Santa Elena	1063600 Este, 755200 Norte	

OCCIDENTE	Límite con subcuenca Quebrada Pubús	1051300 Este, 760600 Norte	
<b>SUBCUENCA QUEBRADA PUBÚS</b>			6.82
NORTE	Desembocadura de la Quebrada Pubús en el río Cauca	1048200 Este, 764500 Norte	
SUR	Nacimiento de la Quebrada Pubús	1051300 Este, 759300 Norte	
ORIENTE	Límite con subcuenca río Molino	1051300 Este, 760600 Norte	
OCCIDENTE	La Cumbre, Vereda de Torres	1047700 Este, 761500 Norte	

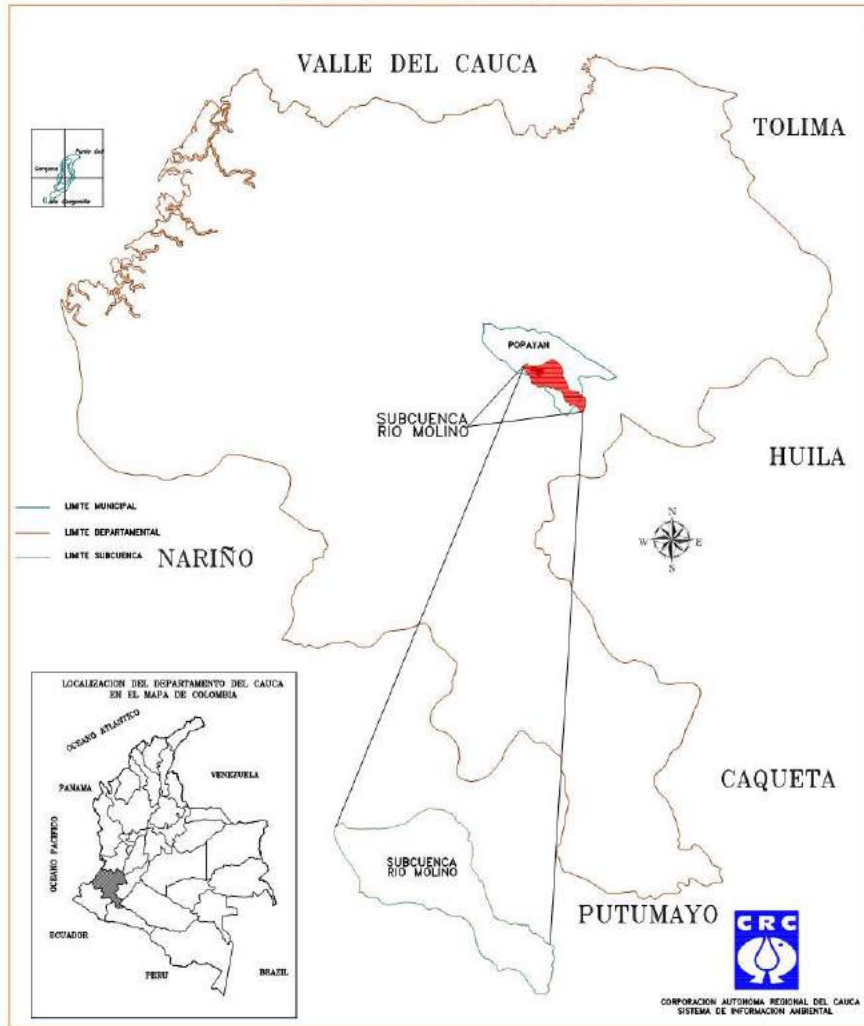
Fuente: base cartográfica POMCH Molino-Pubús, 2006

La unidad hidrográfica de la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús comprende una densa red de drenaje cuyos ejes principales se internan en la ciudad de Popayán(Ver Mapa 1). Esta situación le da el carácter de subcuenca urbana, determinando la necesidad de dar un tratamiento específico para abordar el plan.

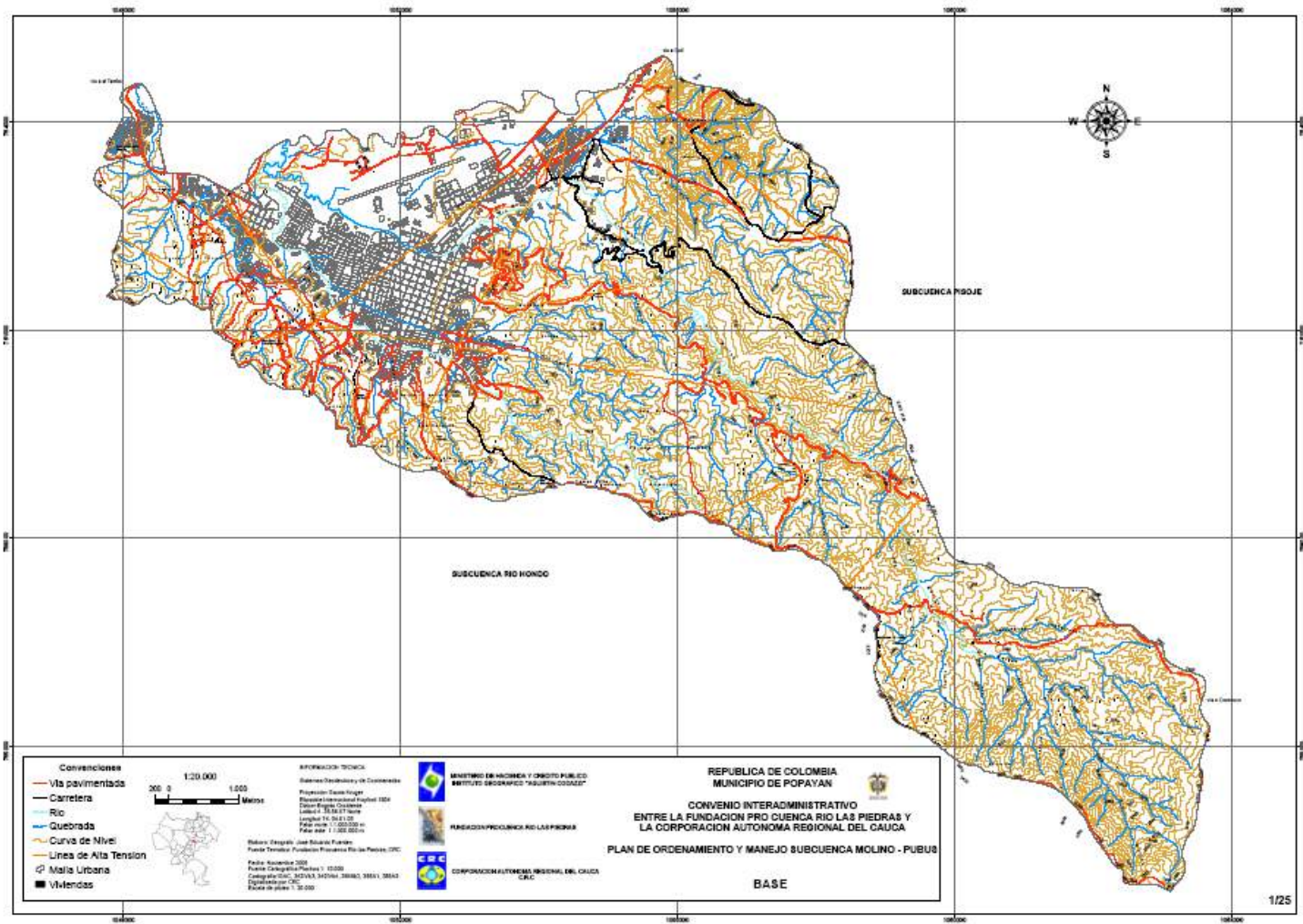
En la guía técnico científica del IDEAM no se establecen los lineamientos metodológicos para la formulación de los planes en este tipo de cuencas, por lo tanto, la CRC define unos lineamientos para tratar la parte urbanística, los cuales se aplicaron en el desarrollo del respectivo componente (Ver documento del componente urbanístico).

Figura 1. Localización de la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús en el Departamento del Cauca

LOCALIZACION DE LA SUBCUENCA RIO MOLINO  
EN EL DEPARTAMENTO DEL CAUCA



Mapa 1. Base



### División político administrativa

En su área de 67,87 Km<sup>2</sup>, la subcuenca Río Molino-Qda Pubús incluye diferentes situaciones socioeconómicas y biofísicas que se encuentran reflejadas en la división político administrativa actual, de la cual existe claridad hasta el nivel de corregimientos. Sin embargo, al tratar de espacializar las veredas, figura con la cual las personas se identifican, apropian y hacen uso y manejo de los recursos naturales, existe

falta de claridad, razón por la cual la delimitación presentada en este plan es

reflejo del grado de reconocimiento de los líderes comunitarios que participaron en los talleres y de la delimitación oficial del área urbana de la ciudad, por ende, está sujeta a comprobación y verificación normativa detallada.

Bajo este contexto, la subcuenca Río Molino-Qda Pubús cuenta con 8 corregimientos, 27 veredas y 7 comunas urbanas (Ver Cuadro 3, Mapa 2).

Cuadro 3. División político administrativa de la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús.

<b>SUBCUENCA RÍO MOLINO</b>	
<b>ZONA RURAL</b>	
<b>CORREGIMIENTO</b>	<b>VEREDAS</b>
Poblazón	Santa Elena, Resguardo de Poblazón y Santa Bárbara
Santa Bárbara	Santa Elena, PISOJÉ BAJO, Santa Bárbara, El Hogar, La Claridad
El Sendero	El Sendero, El Arenal, Tres Cruces, Pueblillo Alto, Pueblillo Centro, Molanga, Pomona, Real Pomona
Samanga	Santa Bárbara, Samanga, Tinajas, Siloé, La Paila, Montebello
<b>ZONA URBANA</b>	
Barrios ubicados en el límite rural	El Refugio, El Carmen, Calicanto, Barrio Plateado, Los Andes, El Lago, Avelino UI, Pueblillo
Comunas	3, 4, 5, 6, 7, 8, y 9
<b>SUBCUENCA QUEBRADA PUBÚS</b>	
<b>ZONA RURAL</b>	
<b>CORREGIMIENTO</b>	<b>VEREDAS</b>
Samanga	El Túnel
Puelenje	Puelenje, Puelenje Alto, Puelenje Centro, Torres
Vereda de Torres	Torres, La Playa
Cajete	Cajete, las Chozas
<b>ZONA URBANA</b>	
Comunas	6, 7 y 9

Fuente: talleres de diagnóstico participativo POMCH Molino- Pubús, 2005



La subcuenca presenta una gran complejidad socioeconómica al albergar gran parte de la ciudad de Popayán (toda la comuna 3, 4, 5, 6 y 7), aspecto que determinó que en la zona urbana se enfatizara el trabajo participativo en 92 barrios considerados “de influencia directa”. Estos barrios son los siguientes:

*Comuna 3:* Pueblillo, Yanaconas, Villa Docente, Bolívar, Estancia, Sotará, Yambitará.

*Comuna 4:* Nueva América, Bosques de Pomona, Rincón del Río, Vásquez Cobo, Pomona, Liceo, Cadillal, sectores como Parque Mosquera, Puente del Humilladero.

*Comuna 5,* contempla 15 barrios y 2 asentamientos: barrio Suizo, Avelino Ull, Colgate Palmolive, El Lago, Santa Mónica, Los Sauces, La Alameda, La Campiña, Nueva Venecia, María Oriente, San Andrés, Portal de las Ferias, Las Ferias, Los Andes, Los Braseros, La Floresta. Asentamientos altos de los Sauces y Villa Oriente.

*Comuna 6* con 16 barrios: Alfonso López, Calicanto, Granjas, La Ladera, Loma de la Virgen, Jorge Eliécer Gaitán, José Hilario López, Primero de Mayo, Santa Fé, Valparaíso, El Limonar, El Pajonal, Los Comuneros, Urb. Sindical, Sindical 2ª. Etapa, San José de los Tejares, Barro Plateado.

*Comuna 7* tiene el mayor número de barrios y otro indeterminado grupo de personas asentadas en ellos con influencia sobre la subcuenca: Las Palmas, Las Vegas, Los Campos, Nazaret, Nuevo Popayán, Retiro Bajo, La Campiña, Chapinero, Tomás Cipriano de Mosquera, Las Palmas 2, La Unión, Santo Domingo Sabio segunda etapa, Santa Librada, Los Campos, Munich, Nuevo Milenio, 31 de Marzo, El Mirador, Solidaridad, La Unión, La Libertad, Las Brisas, Independencia, La Heroica, Álamos de Occidente, San Fernando, Brisas de Pubenza, Panamericano, Villa España, Valladolid y varios asentamientos no legalizados hasta el momento.

*Comuna 8,* cuenta con 14 barrios: Camilo Torres, Libertador, Junín, La Esperanza, Pandiguando, Popular, La Isla, Guayabal, El Triunfo, José María Obando, La Esmeralda, Minuto de Dios, Santa Elena, Canadá.

*Comuna 9* incluyendo 16 barrios: Cinco de Abril, La Sombrilla, El Edén, La Capitana, Barrio Kennedy, San José, San Antonio de Padua, Carlos Primero, La María Occidente, Lomas de Granada, Los Naranjos, Benjamín Iragorri, Nuevo San José, Los Jazmines, Urapanes del Río, Los Lagos.

Adicionalmente se encuentran los 14 asentamientos humanos existentes en La Qda. Pubús: Laura Mercedes



Simonns, Cañaveral, Linda Payanesa,  
Los Olivos, San Francisco, Nuevo  
Futuro, Solidaridad II, La Gran  
Conquista, Triunfaremos por la Paz,  
Once de Febrero, Primero de Febrero,  
Primero de abril, Gustavo Restrepo,  
Pubús.



*Me gustaría que mi subcuenca estuviera rodeada de muchos árboles con agua muy limpia, cristalina y abundante, generando mucha salud. Con muchos habitantes con sus viviendas acompañadas de una hermosa parcela adornada con un hermoso jardín. Con una escuela muy grande, con juegos para los niños, un hermoso jardín y una huerta donde los niños disfruten de sus riquezas, un puesto de salud, capilla y un buen escenario deportivo.*

**Niña MONICA HURTADO**

**“evento Sueños del Agua 2006”**



# Componente Socio- Económico

## 2.2 DIMENSIÓN SOCIOECONÓMICA Y CULTURAL

Los últimos retos para la implementación de los planes y programas, han demostrado la necesidad de fomentar la participación de las comunidades, que son quienes sienten y viven la problemática, mantienen la memoria histórica de los procesos acontecidos, de los logros obtenidos, las fortalezas y debilidades, pero sobre todo constituyen actores activos, directos y participantes en la identificación de sus necesidades y soluciones que aportan a su propio desarrollo.

La apertura a una propuesta democrática y participativa, es entonces un aspecto central en este proceso de ordenamiento y manejo, lo cual permite la vinculación de las comunidades y lleva al redescubrimiento de la dimensión comunitaria, uniendo así esfuerzos para mejorar las condiciones económicas, sociales, culturales y ambientales de los habitantes.

### 2.2.1 METODOLOGÍA

Teniendo en cuenta la heterogeneidad de la población existente en la subcuenca Río Molino- Qda. Pubús, fue necesario abordar diferentes metodologías de trabajo que

permitieron el cabal desarrollo de la fase de diagnóstico, teniendo siempre, como elemento fundamental, la participación comunitaria. Bajo este contexto, las actividades se enmarcaron en:

❖ *Recolección de información primaria y secundaria* existente en las

diferentes instituciones (Alcaldía de Popayán, Gobernación del Cauca, Cámara de Comercio, Corporación Autónoma Regional del Cauca (CRC), Empresa de Acueduto y Alcantarillado de Popayán S.A E.S.P., Instituto Colombiano de Desarrollo Rural (INCODER), Red de Solidaridad, Fundación Pro Cuenca río las Piedras, organizaciones de base y líderes comunitarios, basado en comunicaciones personales tanto formales como informales.

❖ Desarrollo de 17 talleres de diagnóstico participativo en donde se utilizó, entre otras herramientas, la *cartografía social*, diferenciada en contenidos temáticos ajustados a cada zona. En el caso de las áreas rurales, se trabajó en sistemas productivos actuales y límites veredales, mientras que en la zona urbana se desarrollaron temas de problemática socio-ambiental y elementos de interés arquitectónico (Ver detalles en el Documento de Participación).

❖ Desarrollo de la *metodología Metaplan* en los talleres de diagnóstico participativo de la zona rural. Ésta metodología permite la identificación de necesidades, problemas o dificultades de los habitantes de la región mediante el trabajo grupal, que al socializarse, discutirse y priorizarse a través de votos individuales, permiten promediar la representatividad del conflicto identificado.

❖ *Encuestas a grupos comunitarios de la zona urbana*, aplicadas en cada una de las comunas de la subcuenca Río Molino-

Qda. Pubús. Dichas encuestas tuvieron en cuenta temas como organizaciones de base, espacio público, historia general de ocupación, percepción frente a planes de ordenación actuales, entre otros (Ver detalles en Documento de Participación).

## 2.2.2 ASPECTOS DEMOGRÁFICOS

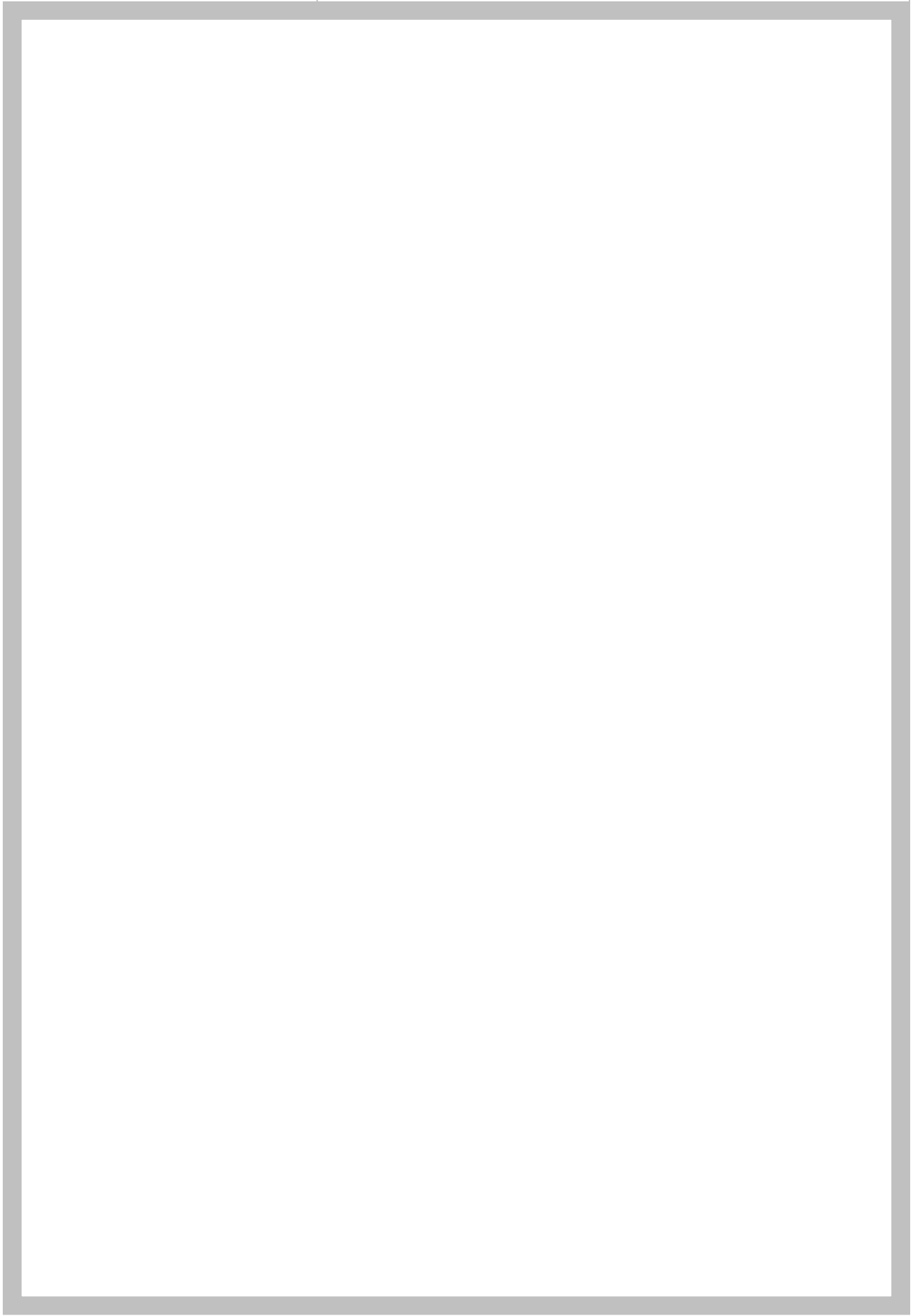
En la subcuenca existen diferentes grupos poblacionales asentados: campesinos e indígenas en la zona rural y comunidades urbanas, quienes dependiendo de su sentido de pertenencia y necesidades satisfechas degradan, en mayor o menor medida, los recursos de los que dependen. No obstante, dado el contexto social actual, sobresalen los grupos de migrantes y desplazados quienes presentan niveles demográficos muy fluctuantes, viven procesos de readaptación que les permita comprender los territorios a los cuales llegan por periodos cortos o estacionarios.

Además, son centro de exclusión de los otros grupos poblacionales presentes en la zona, con quienes no se identifican y a quienes señalan como ajenos o extraños en el contexto y quienes en la actualidad, en un porcentaje considerable ejercen influencia especialmente sobre la Qda. Pubús.

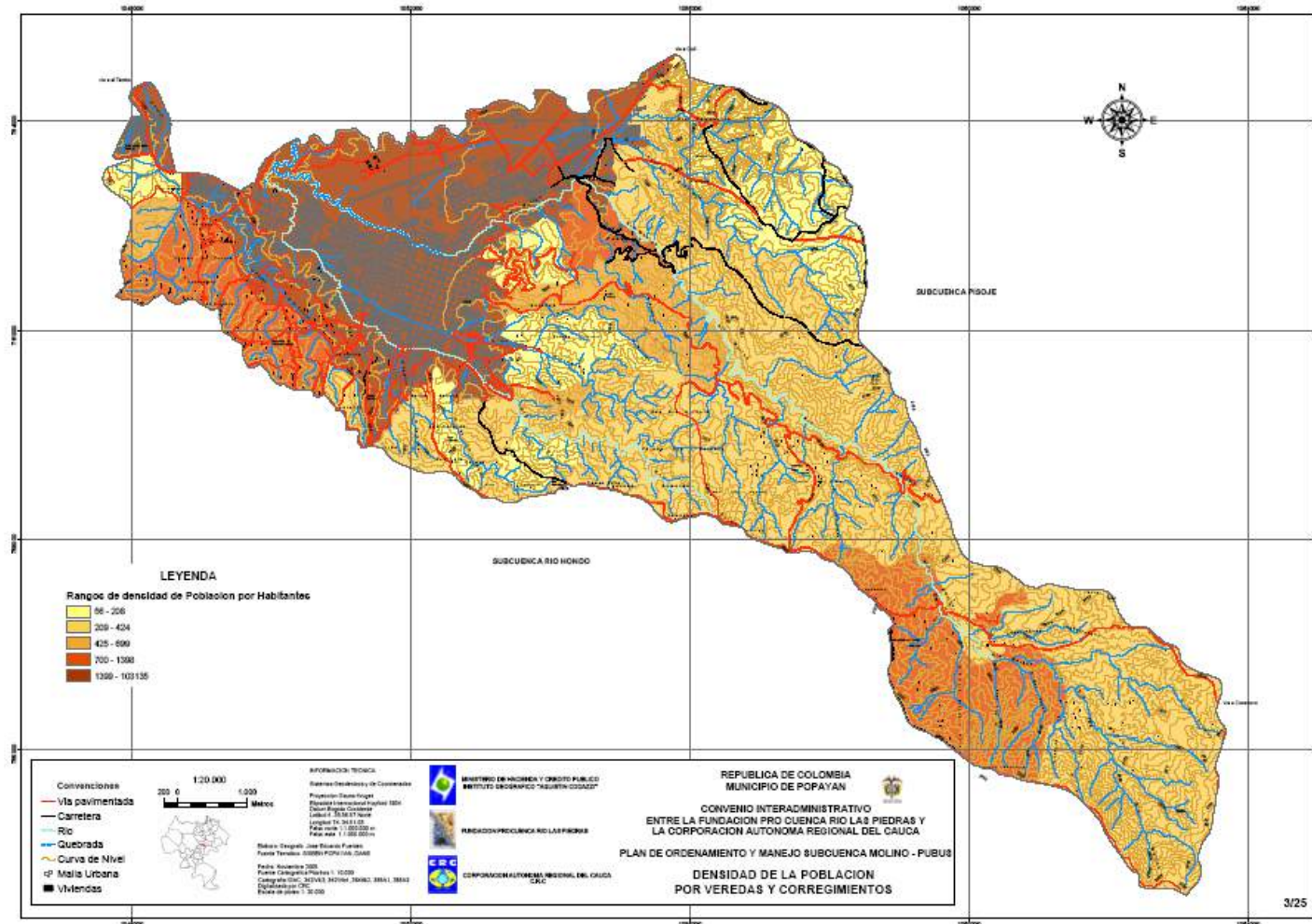
Por su parte, la población indígena se encuentra representada por el Cabildo Yanacona en la zona urbana y el Resguardo de Poblazón en la zona rural, quienes han manifestado y enfatizan en su interés por que la subcuenca siga viva. Para ello han adelantando algunas estrategias ambientales para evitar su contaminación como la canalización de las aguas residuales y otras, orientadas a generar procesos internos que integren a las nuevas generaciones con la protección de la naturaleza.

### 2.2.2.1 TAMAÑO Y DISTRIBUCIÓN POBLACIONAL

La población de la *subcuenca Río Molino- Qda. Pubús*, se estima en 113.058 habitantes distribuidos en la zona urbana y rural (Ver Mapa 3 y 4), cifra sujeta a correcciones una vez se oficialicen los resultados del censo realizado por el DANE en el transcurso del año 2006. Otra fuente de información es el SISBEN, sin embargo, en sus bases de datos solamente se registra la población de las veredas y los estratos 1 y 2 del area urbana. Todas estas limitaciones en el detalle de la información, no permitieron realizar cálculos y proyecciones para la subcuenca.

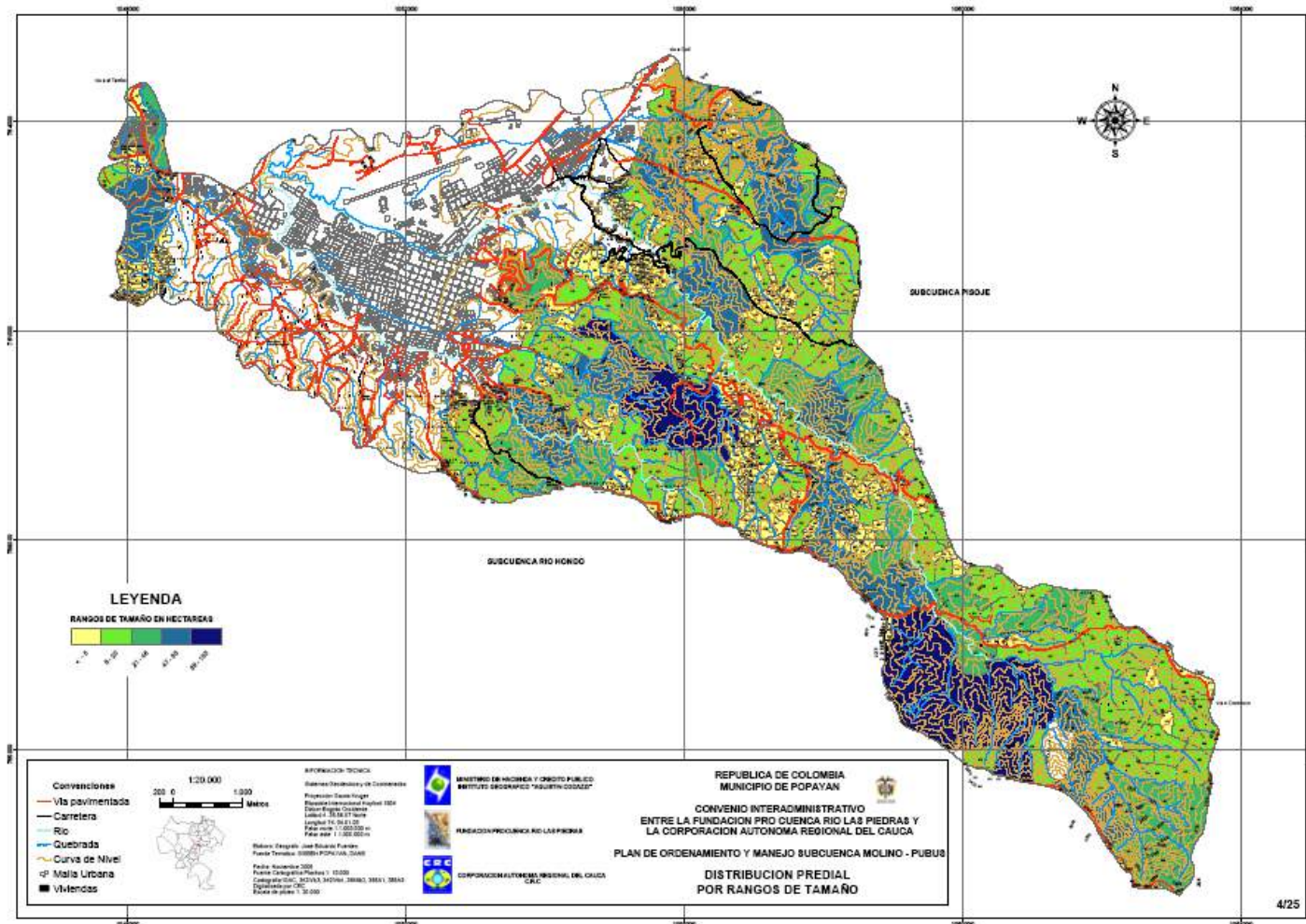


Mapa 3 Densidad de la población por veredas y corregimientos





Mapa 4. Distribución predial por rangos de tamaño



Como se mencionó anteriormente la subcuenca Río Molino-Qda Pubús se caracteriza por ser predominantemente urbana, dado que agrupan la población de 106 barrios de influencia que representan el 91,22% (103.135 habitantes) del total poblacional de la subcuenca. Las comunas que presentan el mayor número de habitantes son la 7 y 8 (25.656 y 22.220 respectivamente), mientras que la comuna 4 es la de menor población (5.364 habitantes) (Ver Cuadro 4).

Cuadro 4. Número de habitantes de la zona urbana de la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús,

COMUNA	No. HABITANTES
4	5.364
3	5.625
6	12.437
5	15.318
9	16.515
8	22.220
7	25.656
<b>TOTAL URBANO</b>	<b>103.135</b>

Fuente: Planeación municipal, oficina de estratificación; talleres de diagnóstico participativo POMCH Molino-Pubús, 2.005

Esta relación con el número de habitantes también se refleja en las necesidades básicas insatisfechas, especialmente vivienda, saneamiento básico, trabajo, salud y educación, teniendo en cuenta que las comunas con mayor número de habitantes (5,

7, 8, 9) son el resultado del poblamiento de Popayán y crecimiento urbano después del terremoto de 1983 y del desplazamiento por agudización de la violencia en zonas rurales, aspectos claves que determinan que la problemática no solo socioeconómica sino también ambiental sea mas aguda en dichas comunas.

A su vez, en la zona urbana de la subcuenca, sobresale la gran influencia de los 14 asentamientos ilegales cuya población asciende a 4036 habitantes distribuidos en 2540 familias<sup>4</sup>. Ellos son: Laura Mercedes Simonns, Cañaveral, Linda Payanasa, Los Olivos, San Francisco, Nuevo Futuro, Solidaridad II, La Gran Conquista, Triunfaremos por la Paz, Once de Febrero, Primero de Febrero, Primero de Abril, Gustavo Restrepo, Pubús.

Por otra parte, la población rural está constituida, según los talleres de diagnóstico participativo, por 9.923 habitantes (8,78% de la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús), de los cuales el 59,5% corresponde a la subcuenca río Molino y el 40,5% a la subcuenca Qda. Pubús. Con relación a la composición por grupos poblacionales, la zona

<sup>4</sup> Información consolidada a partir de: Taller de Diagnóstico Participativo POMCH Molino-Pubús, 2005; Experiencia Socioambiental, Quebrada Pubús, Alcaldía de Popayán, Acueducto y Alcantarillado de Popayán, S.A, E.S.P., Fundación Río las Piedras, 2005

rural de la subcuenca es fundamentalmente campesina, con una minoría indígena representada por el Resguardo de Poblazón. (Ver Cuadro 5).

Nuevamente se reitera que estos datos poblacionales pueden cambiar después que el DANE presente la información actualizada del censo, aún mas teniendo en cuenta que de la población registrada para el Resguardo de Poblazón y la vereda PISOJÉ Bajo es menor, dado que la subcuenca Río Molino-Qda Pubús solamente acoge una parte del área total de estas veredas, correspondiendo la parte restante a las subcuencas río Negro y río PISOJÉ, respectivamente.

Cuadro 5. Número de habitantes de la zona rural, subcuenca Río Molino-Qda. Pubús.

VEREDAS	No. HABITANTES
<b>SUBCUENCA RÍO MOLINO</b>	
Tinajas	57
Las Tres Cruces	70
Montebello	132
Real Pomona	195
Claridad	200
El Arenal	208
El Hogar	236
Santa Elena	239
Pueblillo Alto	250
La Paila	254
Pisojé Bajo	300
Pomona	369
Santa Bárbara	378
Siloé	586
Samanga	600
El Sendero	800
Poblazón	1.029
<b>SUBTOTAL MOLINO</b>	<b>5.903</b>
<b>SUBCUENCA QUEBRADA PUBÚS</b>	
El Túnel	150
Cajete	686
La Playa	699
Puelenje	966
Vda. De Torres	1.398
<b>SUBTOTAL QDA. PUBÚS</b>	<b>4.020</b>
<b>DESPLAZADOS</b>	<b>121</b>
<b>TOTAL RURAL</b>	<b>9.923</b>

Fuente: Sisben 2.005. Talleres de Diagnóstico Equipo Técnico. Fundación río las Piedras. 2005

### 2.2.2.2 DISTRIBUCIÓN ÉTNICA Y LOCALIZACIÓN

En el sector urbano del Municipio de Popayán, no existen resguardos indígenas, solamente se encuentra un cabildo urbano de la etnia Yanacóna, de reciente conformación quienes han liderado un arduo proceso de reconocimiento, mientras que en la parte alta de la zona rural de la subcuenca se encuentra el “*Resguardo de Poblazón de la etnia Coconuco*”.

Estos grupos étnicos se encuentran adscritos al Consejo Regional Indígena del Cauca (CRIC), pero los últimos mencionados están asociados a la Unión de Cabildos Genaro Sánchez y participan en el diseño e implementación de proyectos de beneficio comunitario.

#### Resguardo Poblazón

Este grupo indígena se localiza en el corregimiento del mismo nombre, en el costado oriental del Municipio de Popayán y al occidente del Municipio de Sotar. Cuenta con una población de 1.029 habitantes distribuidos en 200 viviendas, de las cuales una parte (sin datos exactos para la subcuenca) se ubican en la vereda de Poblazón, subcuenca río Molino.

El resguardo está respaldado por un Título Colonial que le da el derecho a la propiedad sobre la tierra, bajo una visión colectiva que permite a los

comuneros el desarrollo de actividades, usos, costumbres, formas especiales de trabajo y organización propia.

Su máxima autoridad es el cabildo, el cual está integrado por un gobernador y 7 miembros más, quienes se encargan, entre otras funciones, de gestionar y administrar recursos económicos, aplicar la normatividad que los rige y distribuir las tierras.

Aunque los Coconucos, han perdido su lengua y escritura, conservan sus

costumbres y algunas prácticas culturales como es la minga, que les permite interactuar y ayudarse comunitariamente.

La familia es el punto de unión, está compuesta por el padre, la madre e hijos y cuando estos últimos se casan viven por un tiempo en el hogar de los padres de la novia mientras pueden independizarse.

Tienen terrenos que trabajan comunitariamente, aunque se asigna a cada familia un predio para laborar.

### *2.2.2.3 MOVILIDAD POBLACIONAL*

En la subcuenca se identifica una población vulnerable desplazada a causa de la violencia o por la búsqueda de mejores oportunidades de vida. Los grupos desplazados provienen de municipios caucanos como: El Tambo, Timbio, Bolívar, Cajibío, Tierradentro y de Departamentos como Putumayo y Huila, entre otros, quienes buscan refugio principalmente en la ciudad de Popayán.

De acuerdo con los datos suministrados por la oficina de la Red de Solidaridad del municipio de Popayán, se estima que existen aproximadamente 17.000 desplazados ubicados en las distintas comunas.

Hasta la fecha no se cuenta con información precisa sobre su distribución particular, dado que es una población fluctuante que se incrementa cuando el orden público local se altera en las regiones de procedencia, un ejemplo de ello es la población desplazada que reside en la subcuenca de la Qda. Pubús y zonas aledañas (comunas 7, 8 y 9).

Desde hace un año en el sector rural de la subcuenca río Molino se han asentado, en la vereda Santa Bárbara, 31 familias provenientes de procesos de reinsertión y desplazamiento, equivalentes a 121 personas originarias de los municipios de Ortega, Cajibío, Popayán, El Tambo y el Departamento de Putumayo.

Esta población presenta una distribución predominantemente joven. El 54% se encuentra en un rango de 1 a 19 años, el 33,9% de 20-39 años y el 11,6% restante representa los adultos mayores (Ver Cuadro 6).

Cuadro 6. Distribución etárea de la población desplazada ubicada en la vereda Santa Bárbara, zona rural de la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús

EDAD (AÑOS)	NUMERO PERSONAS
1-4	19
5-9	22
10-14	13
15-19	12
19-24	9

25-29	11
30-34	12
35-39	9
40-44	4
45-49	2
50-54	4
55-59	3
Más de 65	1
<b>TOTAL</b>	<b>121</b>

Fuente: INCODER, Cauca 2.005

Estas cifras determinan que las víctimas de la violencia, que padecen el fenómeno del desplazamiento son las nuevas generaciones, quienes comienzan su vida con experiencias fuertes de rechazo social, la exclusión, el desarraigo de sus puntos de origen, la desestructuración de la familia y el sentir con mayor agudeza el

efecto de no contar con condiciones de vida digna.

Con relación a la población urbana desplazada, de acuerdo al Anuario de Cámara y Comercio<sup>5</sup> se estima que para la subcuenca Río Molino- Qda Pubús, el 7.2% tiene una vivienda inadecuada y el 1.4% no cuenta con servicios públicos óptimos dada su condición de ilegalidad. La pobreza y la marginalidad se estiman en el 77.2% de la población y el 39.2% está en condiciones de indigencia.

### 2.2.3 ASPECTOS POLÍTICOS

#### 2.2.3.1 FORMAS ORGANIZATIVAS

En este escenario se encuentran diferentes organizaciones sociales, identificadas por la comunidad en los talleres de diagnóstico participativo, que una vez fortalecidas luchan y trabajan por la consecución de objetivos colectivos. Entre ellas se encuentran las Juntas de Acción Comunal (JAC), las Juntas Administradoras Locales (JAL), Juntas de Vecinos, Asociaciones de Vivienda y comités, entre otros. La conformación y fortalecimiento organizativo constituye *un proceso estratégico*, que ha determinado un

cambio de mentalidad, una mayor participación de los grupos sociales más decididos, reflexivos y analíticos en la exposición de sus necesidades y en la identificación de propuestas alternativas que permiten mitigar o disminuir situaciones socioambientales insostenibles. Lograr que sea reconocido su potencial y asumir los nuevos retos de fortalecimiento y capacitación para el liderazgo, es uno de sus propósitos primordiales.

La conformación de organismos asociativos de carácter administrativo como las 118 JAC y las 7 JAL urbanas, ha representado la posibilidad de adelantar gestiones y veedurías en el área de su jurisdicción frente a procesos de planificación, administración de recursos, prestación de los servicios públicos, ejecución de obras y promoción de formas de participación ciudadana previstas en la Constitución Nacional y la legislación vigente.

Estas organizaciones están integradas, en cada comuna o corregimiento, por cinco a nueve personas elegidas mediante voto popular, para ejercer durante un periodo de tres años, el cual coincide con el del Concejo Municipal.

Esta *visión participativa* es, sin lugar a dudas, uno de los aspectos más relevantes que ha permitido aunar

<sup>5</sup> Anuario de Cámara y Comercio 2.005



esfuerzos con las instituciones públicas. Es de destacar que actualmente se han implementado mecanismos como los *presupuestos participativos*, convocatorias nacionales para la presentación de proyectos de inversión social, o gestiones internacionales realizada por los grupos para obtener recursos en diferentes sectores como alimentación, obras de infraestructura, comedores escolares, salud, actividades productivas, entre otros.

Existen 19 asociaciones de desplazados, los cuales se agrupan con el fin de acceder a recursos de vivienda, reubicación, alimentos, salud. Uno de estos grupos está ubicado en la zona rural de la subcuenca, en la hacienda Santa Bárbara.

A lo largo de la subcuenca también están presentes 42 Asociaciones de Vivienda, de las cuales solamente 2 pertenecen a la zona rural. Este tipo de organización tiene como objetivo lograr, a través de procesos organizativos y de trabajo continuo, una vivienda financiada con recursos principalmente del Estado. Estas asociaciones se ubican en las comunas donde se evidencian fenómenos como el hacinamiento, inquilinatos, viviendas en condiciones deficientes en materiales o servicios públicos, carencia de vías y riesgo a inundaciones.

De acuerdo con información de la comunidad, existen 29 Juntas Administradoras de Acueductos Veredales, las cuales se encargan de velar por la limpieza de los tanques de recolección de agua y del arreglo de los sistemas de conducción. Es de aclarar que estos acueductos no cuentan con sistemas de tratamiento que permitan suministrar el agua óptima para el consumo humano de acuerdo al Decreto 475-03 de 1998 y el Reglamento Técnico para el sector de agua potable y saneamiento básico-RAS 2000-. Esta situación determina que la población sea vulnerable a enfermedades.

Las organizaciones relacionadas con el sector educativo son las Juntas de Padres de Familia, con gran difusión, fortalecimiento y rol reconocido.

Entre sus actividades se encuentra fomentar el desarrollo de las políticas educativas ambientales, velar por los intereses de la comunidad educativa, además, promover la tolerancia y la convivencia pacífica.

Con relación a los vendedores formales, existe un censo realizado por el comercio formal que determina la presencia de 157 vendedores organizados en un sindicato, el cual paga impuestos ante la Cámara de Industria y Comercio del Cauca por el desarrollo de sus actividades. A su vez, existe una Asociación de Vendedores Informales conformada por 50 integrantes, de los cuales el 20% cuenta con SISBEN. Se caracterizan por ser residentes de barrios como El Lago, Loma de la Virgen, Los Comuneros, Las Palmas y Santo Domingo Sabio, entre otros.

Con respecto a esta actividad económica, en la actualidad existe una amplia discusión frente a la ocupación del espacio público y el derecho al trabajo, dado que los vendedores afirman que solo obtienen el sustento diario para su familia, viéndose en muchos casos, enfrentados a las acciones coercitivas por parte de la fuerza pública.

Se presentan Asociaciones de Recicladores, al igual que grupos comunitarios que trabajan por el barrio, por la cuadra, desempeñando

labores de embellecimiento de la ciudad en parques, senderos ecológicos y limpieza de calles. En la actualidad algunas de estas organizaciones buscan el reconocimiento social y político que les permita posicionar a sus líderes en las instancias de discusión con el gobierno local.

También existen organizaciones de trabajo por las parroquias o iglesias cristianas, organizaciones particulares de mujeres interesadas en las manualidades, las artesanías, grupos musicales y de danza, grupos juveniles, de la tercera edad, de hipertensos, organizaciones para reforestar las riberas del río Molino, río Ejido y Qda. Pubús, entre otros grupos. Estas formas organizativas dan cuenta del pluralismo étnico, de las distintas posibilidades y concepciones de la vida y del papel que

desempeñan como actores en la solución de la problemática socioambiental existente.

Durante el recorrido de campo en la subcuenca río Molino, se observaron e identificaron tres grupos informales de mujeres lavanderas en el río Ejido, cuyo número aún es indeterminado. Algunas de sus integrantes ven en esta actividad el sustento de su familia o simplemente una oportunidad económica al afirmar “nos resulta más beneficioso que hacerlo en casa”. No obstante, la calidad del agua del sector determina su exposición a enfermedades dermatológicas, además el caudal no es suficiente para diluir la carga contaminante de los jabones y detergentes utilizados.

Bajo este contexto de formas organizativas buscando mejores condiciones de vida, tanto en la zona rural como urbana de la subcuenca, se evidencia la necesidad de implementar y fortalecer los procesos de educación y concientización ambiental, de formación de capacidad para la gestión e implementación de proyectos que permitan vislumbrar un cambio futuro, logrando la construcción de nuevos valores sociales, económicos y ambientales que favorezcan el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales que ofrece la subcuenca.

### *2.2.3.2 ORGANIZACIONES POLÍTICAS*

En lo referente a las organizaciones políticas, existe una variedad de grupos en función de la tendencia tradicional bipartidista, que ha demarcado gran parte de la historia de Colombia y del Cauca. La presencia y surgimiento de grupos alternativos, fusiones y movimientos regionales desarrollados en el marco de un clima de conflicto social, ha generado la conformación de nuevos liderazgos, la apertura para la participación de jóvenes y la posibilidad de intervención de la mujer en el campo político. Especialmente este género ha incrementado su participación en las diferentes instancias de gobierno departamental y municipal.

Según los datos suministrados por la Registraduría Departamental, durante la votación popular en el Municipio de Popayán, efectuada en el mes de febrero del 2.004, se inscribieron oficialmente: el Partido Liberal Colombiano, Partido Conservador Colombiano, Partido Comunista de Colombia, Compromiso Cívico Cristiano por la Comunidad (C4), Movimientos Sociales Indígenas y una gran cantidad de movimientos independientes.

Las tendencias políticas de *la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús* son fluctuantes, porque dependen de los intereses comunitarios para determinar la elección de un candidato. En las nuevas propuestas políticas se encuentran procesos de fusión, apertura hacia la existencia y conformación de nuevos movimientos políticos que intercambian postulados o que demarcan una centralidad específica en un grupo social: campesinos, indígenas, estudiantes, recicladores, sindicatos, pensionados, quienes retoman las banderas tradicionales o transforman e incorporan propuestas más participativas hacia los sectores de base.

Según datos suministrados por la Registraduría Departamental, se identifican tres zonas con varios puestos

de votación, a donde confluyen los habitantes de los barrios cercanos.

Los Cuadros 7, 8, 9 y 10 hacen referencia específicamente a este factor, evidenciando claramente un fortalecimiento y mayor popularidad o cercanía de la población hacia las propuestas de los independientes y de los Liberales.<sup>6</sup>

Cuadro 7. Tendencia política Zona 1.

TENDENCIA	ZONA 1
Independientes	Colegio Mayor
Independientes	Colegio Francisco A. Ulloa
Independientes	Colegio San Agustín
Independientes	Colegio San Francisco
Independientes	Colegio Melvin Jones
Independientes	Colegio Cristo Rey

Fuente: Registraduría Departamental. 2004

Cuadro 8. Tendencia política Zona 2

TENDENCIA	ZONA 2
Independientes	Colegio Don Bosco
Independientes	Bienestar Social de la Policía
Independientes	Colegio José Eusebio Caro
Liberal	Escuela Tomás Cipriano De Mosquera
Liberal	Escuela Los Ejidos
Liberal	Escuela Lomas de Granada

Fuente: Registraduría Departamental. 2004

Cuadro 9. Tendencia política Zona 3

TENDENCIA	ZONA 3
-----------	--------

<sup>6</sup> La información registrada en las tablas 7, 8, 9 y 10 fue suministrada por la Registraduría Departamental. 2004

Independiente	Colegio INEM
Liberal	Colegio Colina Campestre
Liberal	Colegio Sagrado Corazón de Jesús
Liberal	Colegio Nuestra Señora del Carmen
Liberal	SENA
Liberal	Escuela Pedro A. Torres

Fuente: Registraduría Departamental. 2004

Cuadro 10. Tendencia política Zona Rural

TENDENCIA	CORREGIMIENTOS
Liberal	Santa Bárbara
Liberal	Poblazón
Liberal	Sendero
Liberal	Samanga

Fuente: Registraduría Departamental. 2004

### 2.2.3.3 ESTRUCTURAS DE GOBIERNO

Dentro de las estructuras de gobierno en la subcuenca se cuenta con la Gobernación del departamento y la Alcaldía municipal. Los mandatarios de estas instituciones tienen como instrumentos de gestión los Planes de Desarrollo que incluyen programas y proyectos para orientar el desarrollo socioeconómico, cultural y ambiental del territorio. Sustentados en los postulados de la Constitución Nacional, que manifiesta claramente en los principios Fundamentales, Artículo 1 “*Colombia es un estado social de derecho, organizado en forma de Republica unitaria, descentralizada, con autonomía de sus entidades territoriales, democrática,*

*participativa, pluralista, fundada en el respeto de la dignidad humana y en la prevalencia del interés general”.*

En esta perspectiva, las Administraciones de los Entes Territoriales, en cumplimiento de este legado y haciendo uso de las disposiciones generales, pueden dirigir la inversión a áreas de intervención social, haciendo énfasis en problemas de la población vulnerable, procesos de contaminación, fomentando la generación de espacios que permiten la concertación de alternativas de solución que conlleven a mejorar las condiciones sociales, ambientales y de convivencia.

En las actuales administraciones se pueden identificar los siguientes programas frente a la gestión ambiental: la Alcaldía Municipal adelanta dentro del Programa de Desarrollo Ambiental dos subprogramas: Política Pública Ambiental y Prevención y Atención de Desastres.<sup>7</sup> En el primero de ellos se encuentran los siguientes proyectos relacionados con la subcuenca Río Molino-Qda Pubús:

- Estudio y actualización del medio ambiente urbano y rural del municipio
- Fortalecimiento de programas ambientales escolares comunitarios, entre cuyas metas específicas se encuentra la descontaminación y recuperación de los ríos Ejido y Molino, conservando el parque lineal y ecoturístico
- Mejoramiento y conservación de microcuencas, nacimientos de agua, humedales, áreas de ribera y bosques naturales del municipio.
- Concertación con actores para planes ambientales zonales
- Terminación planta procesadora para la transformación de residuos orgánicos
- Promoción y divulgación del potencial ecoturístico.
- Capacitación ambiental en sistemas integrales de protección.
- Fortalecimiento de las fuentes de abastecimiento de la cuenca del río Molino, cuyas metas específicas relacionadas son: formulación del plan de manejo de la subcuenca río Molino, ampliación de zonas de protección de la misma, conformación de la red de reservas de la sociedad civil en la vereda Santa Elena, implementación de sistemas de planificación integral en 20 hectáreas, mantenimiento de zonas de protección.
- Saneamiento básico para fuentes de abastecimiento
- Fortalecimiento del fondo de tierras.
- Fortalecimiento de cerros tutelares.
- Descontaminación de los ríos Ejido y Molino.
- Desarrollar el programa de adopción de zonas verdes en el municipio

---

Tomado de: Acuerdo 06 de 2004 por el cual se aprueba y adopta el Plan de Desarrollo Municipal para la vigencia 2004-2007.



Por su parte, dentro del Subprograma de Prevención y Atención de Desastres se encuentran los siguientes proyectos:

- Reactivación de la red de atención y prevención de desastres.
- Reubicación de familias ubicadas en zonas de alto riesgo

En la presente Administración Municipal, se aplica la propuesta del *“Presupuesto Participativo”*, como una posibilidad que tienen los habitantes del Municipio de Popayán para concertar democrática y participativamente los recursos

públicos de inversión en tres ejes: Educación, Infraestructura, Saneamiento básico y Agua Potable. Los ciudadanos hacen las veces de veedores en la inversión de estos recursos.

Por parte de la Gobernación Departamental se encuentran los ejes estratégicos y transversales del Plan de Desarrollo basados en la gobernabilidad, gestión para el desarrollo social, productivo y ambiental y conectividad. Dentro de ellos se encuentra la apuesta estratégica denominada Ambiente sano y corredores de vida para el Cauca, cuyos programas se basan en:<sup>8</sup>

- Gestión ambiental del territorio y recursos naturales.
- Conocimiento, planificación y ordenamiento ambiental del territorio.
- Corredores de vida.

#### **2.2.4 ASPECTOS SOCIALES**

En los aspectos sociales se realizó una caracterización sobre los procesos de inversión social, la distribución del ingreso, la descripción de los conflictos existentes frente a los

procesos de urbanización y por consiguiente los efectos de los planes y proyectos implementados en la subcuenca.

En síntesis se puede afirmar que el Municipio de Popayán presenta muy bajos índices de ingreso en comparación con ciudades que presenta mayor crecimiento poblacional, un debilitado sector industrial, problemas de planeación por crecimiento desordenado de la ciudad e incremento de población con necesidades básicas insatisfechas, especialmente la falta de vivienda adecuada y digna y la prestación de servicios de salud eficientes y oportunos. Con porcentajes económicos que denotan el incremento del empleo a costa de condiciones laborales iguales o por debajo del salario mínimo, situación que no permiten vivir sino sobrevivir frente a las alzas de la canasta familiar y los costos de la vida. Dicha situación, determina la necesidad que los miembros de la familia contribuyan con ingresos mediante el desarrollo de actividades complementarias y por ende se genere deserción escolar y desmotivación por alcanzar mejores niveles educativos.

El incremento de centros educativos privados en los que predomina la validación del bachillerato es notable pero también se registra una alta deserción por el madre solterismo, por

<sup>8</sup> \* Tomado de: Plan de Desarrollo Departamental del Cauca 2004-2007 "Por el Derecho a la Diferencia".

parte de las alumnas de grados superiores.

No obstante, este panorama de crisis socioeconómica, están surgiendo procesos organizativos de base e institucionales que permiten consolidar estrategias integrales que atienden problemas colectivos.

#### *2.2.4.1 CONDICIÓN DE VIDA*

Con relación a los aspectos sociales, si se analizan los datos del censo de 1993 sobre los índices de condiciones de vida del municipio de Popayán y los porcentajes de necesidades básicas insatisfechas, se observa que el NBI compuesto alcanza el

19.2%, seguido por el problema de hacinamiento con un 8.5% y vivienda inadecuada con un 7.2%, estos ponen de manifiesto las precarias condiciones en que viven los pobladores de la subcuenca. (Ver Cuadros 11 y 12).

Cuadro 11. Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) de la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús

SECTOR	PORCENTAJE (%)
Vivienda Inadecuada	7.2
Servicios Inadecuados	1.4
Inasistencia Escolar	2.7
Hacinamiento	8.5
Alta Dependencia Económica	6.6
NBI Compuesto	19.2
Miseria	5.4

Fuente: DANE, Colombia. Censo 1.993. Cauca.

Cuadro 12. Número de personas con índice NBI, Municipio de Popayán

SECTOR	No HABITANTES
No. De Habitantes afectados	105.150
Vivienda Inadecuada	12.069
Servicios Inadecuados	2.403
Hacinamiento	14.209
Inasistencia Escolar	4.575
Dependencia Económica	11.007
NBI Compuesto	32.085
Miseria	9.674

Fuente: DANE Colombia, Censo 1.993, Cauca

Los anteriores datos de NBI, pertenecen en su gran mayoría a población de los estratos 1 y 2, la cual

está asentada en las comunas con mayor influencia sobre la subcuenca Río Molino- Qda. Pubus.

Al comparar las condiciones de vida del ciudad de Popayán con Medellín, Bogotá y Quibdo, se evidencia un alto índice de déficit en las condiciones de vida, sin embargo Popayán tiene índices muy similares a Bogotá, siendo ésta la capital de Colombia con una población mayoritaria. (Ver Cuadro 13).

Cuadro 13. Índice de Condiciones de Vida (ICV (%))

CIUDAD	ICV (%)
MEDELLÍN	84.33
QUIBDO	70.73
BOGOTÁ	82.93
POPAYÁN	82.61

Fuente: Ministerio de Educación, matriculas docentes, establecimientos. DANE: Proyecciones municipales. Tasas de analfabetismo, Censo 1.993

#### 2.2.4.2 EMPLEO

De acuerdo con la información contenida en el Anuario Cámara de Comercio 1996-2004, para el departamento del Cauca se observan unas cifras constantes de población definida como "ocupados" y "desocupados" lo que indica un mínimo crecimiento del empleo para ese periodo, posiblemente se deba a la

falta del fortalecimiento del sector productivo que genera mayores oportunidades laborales frente a la demanda de la población. (Ver Cuadro 14).

Es importante tener en cuenta la relación existente entre poseer un trabajo, las condiciones laborales y la compensación salarial, pues en

muchos casos la condición de empleado no garantiza el sostenimiento de la familia y, en algunos casos, los demás integrantes deben realizar otras actividades que permitan obtener o generar ingresos adicionales para el sustento, situación mucho más difícil para quienes no poseen empleo y viven del rebusque.

Cuadro 14. Indicadores laborales 1996-2004 (Cifras en miles). Departamento del Cauca.

CONDICIÓN POBLACIONAL	AÑOS								
	1.996	1.997	1.998	1.999	2.000	2.001	2.002	2.003	2.004
Población proyectada	1.183	1.202	1.221	1.238	1.260	1.277	1.299	1.322	1.344
Población en edad de trabajar	859	903	941.	907	929	945	966	987	1.009
P. E. A.	525	538	581	581	593	643	624	665	661
Ocupados	484	479	511	496	520	577	558	596	603
Desocupados	41	60	70	84	74	66	66	68	57
Abiertos						55	58	61	49
Ocultos						11	8	8	8
Inactivos	334	365	360	327	335	302	342	323	348
Sub Empleados						225	253	248	258
Insuficiencia de horas						123	115	127	123
Empleo inadecuado por competencia						9	6	19	11
Empleo inadecuado por horas						167	203	189	206
T. G. P.	61.1	59.6	61.7	64.0	63.09	68.0	64.6	67.3	65.5
Tasa de Ocupación	56.3	53.0	54.3	54.7	56.0	61.1	57.8	60.4	59.8
Tasa de Desocupación	7.8	11.1	12.1	14.5	12.04	10.2	10.5	10.3	8.7
Porcentaje de población en edad de trabajar	72.6	75.2	77.1	73.3	73.7	74.0	74.3	74.7	75.1

Fuente: DANE, Encuesta Nacional de Hogares. Anuario Cámara de Comercio del Cauca. 2.005

Cuadro 15. Empleos de acuerdo a la Caja de Compensación Familiar del Cauca

COMFACAUCA	2.003			2.004		
	Empresas afiliadas	Trabajadores afiliados	Personas a cargo	Empresas Afiliadas	Trabajadores Afiliados	Personas a cargo
Popayán	2.027	26.320	47.133	2.227	25.438	52.345
Santander	352	6.700	13.749	376	6.403	14.895
Resto Municipios	672	14.241	47.792	821	16.662	50.758
<b>Total</b>	<b>3.051</b>	<b>47.261</b>	<b>108.674</b>	<b>3.424</b>	<b>48.503</b>	<b>117.998</b>

Fuente: caja de compensación familiar del Cauca

Un informe elaborado por la Caja de Compensación Familiar del Cauca permite comparar el comportamiento del empleo durante los años 2003 y 2004, entre Popayán como capital del Departamento, Santander con los demás Municipios, mostrando un crecimiento en empresas afiliadas en contraste con la disminución de trabajadores afiliados y el incremento de personas a cargo (Ver Cuadro 15).

De otra parte se encontró un incremento de trabajadores afiliados entre el 2001 al

2004 que ganaban un salario mínimo, la reducción de quienes devengaban 1 o dos salarios, manteniendo constante en aquellos entre 3 y 4 salarios, frente a una dinámica irregular tendiendo a la disminución de trabajadores con más de 4 salarios mínimo (Ver Cuadro 16).

Esta situación determina el predominio de empleo bajo condiciones que no contribuyen al crecimiento económico familiar ni retribuyen los niveles educativos alcanzados por el personal.

Cuadro 16. Trabajadores afiliados por nivel de ingresos durante los años 2001-2004 a la Caja de Compensación Familiar del Cauca

FECHA (a 31 de diciembre)	SALARIOS MÍNIMOS MENSUALES				
	Hasta uno	> 1 - 2	> 2 - 3	> 3 - 4	> 4
2001	382	29.669	7.863	2.495	7.960
2002	304	28.590	7.256	2.880	6.322
2003	13.143	15.429	7.738	2.780	8.171
2004	13.699	16.620	8.566	2.859	6.759

Fuente: caja de compensación familiar del Cauca

Según Comfacaucá, entre 2001 y 2004 el número de trabajadores afiliados ha mostrado un incremento constante por el sector privado, frente al sector oficial, el cual está por debajo, evidenciándose un mayor interés del

primero por el bienestar de sus trabajadores. (Ver Cuadro 17).

Cuadro 17. Trabajadores afiliados según sector, durante el periodo 2001-2004 a la Caja de Compensación Familiar del Cauca

FECHA	SECTOR	TOTAL
-------	--------	-------

(a 31 de diciembre)	OFICIAL	PRIVADO	
2001	17.666	30.703	48.369
2002	16.634	28.718	45.352
2003	19.766	27.495	47.261
2004	19.994	28.509	48.503

Fuente: caja de compensación familiar del Cauca.

Lo mismo sucede con las empresas afiliadas a la misma Caja de Compensación, ya que para el mismo periodo se encontró un incremento en el número de empresas afiliadas del sector privado, lo que muestra el desarrollo de las políticas neoliberales, del fortalecimiento de los mercados, el capital y la disminución del papel interventor del Estado (Ver Cuadro 18)

Cuadro 18. Empresas afiliadas según sector, durante el periodo 2001-2004. Caja de Compensación Familiar del Cauca

FECHA (a 31 de diciembre)	SECTOR		TOTAL
	OFICIAL	PRIVADO	
2001	378	3.085	3.463
2002	275	2.735	3.010
2003	275	2.776	3.051
2004	130	3.294	3.424

Fuente: caja de compensación familiar del Cauca

Finalmente el estudio en mención trata sobre el fortalecimiento de la pequeña empresa, integrada por grupos familiares, con poca cobertura, o con influencia en el mercado local, frente al poco crecimiento y participación de empresas con 100 o más trabajadores, esto indica que la generación de empleo esta mayoritariamente en la pequeña empresa generada desde la familia. (Ver Cuadro 19).

Cuadro 19. Empresas afiliadas según número de trabajadores. Caja de Compensación Familiar del Cauca

FECHA (a 31 de diciembre)	NÚMERO DE TRABAJADORES					
	1 - 4	5 - 9	10 - 19	20 - 49	50 - 99	≥ 100
2001	2.562	346	252	179		22
2002	2.056	347	266	192		30
2003	2.078	349	270	195		31
2004	2.469	334	291	195		34

Fuente: caja de compensación familiar del Cauca

### 2.2.4.3 VIVIENDA Y SERVICIOS PUBLICOS

En la subcuenca existen aproximadamente 23.514 viviendas, de las cuales el 91,2% corresponde a la zona urbana y el 8,8% a la rural. Este predominio urbano determina la complejidad en la planificación ambiental del área.

Con respecto a las viviendas de la zona rural de la subcuenca, el 62,2% se encuentran en la subcuenca Río Molino y el 37,8% en la Qda Pubús (Ver Cuadro 20). En términos generales las viviendas del sector rural se encuentran en mal estado o no están totalmente construidas. Utilizan diferentes materiales para la construcción, en las paredes usan bahareque, esterilla o ladrillo; en los techos el zinc y la teja de barro; las vigas generalmente en madera y en los pisos emplean tierra, cemento y en algunos casos baldosa.

De acuerdo a los recorridos de campo, visitas informales y a los datos suministrados por familias asentadas en la subcuenca se evidencia hacinamiento en algunas viviendas, porque el número de habitantes por vivienda excede el número de habitaciones (6-7 personas/vivienda promedio), debido a que no disponen

de recursos económicos de muchas familias

recientemente no pueden acceder a vivienda propia, por tal motivo tienen que continuar viviendo en las mismas condiciones.

Cuadro 20. Número de viviendas de la zona rural de la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús

<i>VEREDA</i>	No. VIVENDAS
<b>SUBCUENCA RÍO MOLINO</b>	
Tres Cruces	11
Tinajas	20
Real Pomona	39
El Arenal	45
Claridad	49
Pueblillo Alto	60
La Paila	69
Pisojé Bajo	70
Santa Elena	80
Santa Bárbara	86
Samanga	90
El Sendero	90
Pomona	120
Siloé	124
El Hogar	129
Poblazón	200
<b>SUBTOTAL MOLINO</b>	<b>1282</b>
<b>SUBCUENCA QDA. PUBÚS</b>	
Puelenje	95
El Túnel	119
Cajete	140
La Playa	145
Vereda De Torres	279
<b>SUBTOTAL QDA. PUBÚS</b>	<b>778</b>
<b>TOTAL</b>	<b>2.060</b>

Fuente: SISBEN 2.005. Talleres Diagnóstico río Piedras 2.005



Las viviendas en el sector rural toman el agua de “acueductos” veredales que prácticamente son unos sistemas de aprovisionamiento que no incluyen procesos de potabilización. El servicio de energía si llega al 90% de las viviendas. Las que carecen de este servicio es porque han sido construidas recientemente o quedan bastante retiradas de las redes de distribución primarias.

La vivienda en zona urbana de la subcuenca presenta características de contraste, se encuentra estructurada de acuerdo con las comunas y los barrios que las integran en función con el estrato social. En total se registran 21.454 viviendas, incluidos los “ranchos” de los asentamientos de la Qda Pubus, tal como ellos mismos los denominan.

Las comunas con mayor número de viviendas son en orden descendente la 8, 6, 9 y 5, seguido por la comuna 7 y los asentamientos humanos de la Qda. Pubús (Ver Cuadro 21).

Cuadro 21. Número de viviendas por comuna

COMUNA	NÚMERO DE VIVIENDAS
4	1.109
3	1.149
7	2.986
5	3.163
9	3.269
6	3.989
8	4.439

Asentamientos Qda. Pubús	1.350
<b>TOTAL</b>	<b>21.454</b>

Fuente: Alcaldía Mayor de Popayán, oficina estratificación, 2.005 Talleres de Diagnóstico, POMCH Molino-Pubús, 2.005

La mayoría de viviendas de la zona urbana de la subcuenca tienen acceso a servicios de acueducto, energía, telefonía y gas domiciliario, pero hay carencia parcial de estos servicios en los asentamientos ilegales ubicados en las comunas 5, 6, 7 y la Qda Pubús.

Los asentamientos de la Qda Pubús poseen viviendas (“ranchos”) construidos con materiales como madera, cartón, zinc, pisos en tierra y madera, el tamaño es de 3x3 metros donde tienen todo lo correspondiente a una casa, aspecto que conlleva a un completo hacinamiento y a vivir en condiciones precarias. Allí, los servicios de energía y acueducto son tomados ilegalmente de las conexiones vecinas del sector. El alcantarillado lo manejan fraccionando el colector sobre el cual están asentados, vertiendo las aguas residuales directamente al mismo. Algunos ranchos vierten las aguas residuales sobre la Quebrada Pubús incrementando la contaminación ambiental y desencadenando riesgos a la salud de sus habitantes.

En la zona urbana de la subcuenca, los residuos sólidos son en su gran mayoría recolectados por el servicio de aseo del municipio, pero el problema radica en la falta de cultura ciudadana, no se recicla, no se sacan las basuras a tiempo, se arrojan escombros y residuos a quebradas cercanas, contribuyendo, en casos como el sector del Barrio Bolívar, al represamiento del río Molino que amenaza con desbordamientos en épocas de lluvia intensa.

**Es** importante destacar el manejo que dan a los residuos sólidos en algunos sectores de los asentamientos de la quebrada Pubús, pues algunas familias los recogen,

le adicionan “microorganismos eficientes” y producen un lixiviado que se incorpora a la corriente principal de la quebrada para mejorar la calidad de sus aguas.

#### 2.2.4.4 EDUCACIÓN

En lo relativo al tema, en el Municipio de Popayán, predominan dos áreas: Educación Privada y Educación

Pública tanto a nivel de primaria, bachillerato y estudios superiores, el sector público (ver cuadro 22) con gran influencia y desarrollo en los últimos años.

En el Municipio de Popayán existen 55.123 estudiantes (Ver Cuadro 22), de los cuales el 33,2% hacen parte de la zona de estudio.

Cuadro 22. Colegios privados, públicos y número de estudiantes en el Municipio de Popayán

	COLEGIOS		TOTAL
	PRIVADO	PÚBLICO	
Número de establecimientos	68	70	<b>138</b>
Número de estudiantes	12.887	42.236	<b>55.123</b>

Fuente: Secretaría de Educación. Matrículas 2.005. Alcaldía de Popayán

El 94,4% de los estudiantes, matriculados a partir del año lectivo 2005, de la subcuenca pertenecen a 30 centros docentes de la zona urbana y el

5,6% restante hacen parte de los 9 establecimientos educativos rurales (Ver Cuadro 23).

Cuadro 23. Colegios y número de alumnos en la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús

CENTROS DOCENTES	CANTIDAD	NÚMERO DE ALUMNOS
URBANOS	30	17.321
RURALES	9	1.020
<b>TOTAL</b>	<b>39</b>	<b>18.341</b>

Fuente: Secretaria de Educación Municipal. Matrículas 2.005

Es complejo diferenciar con exactitud el número total de alumnos matriculados en centros docentes urbanos que pertenecen a la zona rural, situación explicada por la actual fusión de escuelas que ha implicado la inscripción de estudiantes rurales en centros urbanos, incrementando el tiempo y gastos de desplazamiento desde sus hogares, en muchos casos mas de una hora. Adicionalmente, todos los centros educativos rurales no ofrecen educación hasta el nivel de bachillerato, solamente se tiene la primaria, aspecto que determina el necesario desplazamiento de estudiantes rurales a la ciudad de Popayán para continuar con sus estudios como por

ejemplo, el Colegio campestre de Comfacaucá. Con respecto a la relación entre establecimientos educativos públicos y privados de la subcuenca, la mayoría de los existentes son públicos, lo que indica el bajo nivel económico de sus asistentes.

En el sector rural de la subcuenca, se presenta deserción escolar hacia los grados de media vocacional por razones como: El mejoramiento de los ingresos familiares mediante el aporte económico de los jóvenes, los embarazos a temprana edad de las jóvenes, la drogadicción o la fármaco dependencia, falta de recursos económicos para pagar los estudios, entre otras.

Con relación al analfabetismo, solamente se cuenta con la información del censo de 1993 en la cual se observa una reducción considerable entre los años 2000 y 2001, pasando de 5,6 a 2,3 (Ver Cuadro 24). Se toma como límite la edad de 15 años, porque se considera que en ese momento la población ya debe haber terminado la primaria con un considerable grado de conocimiento en lecto escritura.

Cuadro 24. Tasa de analfabetismo para población mayor a 15 años, durante el periodo 1996-2001

MUNICIPIO	1.996	1.997	1.998	1.999	2.000	2.001
POPAYÁN	2.8	4.7	3.9	5.3	5.6	2.3

Fuente: DANE, censo 85-93

### 2.2.4.5 SALUD

La zona urbana y parte de la rural de la subcuenca cuenta con servicios en salud importantes. Existen siete centros de salud, ubicados en puntos estratégicos de la subcuenca (Ver Cuadro 25).

Los habitantes de la subcuenca son atendidos en su mayoría en los puestos del Servicio de Salud del Cauca, quienes llevan un registro de las enfermedades más frecuentes (morbilidad) y de las que causan la muerte de la población (mortalidad).

Las causas más frecuentes de morbilidad son los problemas dentales asociados a la caries con una población de 12.931, con un porcentaje de 11.87% y 54.77. Seguida por la hipertensión esencial primaria, con

una población registrada de 8.400, un porcentaje de 7.71% y 35.58 y otras helmintiasis para una población de 5.304 con un porcentaje 4.87% (Ver Cuadro 26).

El Servicio de Salud del Cauca, tiene registradas 75 causas de muerte en el Municipio, pero las 20 enunciadas en el Cuadro 26 son las más frecuentes y cobijan a la mayoría de los habitantes de la subcuenca, teniendo en cuenta que la población rural que posee SISBEN o Régimen Subsidiado es atendido en los centros de salud u hospitales de la ciudad de Popayán por ser el centro urbano más cercano.

Cuadro 25. Centros de Salud de la subcuenca Río Molino -Qda. Pubús

CENTROS DE SALUD	COMUNA	VEREDAS Y BARRIOS BENEFICIADOS
Yanaconas-Los Hoyos	3	Veredas: Santa Elena, Santa Bárbara, La Claridad, El Hogar, Poblazón. Barrios: Yambitará, Los Periodistas, Bolívar, Yanaconas, Sotará, Pueblillo.
Suroccidente	4	Barrios de las comunas 6, 7, 8 y 9
Suroriente	5	Barrios: Avelino Ull, El Lago, Los Braseros, Berlín, Colgate Palmolive, Suizo, Las Ferias, La Campiña, María Oriente, Los Sauces, Santa Mónica, La Floresta, Belén.
Loma de la Virgen	6	Vereda: El Túnel.

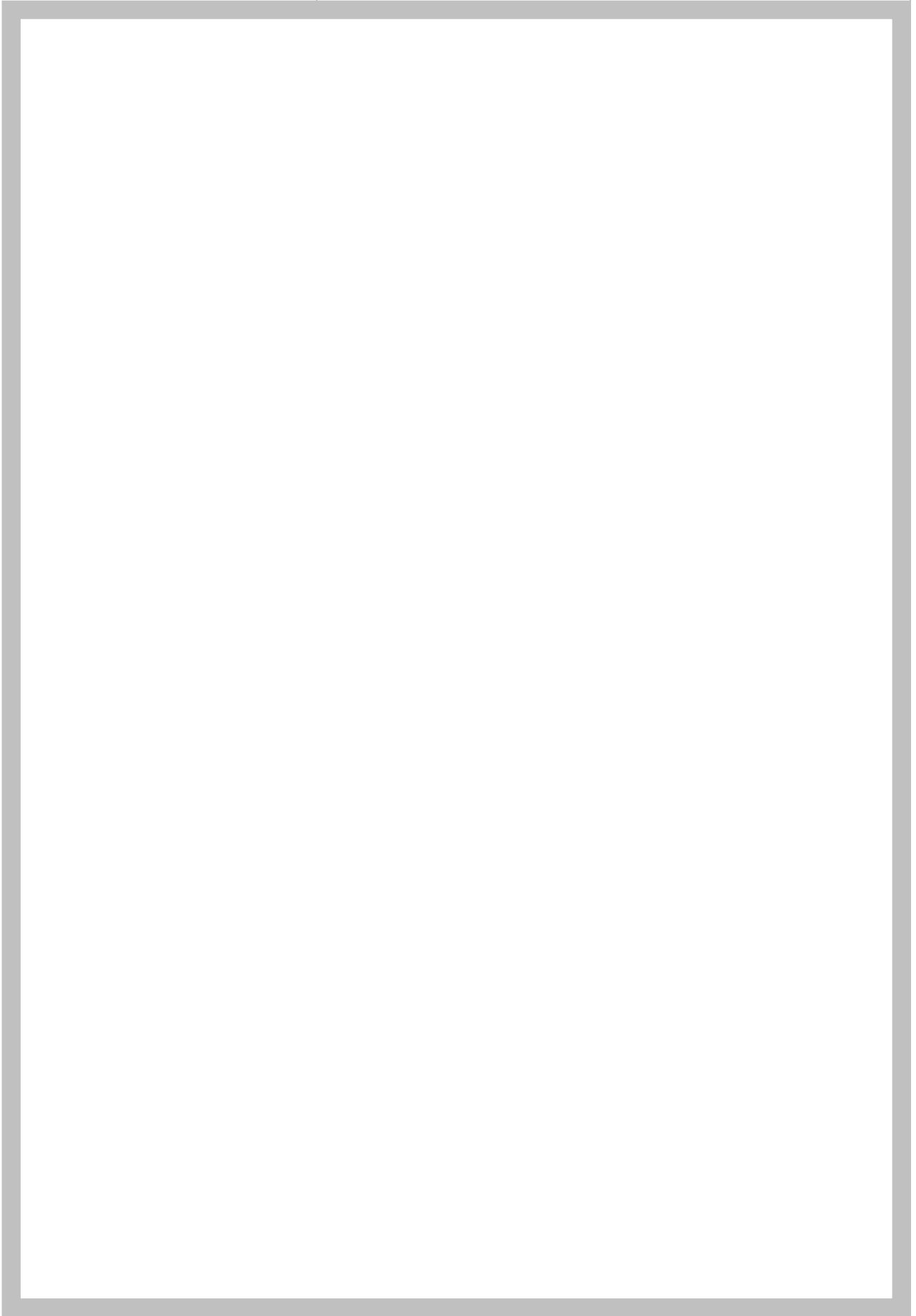
		Barrios: Jorge Eliécer Gaitán, Sindical, Madres Solteras, Deán, Paz Sur, Nuevo Japón, 25 de Julio, Alcázares.
Retiro Alto y 31 de Marzo	7	Barrios: El Mirador, Solidaridad, La Ladera, Santa Fe, Isabela, Madres Solteras, Colombia Segunda Etapa, Los Campos, Las Vegas, Chapinero, Brisas, Retiro Bajo, Minuto de Dios, Tomás Cipriano De Mosquera, Múnich.
San José	8	Barrios: Junín, Camilo Torres, Popular, Rep. De Canadá.
María Occidente	9	Barrios: Nazaret, Los Naranjos, Cinco de abril, Nuevo Hogar, Carlos Primero, La Sombrilla, Kennedy, San Antonio de Padua, Mis Ranchitos, El Edén, La Capitana.

Fuente: Servicio de Salud del Cauca, Oficina Estadística. 2.005

Cuadro 26. Diez primeras causas de morbilidad de la población de la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús

DIAGNÓSTICO	NÚMERO DE HABITANTES	PORCENTAJE (%)	TASA POR MIL HABITANTES
1. Caries dental	12.931	11.87	54.77
2. Hipertensión esencial primaria	8.400	7.71	35.58
3. Otras helmintiasis	5.304	4.87	22.47
4. Enfermedades de la piel y del tejido celular subcutáneo	3.456	3.17	14.64
5. Enfermedades del sistema respiratorio	3.156	2.90	13.37
6. Otras enfermedades del sistema urinario	2.004	1.84	8.49
7. Gastritis y deodentitis	1.992	1.83	8.44
8. Diarrea y gastroenteritis de presunto origen infeccioso	1.824	1.67	7.73
9. Otras enfermedades inflamatorias de los órganos pélvicos femeninos	1.800	1.65	7.62
10. Faringitis aguda y amigdalitis aguda	1.788	1.64	7.57
Demás causas	66.265	60.84	280.68
<b>TOTAL</b>	<b>108.920</b>	<b>100.00</b>	<b>461.35</b>
<b>TOTAL POR GÉNERO</b>	<b>MASCULINO</b>	<b>FEMENINO</b>	
<b>236.090</b>	<b>119.844</b>	<b>116.246</b>	

Fuente: Dirección Departamental de Salud. Sistemas Popayán, 2.005



La causa de mortalidad con mayor incidencia en la subcuenca es el infarto agudo de Miocardio con 193 casos que representa el 11.90% del total, seguido en orden descendente por homicidios y lesiones infringidas intencionalmente por otra persona (8.75%) y enfermedades cerebro vasculares (8.38%), entre las principales (Ver Cuadro 27). Los datos suministrados sobre las enfermedades causantes de morbi-mortalidad son de las personas que demandan los servicios de los centros de salud correspondientes a población rural y estratos 1,2 y 3 del área urbana.

Según el reporte hecho por el Servicio Departamental de Salud del Cauca, existen diferentes enfermedades que pueden estar asociadas a problemas ambientales, pero que hasta el momento no se puede determinar como la única causa. (Ver cuadro 28)

De acuerdo a un análisis médico sobre las seis enfermedades más frecuentes, con posibles causas asociadas al ambiente, se concluye que la mayoría de estas afectan *el aparato respiratorio*, entre ellas: las neumonías, bronquitis, asma, que pueden ser causadas por exposición a un ambiente inadecuado como son viviendas en mal estado por donde se filtra la humedad del exterior, hay exposición a cambios bruscos de temperatura, o porque las personas afectadas no tienen ropa, comida

nutritiva, ni atención médica inmediata.

*Las enfermedades gastrointestinales* se presentan por la falta de una buena higiene, de aguas sin tratar, inadecuado manejo o carencia de baterías sanitarias, mala manipulación de los alimentos.

Los accidentes debidos a factores naturales que se pueden presentar son los deslizamientos o inundaciones por encontrarse asentamientos humanos en sitios de alto riesgo como son las riberas del río y lomas sin obras de contención, aspectos que pueden no solo ocasionar daños a la salud y pérdida de vidas sino también daños y destrucción de la vivienda.

*Las enfermedades de la piel y del tejido subcutáneo*, pueden asociarse a problemas ambientales causados por la propagación de virus originados por el mal manejo de basuras, de vertimientos a las fuentes de agua, entre otros.

Los más afectados con este tipo de enfermedades son los niños y los adultos mayores, que están ubicados en zonas aledañas al río Molino, río Ejido y Quebrada Pubús, sitios de mayor densidad poblacional y con el mayor número de necesidades básicas insatisfechas.



Cuadro 27. Veinte principales causas de mortalidad en la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús

CAUSA	NÚMERO DE HABITANTES	PORCENTAJE (%)	TASA POR MIL HABITANTES
1. Infarto agudo del miocardio	193	11.90	0.82
2. Homicidios y lesiones infligidas intencionalmente por otra persona	142	8.75	0.60
3. Enfermedades cerebro vasculares	136	8.38	0.58
4. Septicemia	101	6.23	0.43
5. Otras formas de enfermedades del corazón y de la circulación pulmonar	99	6.10	0.42
6. Neumonías	83	5.12	0.35
7. Tumor maligno de otras localizaciones y de las no especificadas	82	5.06	0.35
8. Tumor maligno del estómago	78	4.81	0.33
9. Accidentes de vehículo de motor	68	4.19	0.29
10. Otras enfermedades del aparato respiratorio	54	3.33	0.23
11. Nefritis, síndrome nefrótico y nefrosis	41	2.53	0.17
12. Otras enfermedades del aparato digestivo	38	2.34	0.16
13. Otras causas de mortalidad perinatal	36	2.22	0.15
14. Diabetes mellitas	26	1.60	0.11
15. Hipertensión	25	1.54	0.11
16. Tumor maligno de la tráquea, bronquios, pulmón	23	1.42	0.10
17. Leucemia	21	1.29	0.09
18. Tumor maligno de la próstata	17	1.05	0.07
19. Tumor maligno de la mama de la mujer	14	0.86	0.06
20. Anomalías congénitas del corazón	13	0.80	0.06

Fuente: Dirección Departamental de Salud. Oficina sistemas, Popayán

Para la subcuenca, los casos registrados son mínimos comparados con la población atendida por el Servicio

Departamental de salud, un total de 236.090 habitantes, de los cuales 119.844 son hombres y 116.246 son mujeres

Cuadro 28. Enfermedades asociadas a la problemática ambiental

CAUSA	NÚMERO DE HABITANTES	PORCENTAJE (%)	TASA POR MIL HABITANTES
1. Neumonías	83	5.12	0.35
2. Otras enfermedades del aparato respiratorio	54	3.33	0.23
3. Enteritis y otras enfermedades diarreicas	12	0.74	0.05
4. Bronquitis y asma	3	0.18	0.01
5. Accidentes debidos a factores naturales y del ambiente	2	0.12	0.01
6. Enfermedades de la piel y del tejido subcutáneo	1	0.06	0.00

Fuente: Dirección Departamental de Salud. Sistemas

Desde el punto de vista de la población desplazada asentada en la subcuenca, la atención médica es suministrada por la Dirección Departamental de Salud, mediante la implementación de los programas de la Presidencia de la República a través de centros de salud. Esta población, goza de una atención médica especial que cubre: medicina general y especializada, cirugías, exámenes de laboratorio, tratamientos y medicamentos

Con referencia a la morbilidad se encuentra información diferenciada por sexo a saber:

En el caso del género femenino, nuevamente, los problemas con mayor incidencia son los dentales (caries) en edades entre 15 y 44 años (45 casos), seguida en orden descendente por infección de vías urinarias con 42 casos y resfriado común para niños entre edades 0 y 4 años (Ver Cuadro 29). Es necesario aclarar que en algunos de los casos la atención primaria se la realiza en su hogar a través del suministro de remedios caseros, uso de infusiones o automedicación que se efectúa a través de la compra de droga en las tiendas o en las droguerías, por recomendación familiar o por los amigos o vecinos.

Cuadro 29. Morbilidad por grupos etáreos femeninos desplazados, Municipio de Popayán

GRUPO ETÁREO (AÑOS)	NÚMERO DE HABITANTES	CAUSA O ENFERMEDAD
---------------------	----------------------	--------------------

Menor de 1 a 4	29	Resfriado común
	10	Diarreas y gastroenteritis
5 a 14	20	Caries dental
	10	Parasitosis intestinal
	10	Resfriado común
15 a 44	45	Caries de la dentina
	42	Infección de vías urinarias
	19	Dolores abdominales
45 a 59	15	Hipertensión
	9	Infección de vías urinarias

Fuente: Dirección Departamental de Salud, Popayán 2.005

Por su parte, en los hombres una de las causas principales de morbilidad integra a niños menores de 1 a 4 años con problemas de diarrea, gastroenteritis y resfriado común (Cuadro 30). Enfermedades asociadas a inadecuados manejos del agua, el consumo de los

alimentos, los hábitos alimenticios, las condiciones difíciles en las que viven, la deficiencia o carencia de los servicios de alcantarillado y acueducto, el consumo del agua directo sin proceso de descontaminación.

Cuadro 30. Morbilidad por grupos etáreos masculinos desplazados.

GRUPO ETÁREO (AÑOS)	NÚMERO DE HABITANTES	CAUSA O ENFERMEDAD
Menor de 1 a 4	25	Diarrea y gastroenteritis
	25	Resfriado común
	7	Fiebre
5 a 14	9	Parasitosis intestinal
	6	Caries de la dentina
15 a 44	15	Caries de la dentina
	14	Gengivitis aguda y crónica
	6	Gastritis
45 a 59	8	Hipertensión
60 y más	19	Hipertensión
	4	Hiperlipidemia mixta

Fuente: Dirección Departamental de Salud. Popayán. 2.005

Un hecho predominante en la población rural y urbana de los estratos 1 y 2 de la subcuenca es el cubrimiento del SISBEN, que asciende a un total de 58.015 habitantes. (Cuadro 31).

Este cubrimiento está orientado por la Alcaldía Municipal quien después de realizar un censo y evaluar las condiciones socioeconómicas de la familia, otorga un puntaje por cada persona. Dicho puntaje determina el

grado de cubrimiento en servicios de salud como atención médica general y especializada, cirugías, exámenes de laboratorio, medicamentos y tratamientos.

El SISBEN, tiene otros beneficios como es el de acceder a recursos para vivienda de interés social, estudio y bajas tarifas en el diligenciamiento de la libreta militar.

Cuadro 31. Cubrimiento del SISBEN, estratos 1 y 2

	ESTRATO 1	PORCENTAJE (%)	ESTRATO 2	PORCENTAJE (%)	TOTAL ESTRATOS 1 y 2
Total	26.107	45	31.908	54.9	58.015
Hombres	12.502	47.9	15.122	47.4	27.624
Mujeres	13.605	52.1	16.786	52.6	30.391

Fuente: Alcaldía Municipal, Popayán. SISBEN

Este servicio está sujeto a inconvenientes como el no cubrimiento total del valor de los medicamentos, bases de datos con información sin corregir que genera

traumatismos en la atención de salud, falta de cubrimiento en algunas veredas y barrios de la subcuenca e inequidad entre la población beneficiada y los centros de salud existentes. Sin embargo, ha permitido

el acceso a la salud de gran parte de la población que anteriormente dependía exclusivamente de su nivel de ingresos para ser atendido.

#### 2.2.4.6 VIAS

En el Municipio de Popayán, hay 301,75 Km. de vías, de los cuales el 76,6% están pavimentados, en afirmado el 13,8%, destapados 8,7% y en adoquin el 1% restante. Con relación a su estado, el 16,5% se

encuentran en muy buen estado, el 50,3% en buen estado y 33,3% restante en regular y mal estado (Cuadro 32). Con relación a las vías de la zona urbana de la subcuenca, es decir, la ciudad de Popayán, presentan puntos críticos de deterioro, especialmente en los barrio y centros de acopio de mercancías, situación que determina la necesidad de gestión e inversión de recursos económicos, apertura de

espacios de cooperación internacional para la consecución de maquinaria, así como de los procesos de control y seguimiento por parte de la comunidad y de los entes responsables. Un análisis más detallado sobre las vías y la movilidad en el área se encuentra en el documento del componente urbanístico.

Cuadro 32. Estado actual de las vías, distribución y cobertura (Km.) en la ciudad de Popayán.

TIPO	MUY BUENO (Km)	BUENO (Km)	REGULAR (Km)	MALO (Km)	TOTAL (Km)
Afirmado	1.05	10.45	24.11	5.96	41.57
Destapado	60.0	4.47	6.69	14.98	26.18
Pavimento flexible	35.85	90.52	35.87	5.59	167.83
Pavimento rígido	12.87	43.72	6.19	1.45	63.23
Adoquín	0.97	2.64	0.85	0.11	2.94
<b>TOTAL</b>	<b>49.91</b>	<b>151.8</b>	<b>71.94</b>	<b>28.1</b>	<b>301.75</b>

Fuente: INVIAS, Popayán. 2005

En Popayán, la principal vía la contribuye la Panamericana que atravieza la ciudad de norte a sur. Existen vías alternas, como la calle 5 que une Lomas de Granada con el centro; la carrera 3 que conecta el norte con el sur occidente; la variante que contribuyó a disminuir el tránsito de transporte pesado.<sup>9</sup>

El estado que se presenta a continuación de las vías correspondientes a la zona rural de la subcuenca Molino-Qda Pubús corresponde a las apreciaciones comunitarias y visitas de campo, dado que no existe información al nivel de detalle de veredas.

<sup>9</sup> Plan de Desarrollo Departamental, Gobernación del Cauca, Oficina Planeación. 2.005

Las vías secundarias que conducen a las Veredas de Santa Elena, Poblazón y Santa Bárbara, cuentan con pequeños tramos de carretera construida por Caminos Vecinales, el resto de las vías de estas veredas están en pésimas condiciones. Los habitantes de este sector no cuentan con servicio de transporte lo que les hace más difícil el traslado de sus pocos productos y el desplazamiento de la comunidad, situación que conlleva a que sus habitantes perciban falta de interés por parte del Estado.

La vereda el Sendero, ubicada a diez minutos de Popayán, cuya vía de acceso es la carretera al al Huila se encuentra en muy mal estado, situación que determina la carencia de transporte hacia este sector.

La vereda Samanga solo cuenta con una vía destapada en malas condiciones que comunica con el Municipio de Sotará. El mantenimiento lo realiza la comunidad a partir de sus propias gestiones recalcando su labor de limpieza, no obstante, en época de invierno es intransitable. No hay servicio de transporte.

La entrada a la vereda El Hogar, cuenta con 4,5 Km. pavimentados por Caminos Vecinales, pero el resto esta en malas condiciones. No hay servicio de transporte.

La vereda Claridad, cuenta con vías destapadas en malas condiciones. Las únicas vías en buen estado son aquellas utilizadas por Cartón de Colombia para sacar los productos plantados. No se cuenta con transporte.

La vereda Pueblillo Alto, tienen una vía destapada en regulares condiciones. No hay transporte. La vereda Pisojé Bajo, no tiene vía pavimentada y está en mal estado. No hay transporte hacia este sector.

Las veredas de Pomona, Real Pomona y El Arenal, tienen vías de acceso pavimentadas en regular estado. Estas veredas están muy cerca de la ciudad de Popayán, por tal motivo se favorecen de las rutas de buses urbanos.

Las veredas Tinajas, Siloé, La Playa, La Paila, no cuentan con buenas vías de acceso, el transporte es nulo para estos sectores.

La vereda El Túnel, Puelenje, Vereda de Torres y Cajete, cuentan con vías pavimentadas en buenas condiciones y existe servicio de transporte urbano.

Los asentamientos de la Quebrada Pubús no cuentan con un trazo planificado de sus vías explicado por la misma conformación de su ocupación, hecho que determina que

el tránsito peatonal y vehicular sea difícil.

### 2.2.5 ASPECTOS CULTURALES

Para referirnos específicamente a los aspectos culturales de la Subcuenca Río Molino-Pubús, es necesario contextualizarlos desde Popayán, ciudad de grandes hechizos, belleza, conflictos y adversidades. Sus momentos históricos y el carácter de sus habitantes llevan este signo. Lo confirman su pasado poder económico, cultural y político y la magnificencia de sus expresiones religiosas, las cicatrices de su hermosa arquitectura, las conmociones políticas, la convergencia triétnica coincidente con el encuentro de las corrientes precolombinas que poblaron el continente: la quechua, unida a las caravanas de conquistadores españoles que entraron a la meseta por el sur y la que provino del norte, la del Caribe, que remontó el río Magdalena.

“Los aborígenes que enfrentaron a finales de 1535 a Juan de Ampudia y Pedro de Añasco, los primeros conquistadores españoles que llegaron por orden de Belalcázar a la región, eran seminómadas desnudos y cazadores en tránsito a la agricultura del maíz, refugiados en cuevas y bohíos o árboles coposos

acondicionados, venidos de Tierradentro, pintarrajeados y con penachos de plumas en la frente amarrados con bejuco. Los aborígenes huyeron hacia el norte, señalando el sendero que los condujo a un río caudaloso, de aguas turbulentas y ácidas, de olor sulfuroso, que bajaba de la cordillera y corría por el valle hacia el norte, bautizado por los indios yanaconas, con el nombre quechua “Cauca” (maíz fermentado).”

Más tarde llegó Sebastián de Belalcázar, para fundar a Popayán donde quedó la sede de sus dominios. El nombre fue asumido del jefe o cacique de la región, Pioyá, pronunciado Payán por los intérpretes Yucatecos que los conquistadores traían con ellos, al que estos agregaron la voz maya -quiche- “Pop” o gran señor, para indicar su jerarquía. Los españoles trajeron con su expedición colonos españoles con sus esposas, sacerdotes doctrineros, algunos negros esclavos, ganados, semillas de plantas europeas como el trigo y herramientas de labranza, que comenzaron a modelar, como ha acontecido siempre a través de la historia, las características de la futura comunidad.

Popayán asumió el liderazgo regional por razones administrativas, aplicando su energía en el trazo de sus calles y plazas, en la construcción de sencillas viviendas de bahareque, adobe y tapial, de templos doctrineros y casas

para los cabildos y ayuntamientos, rodeándolas de ejidos, desmontes y estancias para cultivos de pancoger y cría de animales de consumo y de servicio. En 1564 un pavoroso sismo conmovió a la región y destrozó todo aquello que se había construido hasta entonces. Sólo quedó en pie el templo de La Ermita. No obstante las ruinas, vino un nuevo impulso, una energía creadora, surgieron los primeros conventos, se inició la reconstrucción de la segunda catedral con teja y ladrillo.

Estos eventos aunados a las diversas formas de vida que llegaron a Popayán, fueron paralelamente generando encuentros de culturas y cosmovisiones diversas. Confluyeron diferentes formas de encontrarse con sus dioses, de danzar, de educar los hijos, de vivir en familia, de comer, de vestir, de castigar, de concebir la madre tierra, de cuidar la naturaleza, de construir comunidad, todos desde fronteras diferentes pero con la misma intención: mejorar las formas de vida.

Popayán asumió su fisonomía de ciudad colonial que la afianzó como sede política de la gobernación y centro mercantil del comercio exterior, abastecedor de productos para el Valle del Cauca, Chocó, Pasto y Quito. La concepción cultural y el nivel de vida asumida en esta nueva etapa y gracias a los enormes recursos

de que se disponía, trajeron como consecuencia la hermosa arquitectura doméstica de la ciudad.

Estas formas de vida nos dejaron como legado los hipogeos de Inzá, la Cueva del Indio, el Morro de Tulcán, los ídolos de piedra y las guacas, las danzas y chirimías, los tamales y las empanadas de pipián, el plato navideño, el mote, las procesiones de Semana Santa y su imaginería, el Amo Ecce Homo, las lenguas paez y guambiana, las minas de oro en Almaguer, Guachicono y Timbiquí, las minas de azufre en Puracé, las minas de cal en Caloto, las flautas del Macizo Colombiano, los cantos del Patía, la leyenda del Broncazo en Rosas, el lamento del cerro de la Tetilla y en general, las diversas manifestaciones de identidad que hoy nos brindan el reconocimiento nacional.

La profunda religiosidad expresada en las procesiones de Semana Santa, tiene mayor esplendor y fervor popular con la importación de bellísimas imágenes de santos, elaboradas por famosos artistas y que le ha permitido ser postulada ante la Unesco como "Patrimonio Inmaterial de la Humanidad". Así mismo el Festival de Música Religiosa cumplió 40 años de realizarse en forma ininterrumpida. Desde luego no puede dejar de mencionarse el Congreso de Gastronomía que en los



últimos años se ha convertido en el escenario propicio para que la mesa caucana recupere su tradición y trascienda a otros espacios, pues la presencia en dicho evento de expertos en cocina e investigadores de la culinaria, garantizan una nueva lectura a los platos típicos de Popayán y el Cauca.

Las casas de hacienda Calibío, La Ladera, Antón Moreno, El Troje, Yambitará, Pisojé que se ubican en los alrededores de Popayán son destacadas a nivel nacional por su arquitectura. Popayán cuenta con un diario de circulación regional, 9 emisoras, 3 canales locales de televisión, 5 museos, 2 teatros, más de 20 universidades, infinidad de colegios privados, casonas, iglesias, templos, templetos, parques, polideportivos, discotecas, restaurantes, bares, clínicas, hospitales y diversos sitios de encuentro social y cultural.

A finales del siglo XVIII, don Antonio Salcedo afirmaba en su tratado geográfico histórico de la ciudad de Popayán: “Circunda la ciudad el río llamado del Molino cuyas aguas son muy buenas y saludables. Pasa por el pueblo de Yanaconas desde donde viene igualmente por una acequia que hizo y costeó don Pedro Agustín de Valencia para llevar el agua a la casa de Moneda (carrera 11, calle 4 esquina) que fundó a su costa en 1749.

Después se hizo una fuente pública en la plaza principal (Parque de Caldas) que provee de agua a la sobrante de la acequia y cedió gratuitamente a varias casas y conventos”.

El agua captada en el río Molino llegaba por la referida acequia hasta el sitio de Tulcán. En un plano de Popayán de 1909 aparece localizado un filtro en el costado occidental del Morro. Después, por medio de un canal de ladrillo que entraba a la ciudad por la carrera 2, éste se ramificaba llevando el precioso líquido (que no era muy potable) a cumplir su cometido de abastecer las necesidades básicas de la población, que según un censo colonial hecho en 1807, Popayán tenía 7.074 habitantes, 2.787 hombres y 4.287 mujeres.

Dicho río, en cuyos alrededores se asentó la población, que transcurría sinuoso bajando desde la cordillera a encontrarse con el río Cauca y en su recorrido tributaba sus aguas al Acueducto de Popayán, no solo era la fuente de abastecimiento de la ciudad, sino también el escenario natural donde los habitantes de la meseta disfrutaban de las soleadas tardes, en paseos y convites que permitían integrar la familia y los vecinos en torno al paisaje, la naturaleza y el medio ambiente.

Hoy por hoy, con 258.653 mil habitantes, entre raizales orgullosos

de su pasado y foráneos respetuosos de las tradiciones ancestrales y de alguna manera incorporados a éstas, Popayán se ha ido convirtiendo, luego del último sismo, en una capital con infinidad de acentos, de colores, razas y costumbres que mira de frente el nuevo siglo.

Después del sismo de 1.983, que semidestruyó la ciudad, se creó la entidad: Corporación para la Reconstrucción del Cauca, que como su nombre lo indica, tenía la función de ayudar técnicamente en la reconstrucción de la ciudad y veredas afectadas por el terremoto. Una vez cumplida dicha función y después de expedida la Ley 99 de 1993 se convierte en CRC, entidad ambiental autónoma encargada de proteger y velar por los recursos naturales del Cauca.

En la actualidad existen otras formas de participación social y cultural frente al diseño e implementación de proyectos educativos y de recuperación ambiental que van de la mano con el sistema educativo, de la escuela, el colegio o las Universidades.

El desarrollo de experiencias ambientales que integran diferentes sectores poblacionales ha permitido sensibilizarlos frente a los problemas urbanos y rurales, reorientando la mirada distante de las comunidades

hacia estas temáticas, que se creen lejanas hacia procesos de apropiación de conservación de los recursos naturales.

Existe una aproximación conciente a que el ambiente es un bien colectivo y un derecho de las otras generaciones. En este sentido el papel de los líderes es primordial así como la integración y viabilización de proyectos de pequeña envergadura sobre el rescate de paisajes ecológicos.

En la actualidad los senderos ecológicos han recobrado importancia, dejando de manifiesto que se pueden elaborar propuestas donde la misma sociedad participe y continúe con la función de conservar lo recuperado. La misma comunidad reconoce el papel de los grupos juveniles con énfasis ambiental o ecológico y reconoce la necesidad de las acciones que desarrollan las entidades encargadas. Incluso manifiestan que se necesita de mayor inversión y continuidad.

Respecto a la participación de las mujeres y equidad de género frente a lo ambiental, se reconoce la participación de mujeres jóvenes y madres cabeza de familia en jornadas de limpieza de los senderos y ríos, así como en la intervención política que ha propiciado la conformación de redes de mujeres que luchan por objetivos específicos incluyendo dentro de sus programas la protección

del ambiente. A nivel de la familia y en la escuela desarrollan un papel fundamental transmitiendo valores de protección, amor y conciencia a las nuevas generaciones. De un ambiente más digno para ella y sus hijos.

Las nuevas dinámicas conllevan a pensar que el género debe integrarse a las políticas ambientales pero no solo como un proceso de quien genera mas cambios sustanciales, desde intereses y centros de poder, sino entender que es un proceso de complementariedad para participación equitativa de los generes como componentes de la sociedad y de un hábitat que incluye múltiples ecosistemas de vida, que debe ser compartido y perdurable.

## 2.2.6 ASPECTOS ECONÓMICOS

La dimensión económica de la subcuenca implica no solo determinar el contexto actual sino también evidenciar las actividades del sector que causan impacto en los recursos naturales y orientar alternativas de uso y manejo.

Al respecto, la subcuenca Río Molino-Quebrada Pubús presenta dos contextos económicos diferentes determinados por la presencia de la zona urbana y la rural. La primera de ellas caracterizada por el turismo dada

la denominación de “Ciudad Blanca” y “Patrimonio Histórico de la Humanidad”, por la oferta educativa de calidad representada en una de las primeras universidades constituidas en el país, la Universidad del Cauca, seguida por una menor actividad comercial e industrial. En este sentido, la ciudad genera contaminación especialmente por los vertimientos líquidos y sólidos a las fuentes hídricas que la recorren, por la mala disposición de escombros y basuras y por la pérdida de las riberas de los ríos debido a la construcción de viviendas. Por su parte, la zona rural se caracteriza por ser ganadera y agrícola, utilizando técnicas tradicionales sin tener en cuenta la vocación de los suelos, predominio del monocultivo con incorporación de fertilizantes químicos en exceso, deforestación para obtener leña de combustible y viviendas sin saneamiento básico.

Estas economías y problemáticas ambientales derivadas se interrelacionan y determinan que la conservación de la oferta de bienes y servicios de la subcuenca se mantenga siempre y cuando se direcciones estrategias y programas económicos que apunten a soluciones integrales.

### *2.2.6.1 ESPECIALIZACIÓN DE LA ECONOMÍA*

Un servicio económico reconocido es la presencia de un **sector educativo** fortalecido, que se ha constituido como una de las principales fuentes de empleo directo al requerir la contratación en el área administrativa y docencia, pero también de ingresos indirectos generados, entre los que se encuentra el arriendo de habitaciones para estudiantes, el pago de alimentación, de lavado de ropa, la adquisición de implementos de estudio, el transporte, entre otros.

Al respecto se cuenta con siete universidades como la Universidad del Cauca, el Colegio Mayor del Cauca, la Fundación Universitaria de Popayán, el Instituto Tecnológico de Comfacaucá, Universidad Autónoma, Universidad Cooperativa de Colombia que ofrecen variedad de programas educativos (Ver Cuadro 33). También existen sedes como la de la Universidad Javeriana, la Universidad Nacional, la Universidad Antonio Nariño, entre otras que han enriquecido con nuevos programas y perfiles laborales.

Igualmente existen otros servicios como los del sector bancario, las cooperativas de ahorro, que si bien prestan sus servicios a la comunidad, ésta no se beneficia de sus ganancias o inversiones. El sector hotelero es otro renglón que ve con preocupación la falta de promoción y mercadeo de sus

establecimientos por parte de las administraciones locales, regionales y nacionales, encontrándose afectado por la reconocida situación de orden público, barrera que solamente se ve superada durante la época de Semana Santa que representa los mayores ingresos del año.

Cuadro 33. Centros de educación superior de la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús

UNIVERSIDADES	PROGRAMAS
Universidad del Cauca	42 de pregrado 22 especializaciones 6 maestrías 3 tecnologías
Colegio Mayor del Cauca	3 tecnologías 1 especialización 1 profesional
Fundación Universitaria de Popayán	9 de pregrado 5 especializaciones 2 tecnologías
Instituto Tecnológico de Educación Comfacaucá	3 tecnologías
Universidad Autónoma	2 licenciaturas 7 profesionales
Universidad INCCA de Colombia	1 especialización
Universidad Cooperativa de Colombia	7 de pregrado

Fuente: secretarías académicas de cada universidad

Hay variedad de restaurantes, cafeterías, negocios de comidas rápidas, bares, cafés, almacenes de ropa, de accesorios, centros fotográficos, zapaterías, panaderías,

que se sostienen o no en el mercado cotidiano, dependiendo del poder adquisitivo de los consumidores. Estos servicios constituyen la mayor movilidad económica y representan las principales fuentes de empleo de la población.

### **Turismo**

La ciudad cuenta con una riqueza cultural arquitectónica que la hace Centro Turístico del Cauca por excelencia, representado en 9 museos, 20 templos religiosos coloniales y la preservación y restauración del Centro Histórico donde se refleja “el legado español”. Cuna de expresión cultural popular a través de las Procesiones de Semana Santa, que es una tradición centenaria traída e instituida en época de la colonia por los españoles, se arraigo en Popayán desde hace 450 años, dándole identidad y pertenencia a la ciudad.

La primera mención concreta que existe sobre las procesiones de semana santa en Popayán, se remontan al año de 1.556, solo 21 años después de la creación de la provincia de Popayán por el emperador Carlos V. (Las Procesiones en Popayán, Un sentimiento colectivo. Gustavo Wilches. Pág. 45).

Desde ese momento esa actividad de sacar imágenes recreando la pasión, muerte y resurrección de Cristo, dispuestas sobre andas construidas en finas y nobles maderas, engalanadas con flores y velas de laurel. Los pasos van gargados en hombros por hombres vestidos con batolas o tunicos azules ceñidos a la cintura por un paño y un cordón blancos, sus pies van calzados con alpargatas (sandalias fabricadas en fibras naturales extraídas del fique y el algodón).

En estos desfiles nocturnos salen varios pasos recreando pasajes bíblicos alusivos a la pasión, muerte y resurrección de Jesucristo. Delante de los pasos va la sahumadora que es la representación de la antigua mujer del pueblo, hija de la servidumbre y cumple la función de aromatizar el ambiente con sahumeros quemados en un pebetero dispuestos sobre paños y canastas de flores, no faltan los hombres y mujeres alumbrando a lo largo de todo el desfile.

Esta semana se realiza cada año en época de cuaresma y la ciudad se prepara todo el año para este evento. La Junta Permanente Pro Semana santa, entidad encargada de velar por la organización de los desfiles sacros y del mantenimiento y restauración de las imágenes, paramento, andas que engalanan cada desfile, no descansan, trabajan todo el año para que salgan exitosas las procesiones.

Así mismo los habitantes del sector histórico dos semanas antes se preparan enluciendo las fachadas y arreglando los andenes de sus casas, las instituciones del sector hacen lo mismo con las edificaciones.

La municipalidad se encarga de arreglar la calzada por donde transcurren las procesiones.

Esta tradición es aprendida y heredada de una generación a otra.

Estos desfiles congregan infinidad de feligreses de Popayán y el Cauca, así mismo a creyentes y curiosos de Colombia y el extranjero. Une a ricos y sencillos en un solo objetivo y es el de llevar cada año sobre los hombros el peso de una tradición.

Esta semana para Popayán es importante no solo en aspectos tradicionales, culturales y religiosos, sino que aporta a la economía de la ciudad, pues es en esos días donde se ve flujo de personas foráneas y de payaneses venidos de otros lugares que dejan dividendos al comercio, restaurantes, hoteles, bares, entre otros establecimientos (Cuadro 34).

Las procesiones de Semana Santa han sido postuladas ante la UNESCO como “Patrimonio Inmaterial de la Humanidad”, resultado que todavía no se a dado pero sigue en pie.

Es necesario recordar el Festival de Música religiosa, Expocauca como muestras anual de artesanos caucanos, donde abunda la expresión, la creatividad, el trabajo y desde hace cuatro años la muestra: Manos de Oro patrocinada por la UNESCO, donde el fin es destacar los trabajos realizados por los caucanos de manera artesanal.

Otro aspecto cultural que identifica a la ciudadanía payanesa es el culto al santo Ecce Homo de Belén, considerado “Patrono de la Ciudad”, al cual los trabajadores lo sacan en procesión del templo de San Francisco a Belén el primero de Mayo.

En estos momentos es de gran importancia la gastronomía de la región. Es el segundo año que se presenta la muestra gastronómica de la ciudad, en la cual participan cocineros de alta cocina, grupos de personas que trabajan en el arte culinario patojo, familias que tienen el recetario de las abuelas y sacan provecho de este, entre otros participantes. Todos estos conoedores de nuestra cocina tradicional han hecho de este evento un exquisito encuentro que debe continuar cada año, atrayendo a los habitantes de la ciudad y otras personas de índole nacional.

Cuadro 34. Ocupación hotelera en la ciudad de Popayán durante Semana Santa.

OCUPACIÓN	AÑO
-----------	-----

HOTELERA	2002	2003	2004
De domingo a domingo	83%	91%	93%
Jueves y viernes Santo	90%	100%	100%

Fuente: Oficina de Turismo de Popayán. 2005

Existe una gran afluencia de nacionales a la ciudad. El mayor porcentaje de población que visita la ciudad proviene de Cali con un 38% dado la proximidad con la ciudad, seguido por Bogotá con un 32% (Cuadro 35). En cuanto a la procedencia de los visitantes extranjeros para el año 2004 corresponde a Estados Unidos, Canadá, Italia y Ecuador.

Cuadro 35. Procedencia de visitantes nacionales durante el año 2004

PROCEDENCIA	PORCENTAJE (%)
<b>NACIONALES</b>	<b>97</b>
Cali	38
Bogotá	32
Medellín	11
Eje Cafetero	10
Pasto	5
Otros	4
<b>EXTRANJEROS</b>	<b>3</b>

Fuente: Oficina Turismo Popayán. 2005

Esta información hace alusión además a la necesidad de generar propuestas de mayor envergadura que promuevan a nivel latinoamericano y europeo la realización de estas festividades, propiciando el

intercambio cultural, el desarrollo y difusión de la ciudad.

### Centros de atención inmediata

Popayán cuenta con centros de Atención Inmediata o (CAI) (Cuadro 36), que atienden problemas de inseguridad, robo, muerte, accidentes a los que acude la población urbana para tener una atención más oportuna.

Es importante mencionar que en la mayoría de los barrios, urbanizaciones y empresas, se ha incrementado la tendencia a la contratación de servicios privados de vigilancia.

Cuadro 36. Centros de Atención Inmediata (CAI) de la ciudad de Popayán

COMUNA	CAI
3	Chayaní
5 y 6	Alfonso López
7	Retiro Bajo
9	Maria Occidente

Fuente. Trabajo de campo.2005.

También se cuenta con Centros conciliatorios, Comisarías de familia, Bienestar Familiar, las Universidades de Derecho prestan el servicio de Consultorios Jurídicos. Desde la pasada Administración se implementaron el Programa de las Casas de Justicia y en la actualidad las

mismas dinámicas sociales exponen la necesidad de la apertura de nuevas casas en otros sectores de la ciudad, con el fin de solucionar problemas menores y contribuir a los procesos de convivencia pacífica.

### Plazas de mercado

Popayán no cuenta con un centro general de acopio, como ocurre en otras ciudades sino con las plazas de mercado de El Bolívar, Las Palmas, Alfonso López y la Esmeralda que abastecen siete de las nueve comunas de la ciudad (Cuadro 37).

Cuadro 37. Plazas de mercado

PLAZA DE MERCADO	COMUNAS BENEFICIADAS
Las Palmas	9, 8, 7
La Esmeralda	8, 7, 6, 4
El Bolívar	4, 3
Alfonso López	5, 6

Fuente. Trabajo de campo. 2005.

En la actualidad la población cuenta con la posibilidad de adquirir productos de primera necesidad en las plazas de mercado a menores costos, en algunas de ellas se ha intensificado los servicios de vigilancia y seguridad, existe mayor ordenamiento aunque continua siendo un problema el manejo de basuras, que son dejadas en sectores aledaños perjudicando a los vecinos, lo que incrementa los

malos olores, los mosquitos, ratas y afluencia de perros callejeros.

Adicional a esta problemática ambiental se encuentra el comercio informal ubicado en los alrededores de las plazas de mercado. La propuesta de la Administración Municipal para solucionar gran parte de la contaminación ambiental, especialmente del Barrio Bolívar es trasladarla a la Galería del Barrio Las Palmas cuya infraestructura se encuentra desocupada en un 50%. Dicha propuesta cuenta con un gran rechazo de los vendedores al considerar ese lugar como lejano para los compradores.

### Centros comerciales

Popayán cuenta con 11 centros comerciales de los cuales la mayor parte se ubican en las comunas 3 y 4 (Cuadro 38), en el sector comercial de la ciudad, no obstante comienza a darse una apertura hacia sectores contiguos, sin olvidar los pequeños negocios que proliferan especialmente en los barrios, todos ellos a la expectativa de grupos económicos que visiten la región y creen grandes centros comerciales, ofreciendo mayor variedad de productos, calidades y precios.

Cuadro 38. Centros comerciales

CENTRO COMERCIAL	COMUNA
Rodrival	4



Luis Martínez	4
La Plaza	4
Mundo Center	4
Palacé	8
San Victorino	3
El Ferrocarril	3
La Estación	3
Pasaje Comercial	4
San Andresito	8
Enlace 21	4

Fuente. Trabajo de campo.2005.

Con respecto a la industria, sobresale la Licorera del Cauca, de la cual el departamento es dueño y Empaques del Cauca. A su vez, existen pequeñas microempresas cuya mayoría usan la mano de obra familiar contratando mano de obra barata adicional en temporadas de mayor demanda.

### Sistemas productivos

En la zona rural de la subcuenca Molino-Qda Pubus, tienen una economía de subsistencia. En la parte alta la mayoría de las tierras están sembradas por pasto kikuyo, para ganadería extensiva, esta actividad la combinan con sembrados pequeños de pan coger como mora, arveja, algunas hortalizas y papa. Venden la leche a intermediarios que la venden en Popayán, otras familias fabrican derivados de la leche que los comercializan en el mercado local.

El ganado se comercializa en Popayán, Cali y veredas vecinas de la parte Alta.

En la parte media tienen sembrados de café, frijol, maíz, algunos frutales, plantas aromáticas, hortalizas, pastos. Los productos son para seguridad alimentaría, si la cosecha de estos es buena, venden los excedentes en Popayán.

En el sector de Claridad, Cartón de Colombia tiene un cultivo comercial de pino y eucalipto, esta empresa genera trabajo a pocas personas de la región.

En algunas veredas los habitantes no tienen sistemas productivos por la falta de tierra. Como alternativa productiva, en el sector de Pueblillo, derivan el sustento de actividades como extracción de material de río, explotación de minas de arcilla y trabajo en las ladrilleras. En las veredas El Sendero, Tinajas, Siloé y El Arenal, se dedican al trabajo informal, en casas de familia y a la construcción. En Samanga, las tierras son de pocos dueños y estos las dan a cuidar algunos de los habitantes del sector, quienes las dedican a la siembra de pasto para el sostenimiento del ganado de leche.

La vereda la Playa, tiene cultivos de café, plátano, hortalizas, pastos para ganado de leche. Las cosechas son

para seguridad alimentaría, si tienen excedentes los venden en el mercado de Popayán.

En Pisojé Bajo, se dedican a pequeñas huertas caseras donde siembran hortalizas, plantas aromáticas, algunos frutales y pastos para ganado de leche. Los productos que cultivan son para seguridad alimentaría.

El sector del Túnel, tienen pequeñas huertas caseras con productos como hortalizas, cebolla, yuca, aromáticas, todo esto para autoconsumo.

Las veredas de Puelenje, Cajete, Vereda de Torres, tienen sistemas productivos de café, plátano, frutales cítricos y hortalizas, dedicados para el autoconsumo y venta de excedentes.

En la hacienda Santa Bárbara, donde el gobierno ubicó a los desplazados, se establecieron sistemas agroforestales integrados por mora, lulo, tomate de árbol y arveja, productos que se dedican a la comercialización.

La distribución de la tierra no es equitativa, como ya se anotó antes, los dueños son pocos, no viven en las veredas, muchas haciendas se encuentran en total abandono, no venden ni ocupan a los nativos del lugar, los cuales por lo general necesitan tierras para trabajar.

Un grave problema identificado en los talleres de diagnóstico en la zona rural es la falta de legalización de las tierras, algunas han sido heredadas, sin el respectivo juicio de sucesión muchos desde hace años, no poseen escrituras y por lo tanto no pueden acceder a créditos para el mejoramiento de vivienda, el establecimiento de cultivos y ganadería. Esta situación hace que no se disponga de recursos para el mejoramiento de las condiciones de vida de los pobladores de la subcuenca.

En la parte rural de la subcuenca Molino-Pubús, hay una escasa implementación de tecnología para el establecimiento de sistemas productivos, se hace uso de técnicas tradicionales, como la roza y la quema, hecho que unido a la tala y deforestación, han contribuido a la ocurrencia de problemas ambientales como la escasez de agua y la deprotección de nacimientos de agua, agravado, de alguna manera, por las plantaciones de comerciales de especies introducidas que han traído como consecuencia el debilitamiento de la capa vegetal del suelo y la disminución de la franja protectora, como es el caso de la vereda Claridad.

En la zona urbana se causa gran impacto negativo hacia la cuenca, desde los centros de mercadeo como la galería del barrio Bolívar, la cual

genera un caos ambiental y paisajístico. Lo mismo ocurre con la plaza de ferias, por que contamina el ambiente con malos olores y el deterioro del paisaje. Las curtiembres contaminan el aire y las aguas debido a que vierten directamente los desechos de estas actividades al río Ejido y que finalmente terminan en el río Molino. El matadero es es otro establecimiento, que por la actividad allí desarrollada, causa gran impacto en la cuenca, pues los vertimientos se disponen directamnte al río y contaminan sus aguas, además los malos olores y la presencia de roedores afectan la salud de los vecinos del sector.

Siendo bastante precaria la actividad comercial de la cuenca en el área rural, no existen sitios donde se almacenen los pocos productos que los campesinos sacan de sus parcelas, ellos llevan sus productos en los días de mercado y los comercializan en las horas de la mañana.

La mayor parte de los intermediarios mayoristas que movilizan volúmenes grandes de productos, desde otras regiones del país, los almacenan en el centro de acopio ubicado en la galería del Barrio Bolívar.

La producción agrícola en la subcuenca tiene dificultades desde su establecimiento, pues es rudimentario, sin planificación y sin

tecnología apropiada, además, el destino de la producción, que no es significativa, es para la subsistencia con muy pocos excedentes disponibles para comercializar.

Las tendencias de desarrollo industrial y comercial en el sector urbano de la subcuenca, están determinadas en el P.O.T. del Municipio, el cual identifica el desarrollo industrial hacia el suroccidente de la subcuenca y norte de la misma.



*“Me cuentan mis abuelos que la Subcuenca del río Molino tenía mucho agua, que corría fresca y cristalina, que no estaba contaminada, porque las personas cuidaban la naturaleza, no talaban los bosques y sembraban muchos árboles”*

*Niña MARIA ROSARIO PIZO*

*“evento Sueños del Agua, 2006”*

# Hidrología

## 2.3 HIDROLOGIA

La subcuenca Río Molino-Qda. Pubús presenta una fuerte influencia antrópica. Se puede considerar como una subcuenca urbana en un buen porcentaje de su territorio plano, este hecho hace que las condiciones hidrológicas sean diferentes a las encontradas en subcuencas con cabeceras municipales demográficamente menos densas. La influencia del casco urbano el municipio de Popayán, trasfiere a las corrientes superficiales el cúmulo de procesos ambientales de su entramado social, los aciertos y desaciertos ingenieriles y de la planificación, los ríos se convierten en la “radiografía” de los efectos de la intervención.

Las entidades ambientales fijan reglas y leyes para el manejo del agua buscando la equidad social, haciendo que los usuarios se adapten a las nuevas transformaciones ambientales, marcando conciencia en el uso racional y promoviendo la búsqueda de soluciones para optimizar bajo un desarrollo sustentable los recursos ambientales (suelo, agua, flora, fauna, aire,...) para una mejor calidad de vida y mejor provecho económico. Este balance da bases para la planificación, distribución de agua y la identificación de probables soluciones en cuanto a un

desequilibrio entre los volúmenes de agua necesarios en época de estiaje y los suficientes en invierno. Es una herramienta valiosa en el análisis de diferentes alternativas que permitan contrarrestar un posible déficit encontrado y un aprovechamiento óptimo de los excesos que puedan presentarse espacial y temporalmente, además permite ordenar decuadamente el territorio de acuerdo con los recursos naturales presentes.

### 2.3.1 METODOLOGIA

#### *2.3.1.1 CARACTERÍSTICAS HIDRO-BIOFÍSICAS*

##### **Hidrografia**

La identificación y codificación de cuencas hidrográficas aplicada a escala 1:25.000 en la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús se basó en la metodología de Gravellius, propuesta por el IDEAM, cuyos resultados se presentan en el Cuadro 1.

##### **Hidrometria**

Teniendo en cuenta que en el área de estudio no existen estaciones hidrométricas que determinen los caudales máximos, medios y mínimos de las corrientes superficiales, se aplicó una metodología sencilla para la regionalización de estos

parámetros, empleando datos morfométricos y climáticos y así determinar variables hidroclimáticas, teniendo como base la información indirecta de tres subcuencas cercanas con condiciones similares de geología y suelos que se encuentran en la vertiente occidental de la Cordillera Central, siendo estas las de los ríos: Negro, Palacé y Piedras. Estas subcuencas tienen instaladas en sus corrientes superficiales principales, las estaciones hidrométricas de Paletará, Puente Carretera y Puente Carretera respectivamente que son administradas por el IDEAM.

El procedimiento consiste en encontrar relaciones entre parámetros morfométricos y climáticos mediante modelos de regresión, que pueden ser

lineales, potenciales, exponenciales de una o más variables con la variable de interés. Los modelos de regionalización empleados para el caso de la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús son polinomiales entre los parámetros climáticos como la precipitación y los morfométricos como área y elevación media.

Los anteriores parámetros consideran diferentes tópicos:

- ❖ El área de la subcuenca río Molino no considera la subcuenca de la Qda. Pubús.
- ❖ El área de la subcuenca del río Palacé se toma hasta la estación hidrométrica Puente Carretera.
- ❖ El área de la subcuenca del río Las Piedras no considera los drenajes de Agua Colorada y Los Robles.
- ❖ El área de aporte de la subcuenca de río Negro se toma hasta la desembocadura en el río Cauca; después de la estación hidrométrica de Paletará no se reciben aportes importantes de afluentes y es muy cercana a la desembocadura.

El Q indirecto es estimado como producto de la precipitación media multianual (mm/año) y el área de la subcuenca (ha).

El porcentaje de retención es la relación entre el caudal medio multianual registrado en la estación hidrométrica y el caudal indirecto estimado, este esquematiza el volumen de agua que es infiltrado, percolado, evaporado, transpirado y almacenado en el suelo de la subcuenca en un año.

### **Regimen de precipitaciones y variables climáticas**

Para el análisis de las precipitaciones y de variables climáticas, se realizó un proceso de selección de las estaciones existentes a saber:

- ❖ A nivel departamental se recolectó información de 55 estaciones climatológicas (1 sinóptica principal, 11 climatológicas, 1 meteorológica, 40 pluviométricas y 2 pluviográficas) operadas por IDEAM y CVC, adicional a datos rescatados de diferentes proyectos contratados por la Corporación, principalmente estudios de balances hídricos y reglamentaciones.
- ❖ A nivel del Municipio de Popayán la red de estaciones históricamente ha estado formada por 18 estaciones, de las cuales 8 han sido suspendidas, quedando en la actualidad 1



climatológica, 1 Limnigráfica, 4 Limnimétricas 4 pluviométricas y 1 sinoptica principal.

- ❖ En la subcuenca del río Las Piedras, cercana a la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús, existe una red privada de estaciones operada por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán. E.S.P. compuesta por 6 climatológicas: 5 pluviómetros y una climatológica, en esta última se toman datos de precipitación, evaporación, temperatura y humedad relativa. Durante este procedimiento se encontraron varios tipos de inconsistencias y errores en la toma de los datos, esto obligó a descartar Puzna y El Diviso y a asentir las

restantes debido a la continuidad de los datos y cercanía a la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús. No obstante, es importante mencionar que esta información es lo más representativo del clima cercano a la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús.

Bajo este contexto, para el desarrollo de la caracterización climatológica de la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús, se seleccionaron 18 estaciones de las 55 existentes en la red CVC-IDEAM y 3 de la red instalada por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán (se excluyen Puzna y El Diviso) (Cuadro 39).

Cuadro 39. Estaciones de precipitación seleccionadas para el estudio

CODIGO	TE	ESTACION	SUBCUENCA	MUNICIPIO	ELEV	N	W	PREC	ANOS	F_INST_
2603523	SP	APTO G L VA	CAUCA	POPAYAN	1730	763012.924	1052160.759	2128	20	1941-06
2602507	CO	GABRIEL LOP	PALACE	TOTORO	3000	769296.288	1087688.563	1091	20	1971-04
2602509	CO	VENTA DE CA	CAJIBIO	CAJIBIO	1800	777605.532	1057345.548	2245	20	1972-11
2601002	PM	COCONUCO	CHANGUE	PURACE	2800	750884.436	1064740.756	1617	20	1946-11
2601003	PM	PURACE	VINAGRE	PURACE	2630	755002.141	1068323.247	1961	20	1959-05
2601005	PM	LOMA REDOND	PIEDRAS	PURACE	3305	753164.404	1079447.772	2655	20	1969-10
2601007	PM	LAGUNA SAN	BEDON	PURACE	3420	755006.554	1077592.875	2298	20	1970-02
2602013	PM	TOTORO	COFRE	TOTORO	2500	772820.892	1073289.119	1723	17	1985-10
2602018	PM	SATE	SATE	POPAYAN	1470	767803.626	1048822.398	2161	20	1970-05
2602032	PM	TERMALES PI	VINAGRE	PURACE	2900	753069.993	1074936.509	1545	20	1970-10
2602046	PM	POLINDARA	PALACE	TOTORO	2470	766862.371	1074836.948	1432	18	1984-10
2603010	PM	JULUMITO AL	CAUCA	POPAYAN	1500	764639.583	1048205.536	2411	20	1979-05
5201009	PM	PAISPAMBA	TIMBIO	TIMBIO	2850	745780.528	1051641.528	1884	14	1971-03
5201011	PM	SALADITO	Q EL SALADO	TIMBIO	1820	751307.827	1046077.793	1838	11	1990-11
5201015	PM	SALINAS	TIMBIO	TIMBIO	2450	747624.802	1055348.631	1541	12	1990-06
	PM	ARRAYANALES	LAS PIEDRAS	POPAYAN	2464	763297.37	1071378.28	1947	6	1995-00
	PM	SAN PEDRO	LAS PIEDRAS	POPAYAN	2900	761024.7	1072337.2	2169.6	7	1995-01
	PM	EL LAGO	LAS PIEDRAS	POPAYAN	2020	762248.85	1062202.39	2124	4	1998-01

La Organización Meteorológica Mundial (OMM) recomienda una densidad mínima de estaciones hidrometeorológicas para la caracterización climatológica de regiones con unidades fisiográficas homogéneas (Cuadro 40). La fisiografía colombiana puede catalogarse como montañosa en las cordilleras y plana en los valles interandinos y zonas costeras.

La buena distribución y densidad de la red de estaciones en la región que

comprende las estaciones 18 estaciones seleccionadas (7748 ha/estación) se considera más que aceptable, no obstante, debe mejorarse los procedimientos para la toma de datos, análisis y archivado de los mismos. Así como la instalación de estaciones

hidrométricas en la subcuenca Río Molino-Qda. Pubis fundamentado en la importancia que tienen estas corrientes con el entorno urbano.

Para finalizar, cuando se indagó en todas las entidades e instituciones visitadas sobre la existencia de las Curvas Intensidad-Duración-Frecuencia-(IDF) para el municipio de Popayán, solo se encontró una de estas gráficas del año de 1983 sin la base de

Cuadro 40. Densidad de la red de estaciones hidrometeorológicas recomendadas por la OMM

Unidad Fisiografica	Densidad mínima por estación (superficie en km <sup>2</sup> por estación)			
	Hidrométricas	Evaporimétricas	Precipitación	
			Pluviómetros	Pluviógrafos
Zona Costera	2750	50000	900	9000
Zonas Montañosas	1000	50000	250	2500
Llanuras Interiores	1875	50000	575	5750
Zonas Escarpadas/ondulares	1875	50000	575	5750
Pequeñas islas	300	50000	25	250
Zonas Urbanas				10 a 20
Zonas Polares y áridas	2000	100000	10000	100000

datos. Es importante mencionar, que estas curvas son insumo fundamental en los proyectos de ingeniería que se relacionan con recursos hídricos, principalmente para diseños hidráulicos y planeación de obras.

ha sido evaluada y desarrollada en incontables estudios.

### Clasificaciones climáticas

Sobre la caracterización climática del país se han realizado numerosos trabajos en los cuales se han utilizado diferentes clasificaciones reconocidas en el mundo, tales como, Köeppen, Thornthwaite, Caldas, Lang, Martone y Holdridge entre otras. En general todas estas clasificaciones están basadas en el comportamiento medio de parámetros como la precipitación y la temperatura principalmente. En el presente documento se aplica la metodología de Caldas-Lang reconocida para toda Colombia, y que

### Clasificación de Caldas

La clasificación de Caldas fue ideada en 1802 por Francisco José de Caldas, se consideró únicamente la variación de la temperatura con la altura (pisos térmicos) y su aplicabilidad es exclusiva para el trópico americano. En Colombia es la más conocida por el usuario común, pero es incompleta, debido a que únicamente considera el factor térmico. Caldas estableció cinco pisos térmicos (Cuadro 41).

Cuadro 41. Rangos de la clasificación climática de Caldas

PISO TÉRMICO	SÍMBOLO	RANGO DE ALTURA (METROS)	TEMPERATURA (° C)	VARIACIÓN DE LA ALTITUD POR CONDICIONES LOCALES
Cálido	C	0 a 1000	$T \geq 24$	Límite superior 400
Templado	T	1001 a 2000	$24 > T \geq 17.5$	Límite superior 500
				Límite inferior 500
Frío	F	2001 a 3000	$17.5 > T \geq 12$	Límite superior 400
				Límite inferior 400
Páramo Bajo	Pb	3001 a 3700	$12 > T \geq 7$	
Páramo Alto	Pa	3701 a 4200	$T < 7$	

### Clasificación de Lang

La clasificación de Richard Lang establecida en 1915 utiliza la precipitación anual en mm y la temperatura media anual en °C.

Los dos parámetros se relacionan mediante el cociente entre la precipitación (P) y la temperatura (T), llamado factor de Lang, lo que genera seis clases de climas (Cuadro 42).

Cuadro 42. Rangos clasificación climática de Lang

FACTOR DE LANG (P/T)	CLASE DE CLIMA	SÍMBOLO
0 a 20.0	Desértico	D
20.1 a 40.0	Árido	A
40.1 a 60.1	Semiárido	Sa
60.1 a 100.0	Semihúmedo	Sh
100.1 a 160.0	Húmedo	H
Mayor a 160.0	Superhúmedo	SH

clasificación de Caldas con lo cual obtuvo 25 tipos de climas que tienen

### Clasificación climática de Caldas-Lang

Schaufelberguer en 1962, unió la clasificación de Lang con la

en cuenta la elevación del lugar, la temperatura media anual y la precipitación total media anual. Al

unir estos dos métodos se obtienen los siguientes tipos climáticos:

Cuadro 43. Clasificación climática Caldas-Lang

TIPO CLIMÁTICO	FACTOR DE LANG (P/T)	SÍMBOLO
Cálido superhúmedo	Mayor a 160.0	CSH
Cálido húmedo	60.1 a 100.0	CH
Cálido semihúmedo	40.1 a 60.1	CsH
Cálido semiárido	20.1 a 40.0	Csa
Cálido árido	100.1 a 160.0	CA
Cálido desértico	0 a 20.0	CD
Templado superhúmedo	Mayor a 160.0	TSH
Templado húmedo	60.1 a 100.0	TH
Templado semihúmedo	40.1 a 60.1	Tsh
Templado semiárido	20.1 a 40.0	Tsa
Templado árido	100.1 a 160.0	TA
Templado desértico	0 a 20.0	TD
Frío Superhúmedo	Mayor a 160.0	FSH

TIPO CLIMÁTICO	FACTOR DE LANG (P/T)	SÍMBOLO
Frío húmedo	60.1 a 100.0	FH
Frío semihúmedo	40.1 a 60.1	Fsh
Frío semiárido	20.1 a 40.0	Fsa
Frío árido	100.1 a 160.0	FA
Frío desértico	0 a 20.0	FD
Páramo bajo superhúmedo	Mayor a 160.0	PbSH
Páramo bajo húmedo	60.1 a 100.0	PbH
Páramo bajo semihúmedo	40.1 a 60.1	Pbsh
Páramo bajo semiárido	20.1 a 40.0	Pbsa
Páramo alto superhúmedo	100.1 a 160.0	PaSH
Páramo alto húmedo	0 a 20.0	PaH
Nieves perpetuas		NP

### Morfometria

Los parámetros morfométricos de interés en la subcuenca de estudio, obtenidos por medio de SIG son:

- ❖ *Área (A)*: superficie ortogonal de la subcuenca ( $\text{km}^2$ ).
  - ❖ *Perímetro (P)*: longitud de la línea parteaguas hasta el sitio de interés (km).
  - ❖ *Longitud Axial (L)*: distancia existente entre el punto más alejado de la subcuenca y el punto de entrega (km).
  - ❖ *Ancho Promedio (W)*: relación entre el área y la longitud axial (km).
  - ❖ *Número de Cauces de Orden Uno (NI)*: número de cauces que no reciben aporte de agua de ningún otro cauce.
  - ❖ *Longitud del Cauce (Lrp)*: longitud del cauce principal del río (km).
  - ❖ *Longitud de Cauces (Lc)*: sumatoria de la longitud de los cauces de orden uno.
  - ❖ *Factor de Forma (Kf)*: relación entre el ancho promedio (W) y la longitud axial de la subcuenca (L). Este factor relaciona la forma de la subcuenca con el área de un cuadrado de igual área. Los valores superiores a 1, indican una forma achatada de la subcuenca con tendencia a concentrar crecientes.
  - ❖ *Coefficiente de Compacidad (Kc)*: compara el área de una subcuenca con una circunferencia de la misma área, relacionando el perímetro de la subcuenca y el perímetro de la circunferencia, cuyo círculo tiene la misma área de la subcuenca.
- De acuerdo con el coeficiente de compacidad las cuencas se clasifican de la siguiente forma:
- Entre 1.00 y 1.25 : redonda a oval redonda.
- Entre 1.25 y 1.50 : oval redonda a oval oblonga.
- Entre 1.50 y 1.75 : oval oblonga a rectangular oblonga.
- Este factor nunca es menor que 1. Entre más cercano se encuentre a 1, mayor concentración de agua se presentará en la corriente principal de la subcuenca.
- ❖ *Índice de Alargamiento (Ia)*: relación entre la longitud máxima encontrada en la subcuenca medida en el sentido del río principal (L) y el ancho máximo de ella medido en sentido perpendicular.

- ❖ *Elevación Mediana (Eme)*: cota de la curva de nivel que divide la subcuenca en dos zonas de igual área. Se determina a partir de la curva hipsométrica.
- ❖ *Elevación Media (Em)*: elevación promedio de la subcuenca. Se determina a partir de la curva hipsométrica. Corresponde a la elevación por debajo de la cual se encuentra el 50% del área de la subcuenca.
- ❖ *Coefficiente de Masividad (Km)*: relaciona la elevación media con el área de la subcuenca.
- ❖ *Pendiente Media de la subcuenca (Sm)*: representa la inclinación o pendiente media de la subcuenca. Se determina por medio del método de Alvord.
- ❖ *Densidad de Drenaje (Dd)*: relación entre la longitud de cauces de primer orden y el área de la subcuenca. Generalmente toma valores entre 0.5 km/km<sup>2</sup> para cuencas pobremente drenadas y 3.5 km/km<sup>2</sup> para cuencas con un buen drenaje.
- ❖ *Coefficiente de Torrencialidad (Kt)*: relaciona el número de corrientes de primer orden y el área total de la subcuenca. Es un indicativo de la torrencialidad de la subcuenca.
- ❖ *Pendiente del Cauce (S)*: este parámetro se calcula a través de Metodología de Taylor – Schwarz.
- ❖ n: número de tramos de igual longitud en que se divide el río. Entre mayor sea este número mejor será la estimación de la pendiente. S1, S2,... Sn: pendiente en cada uno de los tramos.
- ❖ *Sinuosidad (Sin)*: relación entre la longitud del río medida a lo largo del cauce entre dos puntos y la longitud del valle medida en línea recta entre esos mismos dos puntos.
- ❖ *Número de Escurrimiento (CN)*: capacidad de escurrimiento de la subcuenca. Este factor depende de la vegetación, el tipo de suelo y la pendiente de la subcuenca.
- ❖ *Tiempo de Concentración (Tc)*: el tiempo de concentración se ha definido como el lapso entre el inicio de la precipitación y el momento en que toda el área de drenaje contribuye al escurrimiento superficial. El tiempo de concentración se calcula mediante

fórmulas que toman en cuenta fundamentalmente la longitud y la pendiente del cauce principal, también se encuentran formulas que relacionan esta ultima variable con el tamaño de la superficie drenada.

### **Caracterización de la calidad de las aguas**

Los datos de la presente caracterización de la calidad del agua de la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús han sido tomados de los muestreos de calidad de agua de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán S.A E.S.P, Corporación Autónoma Regional del Cauca CRC, Ilam Ltda y parte del texto para la descripción se toma del modelo del estudio elaborado por la Ecóloga Liliana Recaman "Oferta y Demanda de Agua para la Cuenca del río Las Piedras-2005.

#### *Parámetros Físico-Químicos*

Las muestras definen la calidad de agua a través del análisis de parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos y las concentraciones obtenidas con los parámetros estándar reglamentarios para categorizar la calidad de las aguas para diferentes usos (Agua Potable, Preservación de Flora y Fauna, desarrollo

agropecuario), (C.R.C., 1996). Los parámetros analizados son:

- ❖ *Temperatura (°C):* la temperatura en el agua es definida como la energía calórica que es absorbida por un cuerpo de agua; es un factor físico significativo en la variabilidad de los coeficientes de solubilidad de gases y sales e igualmente de los valores de pH. Juega un papel fundamental en los procesos biológicos, estratificación del hábitat de las especies e impactos ecológicos perjudiciales cuando se evidencia variación.
- ❖ *Turbiedad (NTU):* se define como la propiedad óptica de una suspensión, la cual hace que la luz se disperse o absorba en lugar de transmitirse en línea recta a través de la muestra. La turbiedad se debe a la presencia de partículas de material suspendido como arcilla, lodo, materia orgánica o inorgánica, plancton y otros microorganismos.
- ❖ *Sólidos suspendidos totales S.S.T (mg/l):* El término sólidos se debe a la materia suspendida o disuelta presente en aguas superficiales y aguas residuales. La evaluación de sólidos suspendidos totales (SST)



permite valorar la calidad de las aguas residuales.

- ❖ *Color: unidades de platino cobalto UPC:* es una medida del color que le confiere al agua los materiales tanto autóctonos como aloctonos; para su medición se utiliza la escala de Hazen.
- ❖ *Oxígeno Disuelto (mg/l) y Porcentaje de Saturación de Oxígeno disuelto:* el oxígeno disuelto evalúa los procesos de degradación de materia orgánica o capacidad de autodepuración de una corriente de agua. Es un parámetro fundamental para analizar la estabilidad o impacto para el desarrollo de las comunidades acuáticas.

El porcentaje de saturación de oxígeno disuelto es la cantidad de oxígeno disuelto en una muestra de agua comparada con la calidad máxima que podría estar presente a la misma temperatura. El porcentaje de saturación de oxígeno disuelto depende de la temperatura del agua en relación inversa con la altura sobre el nivel del mar, se expresa en partes por millón (p.p.m).

- ❖ *pH:* es un parámetro relacionado con los cambios de acidez y basicidad del agua, hace

referencia a la concentración de hidrogeniones ( $H^+$ ). Los niveles de pH son asociados a alcalinidad, productividad del agua y eutroficación.

- ❖ *Alcalinidad Total (mg  $CaCO_3/L$ ):* la alcalinidad de un agua corresponde a la presencia de los bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos
- ❖ *Dureza Total (mg  $CaCO_3/L$ ):* es la cualidad del agua que contiene sales disueltas de calcio y magnesio, principalmente.
- ❖ *Conductividad (micro siemens/cm-uS/cm):* es la capacidad que tiene el agua de conducir una corriente eléctrica en función de la concentración de iones presentes. A través de ella se puede inferir acerca del metabolismo de un ecosistema y en ocasiones establecer relaciones con la diversidad de especies. De otro lado, hace posible estimar en forma genérica la magnitud de iones, la descomposición de materia orgánica, la detección de fuentes de contaminación y la naturaleza geoquímica del terreno.
- ❖ *Nitritos ( $NO_2^-$ ):* representa un grado intermedio inestable y tóxico del proceso de oxidación bacteriana de proteínas – amonio

- nitritos – nitratos. Los nitritos son indicadores de contaminación, la cual indica una nitrificación todavía no terminada.

El nitrito es la segunda etapa del ciclo del nitrógeno, es el paso posterior a la formación del Amonio y previo a la formación de Nitratos, por ende pueden tomarse como indicadores químicos de procesos de degradación de la materia orgánica.

Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán S.A E.S.P y (ii) los aforos realizados por la Corporación Autónoma Regional del Cauca.

### *Parámetros Bacteriológicos*

En el marco de las diferentes pruebas de este tipo, el grupo de bacterias coliformes es el principal indicador de riesgo en salud pública relacionado con el consumo de agua para usos domésticos Según Díaz de Santos (1992), la experiencia ha demostrado que la densidad del grupo de coliformes, es un indicador del grado de contaminación y por lo tanto de la calidad sanitaria.

### *Aforos y muestreos de calidad de agua*

Hasta la fecha los aforos realizados en las corrientes superficiales de la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús corresponde a: (i) los aforos efectuados Division Ambiental de la

Es importante mencionar la gran labor efectuada por la División Ambiental de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán S.A E.S.P en cuanto a mediciones hidrométricas, pues son muy pocas las corrientes en Colombia que presentan para varios años un registro de caudales o muestras de

calidad de agua fuera de una estación hidrométrica consolidada.

En el Cuadro 44 se presentan los puntos donde se han realizado aforos y muestreos de calidad de agua en la subcuenca Río Molino-Qda Pubús. Esta información es fundamental para el estudio presente por considerarse una base de datos más sólida que muestreos puntuales.

Cuadro 44. Aforo y muestreos de calidad de agua tomados por la CRCy Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán.

NOMBRE		FECHA	Parametros
<b>Río Molino</b>	Descarga Colector Izquierdo Río Molino	Nov 4 de 2005	Color, Tubidez, Nitratos, Fosfatos, Coliformes totales, Coliformes Fecales DBO5, DQO, SST, Grasas y Aceites
	Descarga Colector Derecho Río Molino	Nov 4 de 2005	Color, Tubidez, Nitratos, Fosfatos, Coliformes totales, Coliformes Fecales DBO5, DQO, SST, Grasas y Aceites
	Río Molino Antes de la descarga Pueblillo	Nov 4 de 2005	Color, Tubidez, Nitratos, Fosfatos, Coliformes totales, Coliformes Fecales DBO5, DQO, SST, Grasas y Aceites
	Río Molino Puente Edificio Edgar Negret	Nov 4 de 2005	Color, Tubidez, Nitratos, Fosfatos, Coliformes totales, Coliformes Fecales DBO5, DQO, SST, Grasas y Aceites
	Río Molino Barrio Junin	Nov 4 de 2005	Color, Tubidez, Nitratos, Fosfatos, Coliformes totales, Coliformes Fecales DBO5, DQO, SST, Grasas y Aceites
	Colector derecho vereda González	Nov 18 de 2005	DBO5, DQO, SST, Grasas y Aceites
	Colector La Paz Popayán	Nov 18 de 2005	DBO5, DQO, SST, Grasas y Aceites
	Acueducto de Tulcan	Ene a Dic 2005	Conductividad, Turbiedad, Color, pH, Alcalinidad total, Dureza total, Hierro total, Solidos suspendidos totales, Nitratos, Oxigeno Disuelto, DQO5, DBO, Cloruros, Fosfatos, Sulfatos, Coliformes Totales, Recuento Total de Mesofilos, Coliformes Fecales.
<b>Río Ejido</b>	Colector Izquierdo Río Ejido	Nov 10 de 2005	Color, Tubidez, Nitratos, Fosfatos, Coliformes totales, Coliformes Fecales DBO5, DQO, SST, Grasas y Aceites
	Minuto de Dios -Vertimiento-	Nov 10 de 2005	Color, Tubidez, Nitratos, Fosfatos, Coliformes totales, Coliformes Fecales DBO5, DQO, SST, Grasas y Aceites
	Río Ejido Avelino	Nov 10 de 2005	Color, Tubidez, Nitratos, Fosfatos, Coliformes totales, Coliformes Fecales DBO5, DQO, SST, Grasas y Aceites
	Ejo Ejido Barrio Junin	Nov 10 de 2005	Color, Tubidez, Nitratos, Fosfatos, Coliformes totales, Coliformes Fecales DBO5, DQO, SST, Grasas y Aceites
<b>Qda. Pubús</b>	Desembocadura Colector Pubús Qda Chaux	Nov 17 de 2005	Coliformes totales, Coliformes Fecales DBO5, DQO, SST, Grasas y Aceites
	Anillo Vial Sur	Nov 21 de 2005	Color, Tubidez, Nitratos, Fosfatos, Coliformes totales, Coliformes Fecales DBO5, DQO, SST, Grasas y Aceites
	Puente Cra 37 Las Palmas	Nov 21 de 2005	Color, Tubidez, Nitratos, Fosfatos, Coliformes totales, Coliformes Fecales DBO5, DQO, SST, Grasas y Aceites
	Puente Maria Occidente	Nov 21 de 2005	Color, Tubidez, Nitratos, Fosfatos, Coliformes totales, Coliformes Fecales DBO5, DQO, SST, Grasas y Aceites

### **Muestreo de macroinvertebrados bentónicos**

Se capturaron empleando redes de dos palos y en cada sitio se establecieron 10 estaciones de muestreo. Las redes se ubicaron en los márgenes y en el centro del río.

Cada grupo de fauna colectado, quedó depositado y preservado según la normatividad específica así, en Seco mamíferos (piel y cráneo) y aves (piel), en líquido con alcohol al 75 % anfibios, reptiles, peces y macroinvertebrados.

#### *Concesiones de toma de agua*

Se revisó al interior de la CRC las concesiones de agua que se han realizado sobre la subcuenca Ríos Molino-Qda. Pubús encontrando solo dos: la concesión del Acueducto de Popayán para el acueducto Tulcán y una concesión de aguas para el acueducto veredal La Claridad. Adicionalmente se toma para el presente estudio los aforos puntuales de la derivación del acueducto Tulcán entregados por la Fundación Pro Cuenca río Las Piedras-. Los caudales concesionados son 150l/s y 1.2 l/s respectivamente

#### **2.3.1.2 OFERTA DE AGUA**

El concepto base para estimar la oferta hídrica es la ecuación del balance hídrico que refleja el proceso natural del ciclo hidrológico, donde la diferencia entre las entradas y las salidas en una cuenca está condicionada por la variación del volumen de agua almacenado durante un determinado tiempo.

La oferta natural de agua en una región, está determinada por la cantidad de lluvia que se presenta; las fluctuaciones mensuales en la precipitación sirven para establecer dentro del Balance Oferta - Demanda los períodos en los cuales se requiere la explotación adicional del recurso hídrico superficial (ríos), natural (precipitación) y subterráneo (pozos). La única forma de determinar la oferta natural por precipitación, es teniendo una red de estaciones climatológicas. La oferta superficial se conoce como los caudales que consolidan las corrientes de agua de una cuenca, debido a su importancia, algunas son monitoreadas con estaciones hidrométricas siendo estos registros la base de la estimación, sin embargo existen Metodología indirectos para estimar los caudales de aporte.

Los datos de precipitación corresponden a periodos mayores a 20 años; la información hidroclimatológica fue suministrada

por la Corporación Autónoma Regional del Cauca C.R.C y por el Instituto Hidrometeorología y Estudios Ambientas IDEAM únicamente se compraron los registros de las estaciones SP Aeropuerto Guillermo León Valencia.

Por no contar con estaciones hidrométricas, el cálculo de la oferta de agua en la zona de estudio se basa en una metodología desarrollada por el Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos la cual ha sido implementada por la CVC con resultados satisfactorios, y en estudios anteriores de la CRC.

*Precipitación.* La precipitación en una región, está sujeta a variaciones de acuerdo con los patrones generales de la circulación atmosférica y a factores locales como topografía, vientos, vegetación, entre otros; constituye el principal aporte para satisfacer la demanda agrícola de agua en una zona. El cálculo de la variación espacial de la precipitación se realiza a partir de la serie de los registros pluviométricos medidos en las estaciones meteorológicas, aplicando diversos Metodología como los de “Polígonos de Thiessen” y “Líneas Isoyetas” por medio de interpolación espacial.

- ❖ *Agua superficial.* Se define como el volumen de agua proveniente de la precipitación que puede fluir sobre la superficie del suelo o en sus estratos más elevados o en forma subterránea para formar las corrientes superficiales de agua. El cálculo del aporte de agua superficial en una zona puede realizarse de manera directa si se cuenta con información proveniente de las estaciones de aforo, en caso contrario deben emplearse metodologías para generación de caudales.
- ❖ *Agua subterránea.* Aquella que circula y se almacena debajo de la superficie del suelo o del fondo marino o la que brota en

forma natural, como las fuentes y manantiales captados en el sitio de afloramiento o las que requieren para su alumbramiento obras como pozos, galerías filtrantes u otras similares. No obstante, dadas las condiciones geológicas y geomorfológicas de la región, las aguas subterráneas se resumen a flujo subsuperficiales que se transportan por efectos de la gravedad y pendiente del terreno, una vez infiltradas, hasta abastecer los drenajes superficiales.

#### **Oferta natural**

Este parámetro es de gran importancia dentro del cálculo del balance, por ser la principal entrada de agua al sistema hidrográfico. La precipitación media representa un valor de lámina de agua caída en la zona de estudio, dentro de un período de tiempo predeterminado. Esta variable fue determinada a partir de la información de las 18 estaciones seleccionadas.

#### **Análisis de consistencia de los datos de precipitación**

Uno de los análisis que se deben realizar antes de aplicar series temporales de datos a algún estudio

hidrológico, es la presencia o no de inconsistencias y heterogeneidades. Las razones a las que obedecen son múltiples, pero en general, pueden ser de dos tipos:

- ❖ Errores aleatorios (medición, transcripción de datos, etc.)
- ❖ Errores sistemáticos (cambio de instrumento o de estación, etc.)

Existen diferentes técnicas para la realización del análisis de consistencia; sin embargo, en hidroclimatología, la que se utiliza con mayor frecuencia es conocida como el método de las dobles acumulaciones o dobles masas.

El método de las dobles masas es una técnica sencilla cuyo objetivo es valorar la consistencia de una serie temporal en función de otra serie de referencia. Esta serie también denominada patrón, se obtiene de la media aritmética de precipitación de un grupo representativo de estaciones con registros durante el período de estudio escogido, admitiendo la hipótesis de que la serie de las medias de un grupo de registros, es poco sensible a los cambios en los registros individuales debido a la compensación de errores entre estos.

Esto permitió seleccionar la serie de medias aritméticas mes a mes de las 18 estaciones seleccionadas como la más representativa para toda la región y por tanto el análisis de la distribución espacial por medio de los Metodología de Thiessen e Isoyetas solo se emplea para determinar las zonas de mayor sequía, es decir los cálculos no involucran compensación de áreas puesto que se encuentra una distribución espacial bastante afectada por la orografía de la región.

#### *Método de curvas isoyetas*

Estas son curvas que definen los puntos de igual precipitación y se determinan haciendo interpolaciones entre los datos registrados en estaciones pluviométricas ó pluviográficas adyacentes. Es

necesario realizar ajustes en el trazado por elevación y corrientes de vientos cuando hay marcadas condiciones orográficas.

#### *Precipitación efectiva como factor de ajuste*

La precipitación efectiva representa el porcentaje aprovechable de la lluvia total ya que no toda la lámina de agua precipitada llega a las plantas debido a pérdidas por intercepción de follaje, percolación profunda, evaporación y escorrentía rápida.

No toda el agua obtenida por precipitación es aprovechable por un cultivo debido a la cobertura del suelo y al proceso de escurrimiento, es necesario encontrar la fracción de lluvia que realmente es aprovechable por las plantas, o lo que se denomina precipitación efectiva.

Teniendo en cuenta la dinámica del fenómeno de precipitación la FAO recomienda trabajar con una precipitación que responda a un 80% de confiabilidad.

Se emplean diferentes criterios en diversos países para estimar la lluvia efectiva. Todos estos conceptos, aunque dadas las diferencias



climáticas de nuestra región, sirven de guía de las diferentes opciones al elegir la cantidad de agua realmente aprovechable por las plantas, sin embargo, el más aproximado es el método del USDA recomendado por la FAO que relaciona la precipitación y la evapotranspiración potencial del cultivo, aunque no tiene en cuenta la tasa de infiltración del suelo y la intensidad de la lluvia, por lo cual debe afectarse la lámina de agua, por un factor de corrección. En los cálculos realizados hasta el momento en CVC, se ha utilizado una precipitación efectiva de 75 y 80%.

## Oferta Superficial

Para crear mayor claridad en el análisis de Oferta Hídrica en cuanto a abastecimiento de agua, las subcuencas productoras identificadas como fuentes superficiales de agua son para los acueductos veredales, todas aquellas áreas de aporte sobre la toma de agua para el acueducto, además es necesaria su preservación para garantizar un caudal de soporte.

Estimar la oferta superficial de agua es, representar una serie de caudales medios mensuales a partir de la serie de precipitación media mensual, para ello se emplea el método SCS de Número de Curva, el cual es aplicable en zonas donde no existe información de aforos con detalle suficiente.

Este método fue elaborado por U.S. Soil Conservation Service y se basa en la estimación directa de la escorrentía superficial de una lluvia, a partir de las características del suelo, uso del mismo y su cobertura vegetal.

La expresión utilizada para el cálculo del aporte de agua superficial es:

$$Q_i = \left( \frac{(P_i - 0.2S)^2}{(P_i + 0.8S)} \right)$$

Donde:  $Q_i$  es la escorrentía superficial en mm del mes  $i$ ,  $P_i$  la precipitación

de mm del mes  $i$  y  $S$  la máxima infiltración en mm.

Para obtener el valor de  $S$  se utiliza el Número de Curva o Número de Escurrimiento.

$$S = 25.4 * \left( \frac{1000}{CN} - 10 \right)$$

Donde CN es el Número de Curva identificado sobre un complejo suelo-vegetación. De esta forma es posible obtener la escorrentía superficial  $Q_i$  en mm, que produce una lluvia de  $P_i$  mm, sobre un complejo suelo-vegetación identificado con Número de Curva CN.

Los valores de escorrentía superficial se transforman a  $m^3/s$  teniendo en cuenta el tiempo en que se presenta la precipitación media y el área de aferencia donde se realiza el análisis.

### *Determinación del número de curva*

El número de curva "CN" o Número de Escurrimiento se basa en las características de vegetación, tipo de suelo y grupo hidrológico encontrado, para esto se cuenta con la clasificación realizada para el presente estudio cuya base son los planos de cobertura vegetal y tipo de suelo y geología. Los suelos son agrupados en categorías, dependientes del potencial

de escorrentía y de su capacidad de infiltración de la siguiente manera:

Grupo A Suelos con bajo potencial de escorrentía y alta infiltración, aunque estén completamente húmedos.

Compuestos principalmente de arenas o gravas profundas, de bien a excesivamente drenadas y tienen una alta rata de transmisión de agua (mayor a 7.6 mm/hr).

Grupo B Suelos con infiltración moderada aunque estén completamente húmedos.

Compuestos principalmente de suelos que van de moderadamente

profundos a profundos, de moderadamente drenados a bien drenados. Con textura moderadamente fina a moderadamente gruesa. Tienen una tasa de transmisión de agua moderada (7.6 a 3.8 mm/hr).

Grupo C Suelos con baja infiltración aunque estén completamente húmedos, y están compuestos principalmente de suelos que tienen una capa que impide el movimiento descendente del agua. Con textura de moderadamente fina a fina. Estos suelos tienen una baja tasa de transmisión de agua (1.27 a 3.8 mm/hr).

Grupo D Suelos con un alto potencial de escorrentía. Tienen una muy baja capacidad de infiltración, aunque estén completamente húmedos. Compuestos principalmente por suelos arcillosos con un alto potencial de expansión, niveles freáticos altos, suelos con una capa de arcillas en o cerca a la superficie, y suelos superficiales sobre materiales impermeables cercanos. Tienen una razón de transmisión de agua muy baja (0.0-1.27 mm/hr)

Finalmente se deben determinar las características de la cuenca (Condición Hidrológica) a las condiciones y clasificación básica del método.

La Condición Hidrológica es quizá el parámetro más difícil de determinar puesto que tiene una gran variación que depende está basada en la combinación de factores que afectan la infiltración y la escorrentía, incluyendo (a) densidad de áreas de vegetación, (b) cantidad de años de la cobertura, (c) cantidad de pasto o siembra de legumbres o cultivos rotacionales, (d) porcentaje de residuos de cobertura vegetal en la superficie (buena > 2%), y (e) grado de rugosidad de la superficie.

Mala: factores que deterioran la infiltración y tienden a incrementar la escorrentía.

Buena: factores que mantienen o mejoran la infiltración promedio y tienden a disminuir la escorrentía.

Una vez se hayan establecido los valores de CN para cada tipo de suelo y tipo de cobertura, se procede a estimar la magnitud de las áreas que poseen estas características a fin de estimar el valor CN ponderado. Este proceso se desarrolla utilizando el paquete computacional gráfico o por medio de tablas de cálculo. El proceso consiste en digitalizar los planos básicos de tipo, uso de suelo y límite de la cuenca; para luego, mediante la superposición de los diferentes planos empleando un Sistema de Información Geográfico, obtener las áreas de intersección de las dos

características (tipo y uso) en la subcuenca. O bien, estimar las áreas de cruce, tabulando los valores y calcularlos. La estimación del CN puede mejorarse si se cuenta con una estaciones de caudales con registros confiables, siendo este el caso de estudio; el CN es valorado y afectado mes a mes a partir del método SCS buscando su ajuste con los registros medios de caudales de la estación, para luego mediante transformación de caudales por área y precipitación aferente determinar los caudales en algún punto de interés.

### *2.3.1.3 DEMANDA DE AGUA*

#### **Georreferenciación de puntos hidráulicos importantes**

Para realizar el proceso de georeferenciación se tuvo en cuenta la cartografía base de la zona en estudio, utilizando como herramienta un sistema de posicionamiento global (GPS) en los sitios donde no se presentó interferencia a la señal satelital.

#### **Demanda Agrícola**

Se conoce como evapotranspiración el conjunto del agua que regresa a la atmósfera desde las hojas de las plantas cuando es transpirada y la evaporada desde la superficie del suelo. Aunque el término uso consuntivo se usa indistintamente con la evapotranspiración, ellos se diferencian en que el uso consuntivo además de comprender el agua que se libera desde las plantas y del suelo a la atmósfera, contiene la cantidad de agua que utiliza la planta para formar sus tejidos, representando este último valor un porcentaje muy bajo comparado con los anteriores.

De otro lado, la demanda de agua, es calculada para condiciones teóricas según el requerimiento de agua del cultivo o cobertura vegetal del suelo en su desarrollo vegetativo. El método de evaluar el requerimiento de agua en un cultivo se conoce como calculo de la evapotranspiración, y es calculada basada en formulaciones empíricas, que relacionan la evaporación de la superficie de un Tanque Clase A y la transpiración de las plantas.

Se define la evapotranspiración como la cantidad o lámina de agua que exige una determinada especie vegetal para satisfacer sus requerimientos del líquido, necesario para el transporte de nutrientes, respiración y demás procesos vitales, más la que se produce desde la superficie del suelo.

Thornthwaite (1950), introdujo el término evapotranspiración potencial para hacer referencia a la cantidad de agua liberada por la vegetación, en condiciones de permanente y satisfactorio suministro.

La evapotranspiración depende directamente de la densidad de siembra o vegetación de las características de la vegetación disponibilidad, agua en el suelo y condiciones meteorológicas (temperatura, radiación solar, vientos, humedad, relativa, precipitación, etc.)

#### *Determinación de la evapotranspiración*

Se cuenta con una diversidad de Metodología para estimar la evapotranspiración, la selección y aplicación cualquier método para determinar la magnitud del fenómeno será función directa entre los más determinantes de: la disponibilidad de recursos, la urgencia de la información y de la información meteorológica.

Al ser el fenómeno de la evapotranspiración un parámetro importante y esencial a ser considerado en todo proyecto o estudio que contemple la dotación y/o la evacuación de agua de una zona destinada a su explotación agrícola de

forma intensiva y técnica, se debe disponer de formulaciones y mecanismos

más eficientes y confiables para su estimación.

Existen métodos directos e indirectos para cuantificar la E.V.T.:

❖ Método directo: se enuncian a continuación:

- Empleo de tanques y lisímetros
- Parcelas experimentales
- Balances hídricos

El empleo del método indirecto para la obtención de la E.V.T., es el más usual cuando no se dispone de los equipos ni la información completa necesaria para adelantar las determinaciones por los métodos directos.

❖ Método indirecto se basa en:

- La física de la transferencia del vapor
- En el balance de energía
- En relaciones empíricas de los fenómenos meteorológicos

En general los métodos indirectos han sido adoptados de estudios adelantados para la obtención de la evaporación desde superficies libres de agua (lagos, embalses, reservorios, etc.) y posteriormente mediante la afección de factores o índices dependientes de la vegetación se han hecho

extensivos para la obtención de la E. V. T.

A continuación se presenta de manera corta las principales características del Método de Penman para determinar la E.V.T. pues este el más recomendado según el IDEAM, el Centro de Investigaciones de la Caña de Azúcar (CENICANÑA) y por la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca. El método será empleado en el presente estudio para determinar los requerimientos hídricos de los cultivos, bosques y praderas de la zona de estudio.

#### *Método de Penman*

La evapotranspiración referencia (ET<sub>o</sub>) como valor medio en mm/día para el período considerado se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$ET_o = \left[ \underbrace{W \times R_n}_{\text{Termino de Radiación}} + (1-W) \times \underbrace{f(v) \times (e_a - e_d)}_{\text{Termino Aerodinámico}} \right] \times C_p \times C$$

$$ET_o = [Tr + Ta] \times C$$

ET<sub>o</sub> = evapotranspiración referencia en mm/día

#### *Descripción de variables*

*Déficit de presión de vapor ( $e_a - e_d$ ):* la presión de vapor debe ser expresada en mbar. El valor de la presión de vapor a punto de saturación se encuentra en función de la temperatura media del aire en °C y la altura media sobre el nivel del mar.

La presión de vapor real promedia del aire ( $e_d$ ) se calcula con la presión de vapor a punto de saturación ( $e_a$ ) afectándola por la humedad relativa ( $HR$ ) promedio en mbar mediante la expresión siguiente:

$$e_d = \frac{e_a \cdot HR}{100}$$



Función de viento  $f(u)$

$$f(u) = 0.27 \left( \frac{1+u}{100} \right)$$

Donde  $u$  es el recorrido total del viento en km/día a 2 m de altura.

*Factor de ponderación (w):* depende de la temperatura y la altitud.

*Radiación neta (Rn):* es la diferencia entre toda la radiación entrante y la saliente. Puede ser medida pero en la práctica casi nunca se tiene tal dato disponible. En este caso puede ser calculada a partir de la radiación solar u horas de sol (o grado de nubosidad), tiempo y humedad.

$$Rn = Rnoc - Rnol = (1 - a)Rs - Rnol$$

$$Rs = \left( 0.25 + 0.50 \frac{n}{N} \right) Ra$$

Donde:

$N$ = duración máxima probable del brillo solar.

$n$ = duración de brillo solar real media.

$$Rnoc = (1 - a) Rs, a = 0.25$$

$Rnol$ = es la radiación neta de onda larga

$$Rnol = f(T) \cdot f(ed) \cdot f(n/N)$$

$$f(ed) = 0.34 - 0.44 \sqrt{ed}$$

$$f(n/N) = 0.1 + 0.9(n/N)$$

$Ra$  se puede determinar conociendo la altitud y el mes y  $N$

$Rnol$  se calcula a partir de temperatura, presión de vapor  $ed$  y razón  $n/N$ .

*Factor de ajuste (C):* la ecuación de Penman se puede aplicar sin necesidad de correcciones en sitios donde la radiación es de media a alta, la HR máxima es de media a alta y el viento es moderado durante el día y el doble en velocidad que el viento durante la noche. Sin embargo estas condiciones no se tienen siempre, entonces hay que corregir.

Se reemplazan todos los valores obtenidos en la ecuación general de Penman.

### **Demanda de agua para uso doméstico**

Escenario actual: para el escenario actual de esta demanda se toman los datos del estudio recopilados en campo y recuperados de los guías, fontaneros y personas que acompañaron a las visitas de trabajo

### **Demanda de agua para uso industrial**

En ocasiones cuando el caso de complejidad de una subcuenca urbana

interviene en el aprovechamiento del recurso hídrico, separar los componentes industriales es una labor casi imposible, a no ser de contar con el ordenamiento sistemático de los usuarios. En el caso de la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús la demanda industrial queda inmersa en la demanda doméstica abastecida por el acueducto Tulcán

#### **Otras demandas: caudal ecológico**

Las Corporaciones Autónomas Regionales como autoridades ambientales deben considerar el manejo de los diferentes ecosistemas en relación con el recurso

hídrico, éste además de ser aprovechado para los diferentes usos demandados por la sociedad, debe garantizar el normal desarrollo de las comunidades acuáticas naturales de los ríos y sus valores ecológicos.

Es importante determinar el requerimiento mínimo de agua necesaria para mantener la diversidad acuática de una corriente natural de agua superficial (caudal ecológico), pues cualquier disminución del caudal en un cauce implica cambios en el ecosistema y por tanto una alteración del equilibrio natural.

De acuerdo a CVC, 2000<sup>10</sup> existen diversos métodos para conocer los caudales ecológicos:

- ❖ Hidrológicas: se basan en el comportamiento de los caudales en los sitios de interés, para lo cual es necesario el conocimiento de series históricas de caudales.
- ❖ Hidráulicas o Hidráulico – Biológicas: consideran la conservación del funcionamiento o dinámica del ecosistema fluvial a lo largo de la distribución longitudinal del río, es decir, que

el caudal de reserva que se deje en los distintos tramos permita que el río siga comportándose como tal.

- ❖ Simulación de Hábitats: se basan en la estimación del caudal necesario para la supervivencia de una especie en cierto estado de desarrollo biológico.

La aplicación de estas metodologías a una zona específica, es un proceso que implica trabajo de campo y análisis de la información, por lo tanto se requiere tiempo para la determinación de este parámetro.

La implementación de los métodos utilizados para definir el caudal ecológico, deberá tener una visión integral de los componentes que hacen parte de estos estudios, con el fin de lograr un manejo adecuado del recurso hídrico desde el punto de vista hidrológico e hidrobiológico.

De una manera aplicativa, la CVC ha adoptado como referencia de caudal ecológico un valor que oscila entre el 10 y el 30% del caudal medio mensual multianual más bajo, determinado para la fuente de abastecimiento en la zona de estudio.

#### *2.3.1.4 BALANCE HIDRICO*

<sup>10</sup>Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC). Subdirección de Gestión Ambiental, 2000 Proyecto metodología para la distribución del recurso hídrico en el Valle del Cauca (PMD). Universidad del Valle. Departamento de mecánica de fluidos y ciencias técnicas. Santiago de Cali, Colombia.

**Balance 1: Precipitación (Oferta natural) - demanda de agua para uso agrícola**

La precipitación es la oferta de agua con que se cuenta para abastecer las necesidades agrícolas y de permanencia de la cobertura vegetal de una región, una vez calculada la demanda de agua para uso agrícola, se realiza un primer balance bajo tres escenarios de ocurrencia de la precipitación media, así:

- ❖ Escenario 1. Balance entre la demanda de agua para uso agrícola y el aporte por precipitación media mensual.
  
- ❖ Escenario 2. Balance entre la demanda de agua para uso agrícola y

la precipitación correspondiente al 90% de probabilidad de ocurrencia.

- ❖ Escenario 3. Balance entre la demanda de agua para uso agrícola y la precipitación correspondiente al 50% de probabilidad de ocurrencia.
- ❖ Escenario 4. Balance entre la demanda de agua para uso agrícola y la precipitación correspondiente al 90% de probabilidad de ocurrencia.

Al efectuar el balance 1, es posible identificar los meses con déficit de agua, es decir, aquellos en los que la demanda para uso agrícola supera el aporte de la precipitación media y la precipitación bajo la probabilidad de ocurrencia del 90%, 75% y 50%. Este déficit, al igual que la demanda doméstica e industrial, la conservación de la biodiversidad acuática, constituyen la demanda de agua total que debe ser cubierta con el aporte de las corrientes hídricas tanto superficiales como subterráneas, se debe efectuar entonces el balance 2.

### **Balance 2: Oferta de agua – demanda total de agua**

El balance 2 se lleva a cabo entre la demanda total de agua, equivalente al resultado obtenido en el balance 1 (déficit de agua para uso agrícola), la demanda de agua por uso doméstico e industrial, el caudal ecológico, y la oferta representada por el aporte de

agua superficial y subterránea. Este balance se realiza bajo los dos escenarios planteados en el punto anterior.

Si los resultados del balance 2 son positivos, se pueden plantear proyectos de distribución de agua; por el contrario, si éstos registran déficit de agua, es decir, si la oferta de agua superficial y subterránea no cubre la demanda de la zona de estudio, se deben buscar alternativas de solución, entre las que se encuentran:

- ❖ Manejar adecuadamente el recurso agua a través del mejoramiento de las eficiencias de los sistemas de riego.
- ❖ Regular el agua a través del almacenamiento en épocas de lluvia para emplear este recurso en épocas de verano.
- ❖ Captar agua de otras fuentes.
- ❖ Explorar la capacidad futura de explotación del agua subterránea

### **Índice de escasez**

Una vez realizadas las respectivas mediciones, cálculos y análisis con respecto a la oferta hídrica neta y a la demanda total, se calcula el índice de escasez a partir de la expresión:

$$Ie = \frac{Dh}{Oh} \times 100$$

Donde:

Ie: índice de escasez en porcentaje

Dh: demanda Total hídrica en metros cúbicos ( $m^3$ ,  $m^3/s$ )

Oh: oferta hídrica superficial neta en metros cúbicos ( $m^3$ ,  $m^3/s$ )

100: para expresarlo en porcentaje

*Unidad de medida del indicador*

La unidad de medida del índice de escasez es el porcentaje (%)

*Categorías e interpretación del índice de escasez*

Si bien el índice de escasez da cuenta de los niveles de abundancia o escasez, relacionando la oferta específica con la demanda correspondiente, debe tenerse

en cuenta que el abastecimiento de agua para los diferentes usos involucra aspectos como el almacenamiento y transporte del recurso hídrico.

Por ello, no necesariamente los altos niveles de escasez en áreas específicas coinciden con problemas graves de abastecimiento de los sistemas, para los cuales se han desarrollado infraestructuras de manejo particulares.

El índice de escasez se agrupa en cinco categorías (Cuadro 45):

Cuadro 45. Categorías de agrupación del índice de escasez

CATEGORÍA	RANGO	COLOR	EXPLICACIÓN
<b>Alto</b>	> 50 %	Rojo	Demanda alta
<b>Medio Alto</b>	21 – 50 %	Naranja	Demanda apreciable
<b>Medio</b>	11 – 20 %	Amarillo	Demanda baja
<b>Mínimo</b>	1 – 10 %	Verde	Demanda muy baja
<b>No significativo</b>	1 %	Azul	Demanda no significativa

Para evaluar la relación que existe entre la oferta hídrica disponible y las condiciones de demanda predominantes en una unidad de análisis seleccionada, se deberá considerar la clasificación citada por Naciones Unidas<sup>11</sup> en la cual se expresa la relación entre

aprovechamientos hídricos como un porcentaje de la disponibilidad de agua. En esta relación cuando los aprovechamientos representan más de la mitad de la oferta disponible se alcanza la condición más crítica.

<sup>11</sup> Critical Trends Global Change and Sustainable Development, 1997

### 2.3.2 CARACTERÍSTICAS HIDRO-BIOFÍSICAS

### *2.3.2.1 HIDROGRAFIA*

Como se mencionó con anterioridad, la subcuenca Río Molino-Qda Pubús hace parte de la zona hidrográfica Magdalena – Cauca y de la cuenca del río Cauca (Mapa 5).

Desde el punto de vista de la red de drenaje, a la subcuenca río Molino llegan varios tributarios:



Río Ejido, es el principal afluente, el cual está conformado por dos corrientes: Qda. Tinajas y Qda. Molanga. Al río Ejido también caen otros afluentes como las quebradas Los Sauces, Santa Mónica, La Chorrera y Los Tejares.

- ❖ Qda. El Sanjón conformado por los drenajes Linderos de Claridad y Matarredonda, a éste último llega la Qda. La Cienaga.
- ❖ Quebradas como: Quitacalzón, Filipilla, La Honda, Patevenado, El Alejo, Piedra Grande o Villurco, Aguarregalada, San José, San Roque, Pesares y El Consuelo
- ❖ Humedal del Río Ejido que origina las Quebradas Los Tejares y La Monja.

Por su parte, la red hidrográfica de la Qda Pubús, de acuerdo a Galarza y Zemanate, 2004, está conformada por:

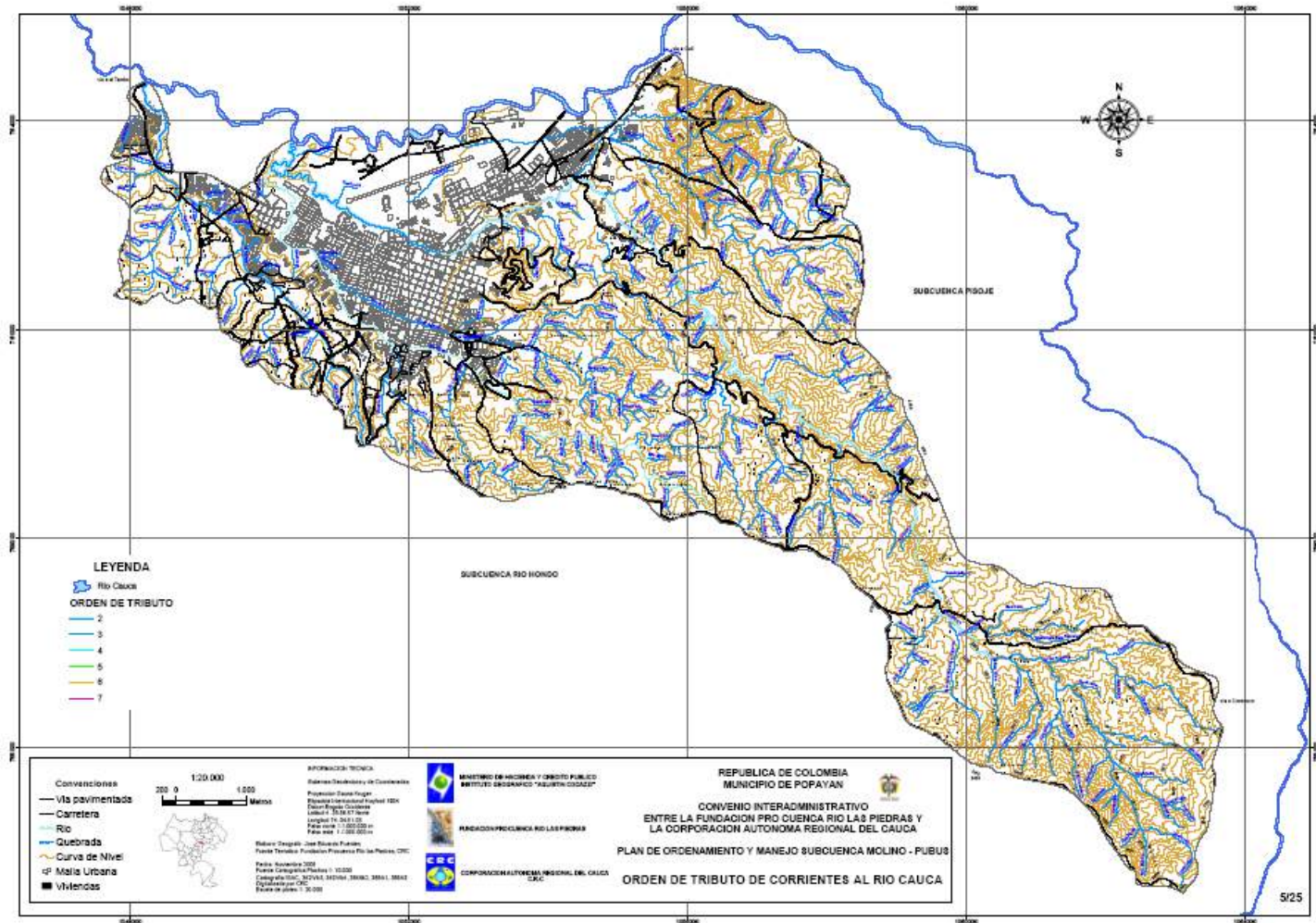
- ❖ Qda. los Faroles, que nace en un humedal ubicado en la vereda el Salvador y desemboca en inmediaciones del sector del Boquerón.
- ❖ Qda. Chapinero: nace en la vereda Puelenje Alto, se une a la Qda. Pubús en cercanías al

asentamiento Laura Mercedes Simmonds.

- ❖ Qda. las Chozas: su nacimiento se encuentra ubicado en el Barrio Brisas de Pubenza.
- ❖ Qda. las Monjas: ésta quebrada nace en inmediaciones de la vereda de Torres.
- ❖ Qda. Subestación de Cedelca: su nacimiento esta ubicado entre el asentamiento Samuel Silverio Buitrago y la vereda Puelenje Alto.
- ❖ Qda. los Cedrillos: nace en el barrio Santo Domingo Sabio que junto con el Asentamiento Gustavo Restrepo la contaminan con vertimientos sólidos y líquidos.
- ❖ Qda. Colombia: Nace en el barrio Colombia II. Presenta un alto grado de contaminación debido a que es fuente receptora de los vertimientos sólidos y líquidos provenientes de los asentamientos Triunfaremos por la Paz y Nueva Floralia.
- ❖ Humedales: La quebrada cuenta con un área de humedales localizados en la parte media de la de la subcuenca y sobre el sector de la variante que requieren con urgencia planes de

manejo conjuntos entre  
instituciones y habitantes  
específicos del área para lograr  
su conservación a largo plazo.

Mapa 5 Orden de tributo de corrientes al río Cauca



Las anteriores quebradas poseen un curso permanente y a excepción de las quebradas los Cedrillos y Colombia, no representan mayor grado de contaminación para la Qda. Pubús.

Un punto importante dentro del manejo de la Qda. Pubús es su parte media, en la cual no solo desemboca la mayoría de afluentes sino que también constituye el sitio de evacuación de las aguas servidas y lluvias provenientes de gran parte de los barrios que integran la comuna número siete y de los colectores de la variante sur, ocasionando que en temporada de lluvias la quebrada se sobrecargue, desbordándose por la gran cantidad de agua que trae y por la obstrucción del cauce debido a la acumulación de desechos sólidos.

### 2.3.2.2 HIDROMETRIA

En la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús no existen estaciones hidrométricas, esto hace que no se pueda determinar con certeza los caudales máximos, medios y mínimos de estas corrientes superficiales. Es

importante mencionar que la ausencia de este tipo de datos crea cierta incertidumbre en los cálculos de posteriores balances hídricos, dado que se debe recurrir a modelaciones determinísticas que permitan generar series sintéticas, es decir, series en función de variables climáticas como la precipitación.

Otro tipo de estudios tendrían algún grado de incertidumbre por la ausencia de estos datos, como lo son: estudios de inundaciones, de riesgos por avenidas torrenciales, proyectos de regulación de caudales y de preservación de cuencas.

Bajo esta situación, la metodología de regionalización aplicada a la subcuenca río Molino a partir de las tres subcuencas cercanas que cuentan con estaciones hidrométricas: río Negro, río Palacé y río Piedras (Cuadro 46), para establecer el porcentaje de retención de humedad en el suelo podría representarse mediante una formulación lineal y de la forma  $\%RET = 0.0004 * Em - 0.5259$  con un  $R^2 = 0.9724$ , aunque este tipo de modelos pueden seguir otro tipo de ecuaciones.

Cuadro 46. Parámetros morfométricos y caudales medios en estaciones hidrométricas

SUBCUENCA	ÁREA (Ha)	ELEVACIÓN (msnm)	PRECIPITACIÓN MEDIA (mm)	CAUDAL MEDIO (m <sup>3</sup> /s)	PORCENTAJE DE RETENCIÓN	CAUDAL INDIRECTO (m <sup>3</sup> /s)
MOLINO	5806	2007	1976	1.09	0.277	3.87

PALACÉ	24202	2458	1783	6.70	0.490	13.68
LAS PIEDRAS	5830	2624	2100	2.44	0.629	3.88
RÍO NEGRO	5094	3361	1389	2.01	0.898	2.24

Con relación a la elevación media de la subcuenca río Molino, el método de compensación de áreas aplicado, determina que es de 2007 msnm (Mapa 6), el porcentaje de retención es de 0.277, valores que permiten estimar un caudal medio de 1.07 m<sup>3</sup>/s (Cuadro 47).

En el caso de la subcuenca de la Qda. Pubús la estimación del caudal medio a partir del método del Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos (SCS) determina un estimado mensual multianual de 413 l/s.

Cuadro 47. Caudales máximos, medios y mínimos (m<sup>3</sup>/s) de las subcuencas de los ríos Negro, Palacé y Las Piedras como soporte para la estimación de caudales medios en la subcuenca río Molino

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	VR ANUAL
<b>RIO NEGRO</b>													
MEDIOS	0.79	0.78	0.89	1.34	2.07	3.17	4.81	3.86	2.17	1.79	1.40	1.10	2.01
MAXIMOS	2.36	2.10	1.60	2.97	5.56	6.62	6.66	5.85	3.60	2.58	2.30	2.30	6.66
MINIMOS	0.29	0.26	0.18	0.35	0.89	1.25	2.70	1.22	1.01	0.95	0.78	0.48	0.18
<b>PALACE</b>													
MEDIOS	6.07	5.49	6.21	6.88	7.11	7.83	9.70	7.39	5.00	5.59	6.96	6.20	6.70
MAXIMOS	12.39	10.80	11.37	15.60	11.72	12.89	14.74	11.78	6.64	13.60	14.12	10.70	15.60
MINIMOS	1.80	2.00	2.20	3.93	3.51	4.18	5.60	3.38	2.70	2.38	3.80	2.20	1.80
<b>PIEDRAS</b>													
MEDIOS	0.57	0.52	0.49	0.51	0.43	0.29	0.24	0.20	0.19	0.31	0.58	0.70	0.42
MAXIMOS	1.56	1.39	1.24	1.10	1.00	0.46	0.40	0.45	0.34	0.84	1.30	3.05	3.05
MINIMOS	0.20	0.18	0.17	0.17	0.22	0.18	0.15	0.10	0.12	0.12	0.24	0.29	0.10

### 2.3.2.3 RÉGIMEN DE PRECIPITACIONES

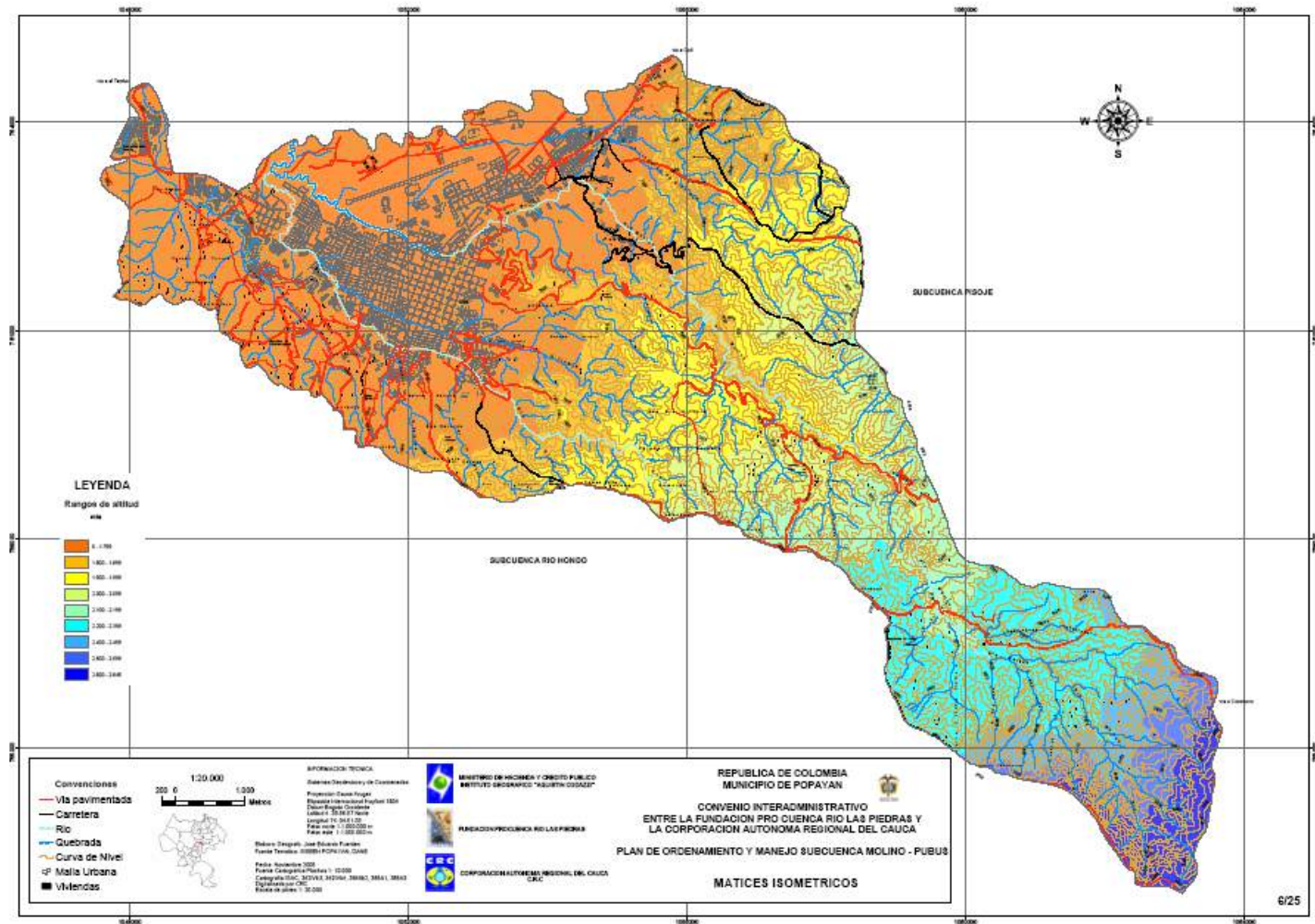
La recopilación de información secundaria de diferentes estudios de la CRC trajo consigo el acceso a los datos climatológicos de tres estaciones de tipo CO, Tunia, Gabriel López y Paispamba, mientras que los datos de la estación SP Aeropuerto Guillermo León fueron adquiridos en el IDEAM para el POMCH. Estas estaciones dan un marco regional aceptable para

desarrollar una caracterización climatológica en esta zona del Departamento del Cauca, la

subcuenca Río Molino-Qda. Pubús quedan circunscritas por la posición geográfica de estas estaciones.

Para el análisis de las precipitaciones en la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús, regionalmente se trabajó con 18 estaciones de las dos redes: IDEAM-CVC y Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán - Fundación río Las Piedras (Ver Cuadro 39 en Metodología)

Mapa 6. Matices isométricos





## Precipitación mensual multianual

El Mapa 7, muestra las curvas isoyetas de la precipitación media multianual obtenidas a partir de las 18 estaciones seleccionadas para el estudio, de cuyo análisis se colige claramente el sentido cuantitativo de las precipitaciones anuales. Es típicamente un clima ecuatorial de montaña con pisos térmicos, como: templado, frío y de

páramo, y de los pisos bioclimáticos subandino, andino y altoandino.

En el Cuadro 48 se presentan los valores de las precipitaciones medias mensuales y anuales de las estaciones que conforman el presente análisis y en la Figura 2 se muestra la distribución temporal de las precipitaciones.

Cuadro 48. Precipitación media mensual multianual de varias estaciones del Departamento del Cauca

ESTACION	SUBCUENCA	MUNICIPIO	ELEV (m)	TE	PREC (mm)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
APTO G L VALENCIA	CAUCA	POPAYAN	1730	SP	2016.8	205.2	163.5	210.0	195.3	148.1	78.6	50.7	48.0	124.5	244.4	316.7	231.8
VENTA DE CAJIBIO	CAJIBIO	CAJIBIO	1800	CO	2245.0	259.7	217.9	246.0	226.9	185.7	87.5	52.6	52.4	130.3	220.6	285.6	279.7
COCONUCO	CHANGUE	PURACE	2800	PM	1616.9	152.1	124.3	171.0	180.8	147.5	62.8	43.1	29.1	82.3	212.2	233	178.7
PURACE	VINAGRE	PURACE	2630	PM	1960.7	192.1	135.3	192.8	190.9	205.5	66.6	71.6	40.0	113.5	232.5	283.5	236.6
LOMA REDONDA	PIEDRAS	PURACE	3305	PM	2654.9	104.7	130.4	140.4	215.6	263.4	327.7	481.2	300.5	211	194.5	162.2	123.6
LAGUNA SAN RAFAEL	BEDON	PURACE	3420	PM	2298.2	102.3	117.1	128.9	195.3	220.1	271.1	400.6	245.6	159.5	177.1	160.8	119.8
TOTORO	COFRE	TOTORO	2500	PM	1722.8	193.1	192.0	210.1	155.8	119.1	41.1	29.9	19.5	78.9	198.1	245.4	239.8
SATE	SATE	POPAYAN	1470	PM	2161.4	202.6	183.2	208.4	197.6	151.3	103.8	53.2	58.0	145.5	264.5	326.2	267.2
TERMALES PILIMBALA	VINAGRE	PURACE	2900	PM	1545.1	120.8	114.9	143.3	136.7	118.5	96.4	117.2	94.2	75.8	186.3	195.2	145.8
POLINDARA	PALACE	TOTORO	2470	PM	1432.4	174.4	118.9	167.6	120.9	88.4	36.9	28.8	13.7	65.2	187.9	250.8	178.8
JULUMITO ALERTAS	CAUCA	POPAYAN	1500	PM	2410.9	244.2	221.4	220.0	207.9	177.9	101.2	62.0	65.5	165.6	302.7	365.1	277.3
GABRIEL LOPEZ	PALACE	TOTORO	3000	CO	1095.1	78.0	70.9	86.2	95.4	108.9	88.4	125.6	86.4	77	102.6	104.7	70.9
PAISPAMBA	TIMBIO	TIMBIO	2850	PM	1883.6	179.7	165.7	208.7	197.8	149.1	26.9	29.4	21.5	90.2	258.1	279.5	277.1
SALADITO	Q EL SALADO	TIMBIO	1820	PM	1837.5	228.4	161.5	183.2	183.0	136.3	70.2	28.3	28.5	90.7	203.3	276.5	247.5
SALINAS	TIMBIO	TIMBIO	2450	PM	1540.6	210.4	111.9	177.3	140.9	125.9	54.3	23.7	14.9	67.7	181.2	224.8	207.8
ARRAYANALES	LAS PIEDRAS	POPAYAN	2464	PM	1946.5	257.7	188.6	217.1	146.4	157.0	72.7	21.1	28.4	75.3	246.5	308.3	227.3
SAN PEDRO	LAS PIEDRAS	POPAYAN	2900	PM	2169.6	309.0	206.9	215.9	144.9	160.9	63.3	42.1	26.3	70.7	271.1	369.4	289.1
EL LAGO	LAS PIEDRAS	POPAYAN	2020	PM	2123.5	272.8	247.8	168.8	155.8	166.0	75.8	41.0	38.2	150.8	226.6	301.2	279.0

Mapa 7. Distribución multianual de la precipitación 1982-2003

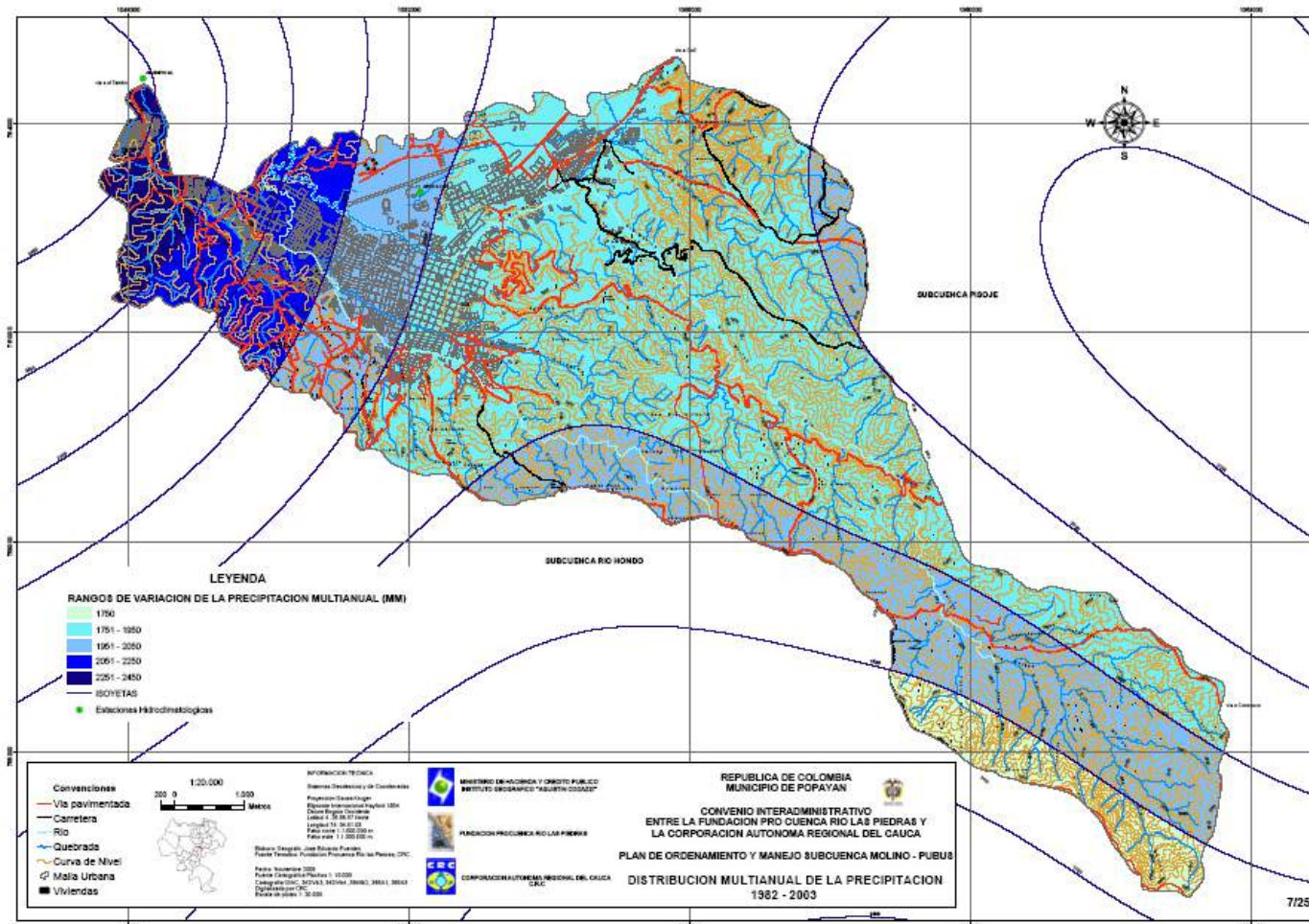
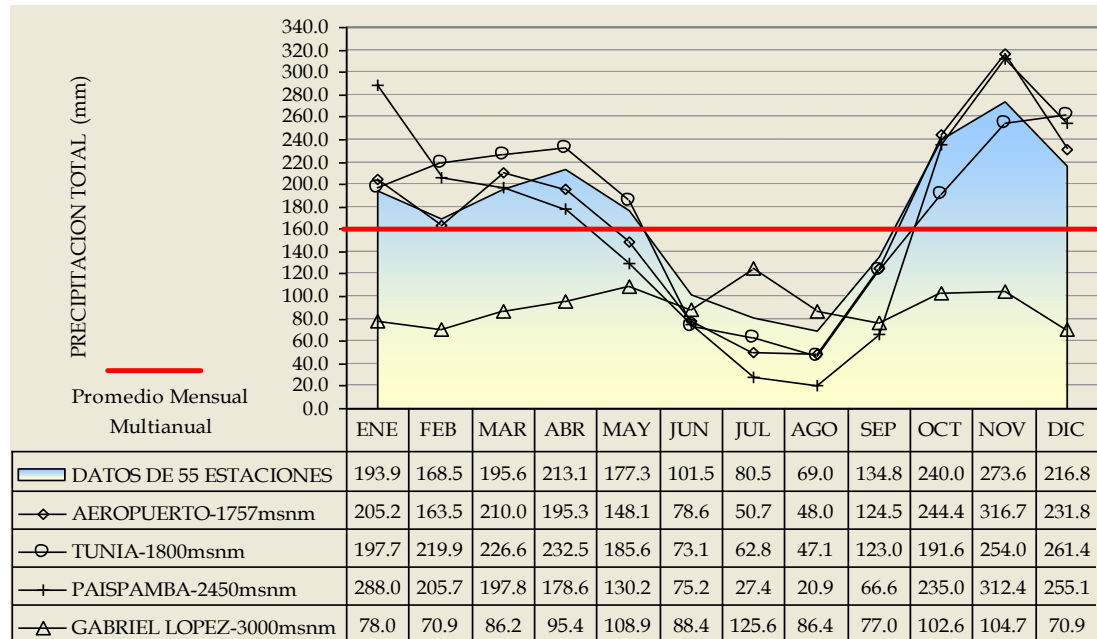


Figura 2. Precipitación media mensual multianual en la región



De la Figura 2 se puede concluir la presencia de un régimen monomodal en la región considerando la precipitación promedio mensual multianual (160.5 mm), enmarcado por un periodo de lluvias entre septiembre y mayo y un periodo seco entre junio y agosto, no obstante el periodo de lluvia más intenso se presenta en los meses de septiembre-diciembre.

La característica de la precipitación en la región bajo estudio según el Mapa 7, se puede describir como producto de la asociación de varios eventos físicos y climáticos, (i) el primero obedece a una gran cantidad de masa de agua representada en las nubes que llegan desde el Océano Pacífico y

que son impulsadas por los vientos alisios y locales hasta la altillanura del Departamento del Cauca en su zona media, (ii) las masas húmedas se encuentran con una barrera franca de mayor altura representada en la cordillera Central y (iii) la humedad que logra pasar sobre la Cordillera Occidental choca contra la Central y se producen precipitaciones de tipo orográfico.

Lo anterior hace que no exista una uniformidad regional de las precipitaciones, se evidencia valores altos y bajos que son reflejo de condiciones diversas que no dependen de la altitud, exceptuando la estación Gabriel López que es la de mayor altitud y la que menor precipitación

registra, esto debido a las condiciones físicas de la precipitación de gran altura denominada precipitación horizontal, donde el diseño de los pluviómetros no son los indicados para medir este fenómeno.

Este análisis incluye las condiciones cambiantes del clima global, donde el efecto invernadero y los fenómenos climáticos ENSO, participan de manera comprobada por otros estudios realizados

en la región Surcolombiana, esto se debe a que la longitud de los registros involucran los años donde se presentaron los eventos macroclimáticos.

El promedio de la precipitación anual es de 1926 mm, y las estaciones Loma

Redonda y Gabriel López registran los valores más altos y bajos con 2654 mm y 1095 mm respectivamente. Las estaciones más cercanas de la red IDEAM-CVC a la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús se presentan en el Cuadro 49.

Cuadro 49. Estaciones cercanas a la subcuenca Río Molino – Qda. Pubús

ESTACION	RED	TE SUBCUENCA	MUNICIPIO	ELEV (m)	N	W	PREC ANUAL (mm)
COCONUCO	IDEAM-CVC	PM CHANGUE	PURACE	2800	750884.44	1064740.76	1616.9
PURACE	IDEAM-CVC	PM VINAGRE	PURACE	2630	755002.14	1068323.25	1960.7
LOMA REDONDA	IDEAM-CVC	PM PIEDRAS	PURACE	3305	753164.4	1079447.77	2654.9
LAGUNA SAN RAFAEL	IDEAM-CVC	PM BEDON	PURACE	3420	755006.55	1077592.88	2298.2
TERMALES PILIMBALA	IDEAM-CVC	PM VINAGRE	PURACE	2900	753069.99	1074936.51	1545.1
POLINDARA	IDEAM-CVC	PM PALACE	TOTORO	2470	766862.37	1074836.95	1432.4
ARRAYANALES	ESP - POPAYAN	PM LAS PIEDRAS	POPAYAN	2464	763297.37	1071378.28	1946.5
SAN PEDRO	ESP - POPAYAN	PM LAS PIEDRAS	POPAYAN	2900	761024.7	1072337.19	2169.6
EL LAGO	ESP - POPAYAN	PM LAS PIEDRAS	POPAYAN	2020	762248.85	1062202.39	2123.5

La precipitación media de la *subcuenca río Molino* por el método de curvas Isoyetas es de 1977 mm mientras que en la *subcuenca de la Qda. Pubús* es de 2229 mm (Cuadro 50). Una diferencia bastante significativa con respecto a la cercanía de las subcuencas. Esto induce a que las inundaciones en la subcuenca Qda. Pubús también sean respuesta de la

alta pluviosidad, es decir, por fenómenos de lluvias torrenciales en combinación con deficiencia en la red de drenaje. Mientras que las inundaciones provocadas por el río Molino son de carácter torrencial, provocadas por las crecientes súbitas de la corriente principal como efecto de lluvias prolongadas en la cabecera de la subcuenca.

Cuadro 50. Precipitación media mensual estimada por el Método de Curvas Isoyetas

SUBCUENCA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
MOLINO	218	177	187	178	150	73	47	40	122	223	291	234	1977
PUBÚS	237	195	214	201	166	89	56	56	142	274	343	252	2229

### Precipitación máxima diaria

La distribución temporal de la precipitación máxima diaria muestra una marcada diferencia en los eventos máximos registrados mes a mes. Nótese en los registros (Figura 3) que las precipitaciones máximas oscilan acorde con la intensidad del periodo hidrológico, aunque es similar para todas las estaciones con excepción de Gabriel López (por lo anteriormente explicado), los eventos medios oscilan en 39 mm (Figura 3), pero los extremos pueden superar los 59 mm promedio (Figura 4) siendo valores muy bajos con respecto a los medios mensuales 160.5 mm, los cuales puede alcanzar los 300 mm.

Con lo anterior se puede concluir que las precipitaciones día a día se distribuyen cuantitativamente en proporciones similares hasta completar los registros mensuales, es decir, que los eventos extremos diarios y medios son similares, no obstante la intensidad de la precipitación puede marcar la diferencia, siendo la cantidad de agua precipitada similar para lapsos de tiempos diferentes.

Figura 3. Precipitación máxima mensual en cuatro estaciones climatológicas cercanas a la subcuenca

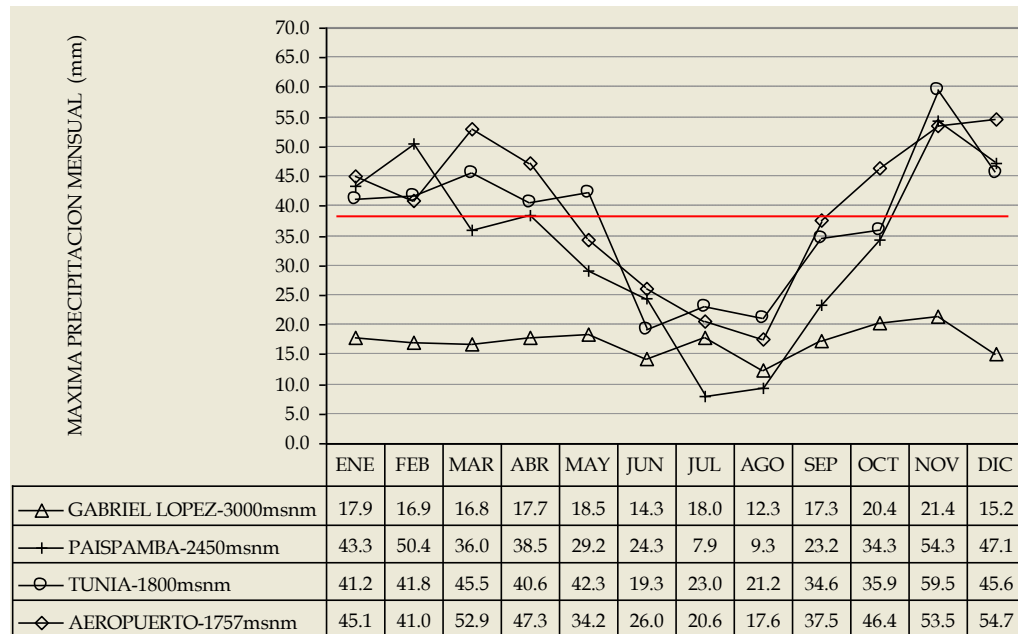
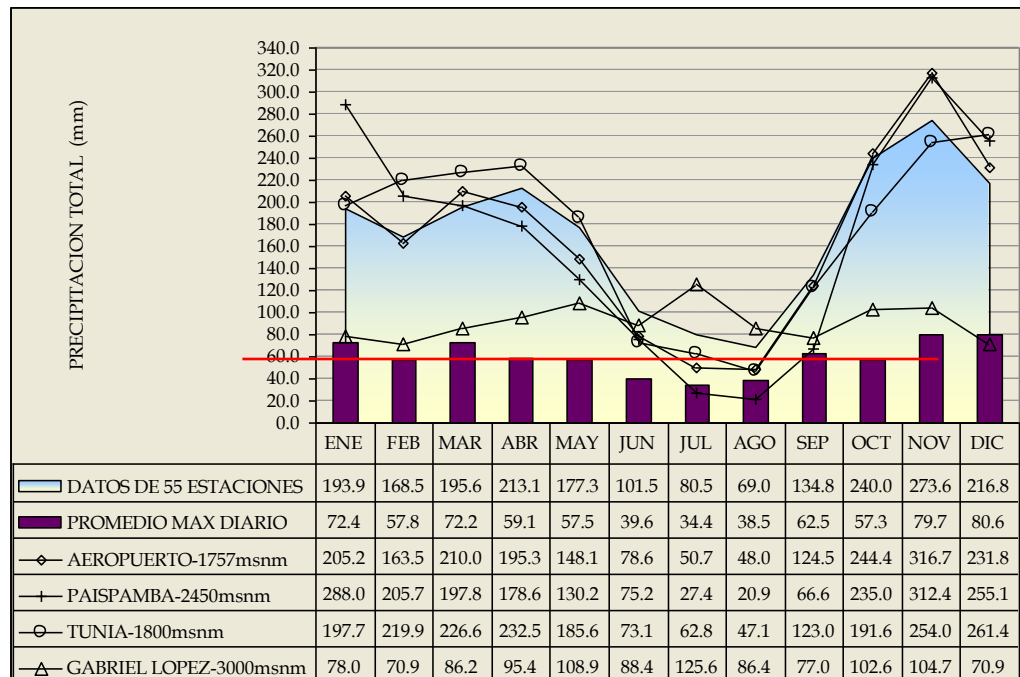


Figura 4. Precipitación total en cuatro estaciones climatológicas cercanas a la subcuenca



**Número de días con lluvia en la región**

es 10 mm/día en cualquier mes del año (Figura 6, Cuadro 51).

El número de días con lluvia según los registros de las cuatro estaciones climatológicas, muestra que existe uniformidad en el número de eventos presentados en los registros medios, de esta manera se han presentado en promedio 17 días con precipitación al mes aunque en los meses más secos solo alcanzan los 6 días al mes en promedio (Figura 5 y Mapa 8).

Lo anterior indica que se han presentado sequías durante algún mes del año durante 25 días. Al comparar el número de días con lluvia al mes y la cantidad de precipitación media mensual, se concluye que el número de eventos de precipitación es proporcional a la cantidad caída durante el mes siendo la magnitud de las precipitaciones muy similar, esto



Mapa 8. Brillo solar, número de días con lluvia, evaporación media, máxima precipitación 24 horas

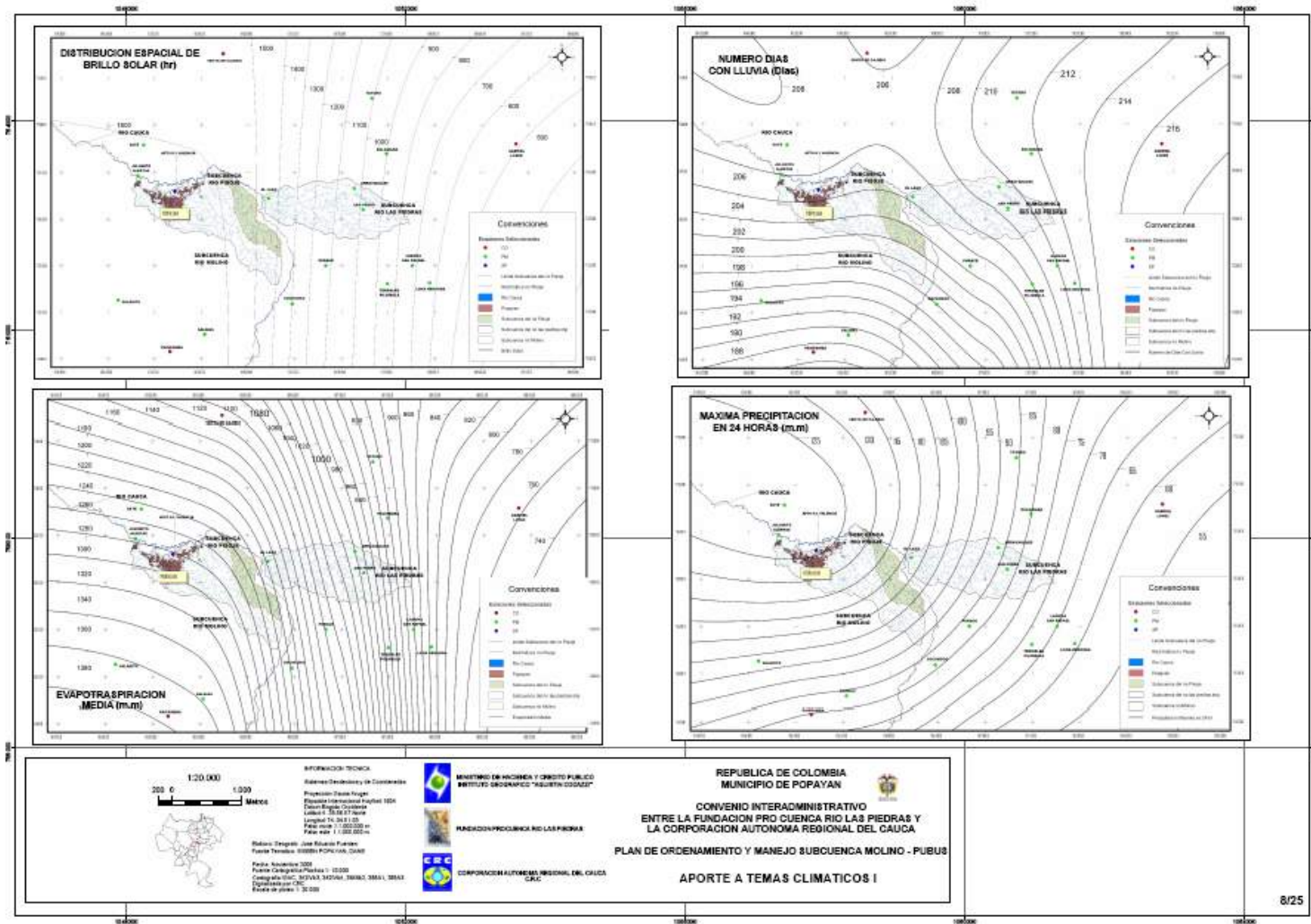


Figura 5. Número de días con lluvia en las cuatro estaciones climatológicas cercanas a la subcuenca.

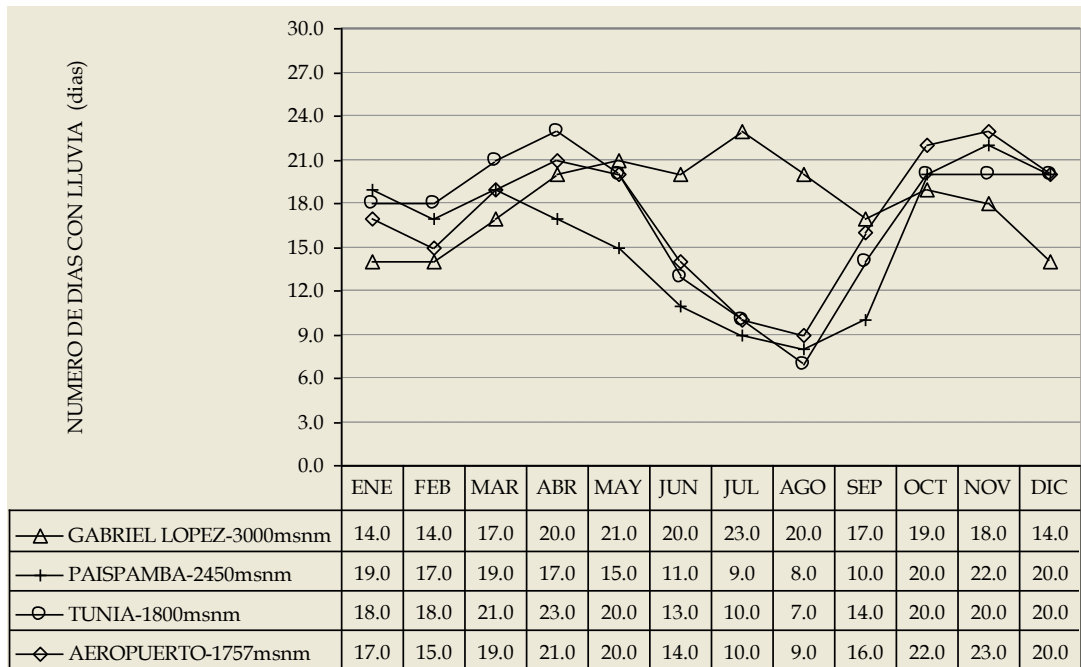
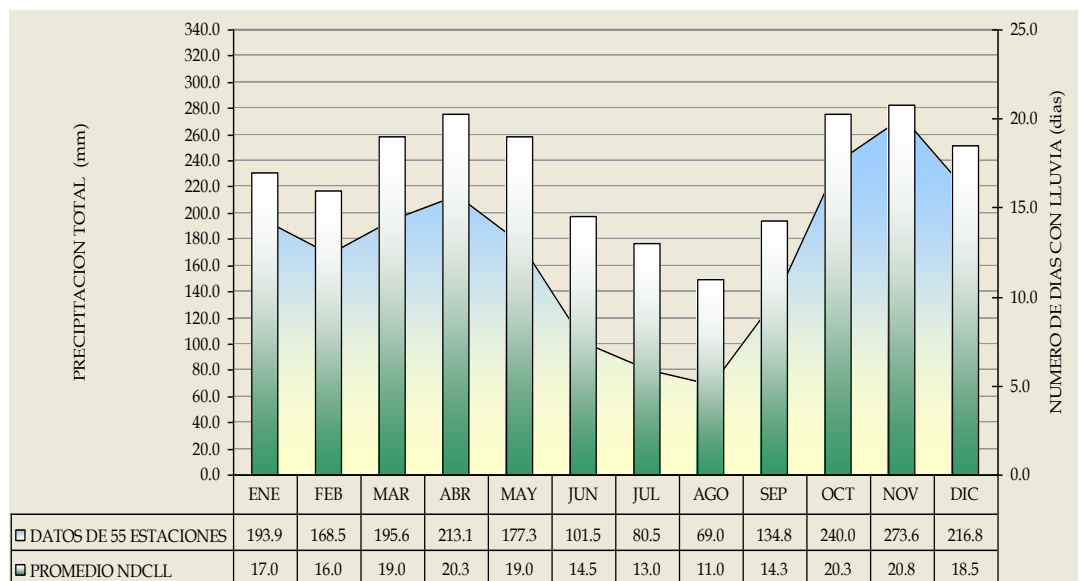


Figura 6. Comparación entre el número de días con lluvia en cuatro estaciones climatológicas cercanas a la subcuenca y los registros medios mensuales multianuales en 55 estaciones de la cuenca del río Cauca.



Desde el punto de vista agrícola los análisis de los registros muestran la importancia de llevar un balance hídrico para cuantificar precipitaciones y programar riegos de cultivos; es

importante que el establecimiento de cualquier sistema de abastecimiento o uso del agua lleve aliado un programa de medición hidrométrica.

Cuadro 51. Relación entre número de días con lluvia y los valores medios mensuales multianuales de precipitación

VARIABLE	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
PROM. PREC. MEN.MUL. 55 EST.	194	169	196	213	177	101	81	69	135	240	274	217	2065
PROMEDIO NDCLL	17	16	19	20	19	15	13	11	14	20	21	19	204
RELACION ENTRE VARIABLES	11	11	10	11	9	7	6	6	9	12	13	12	10

### 2.3.2.4 VARIABLES CLIMATICAS DE IMPORTANCIA

Como se mencionó, la caracterización climática de la región se realiza con la información de cuatro estaciones de la región, todas ubicadas fuera del área de la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús. Los parámetros analizados son: temperatura media evaporación, humedad relativa, brillo solar, nubosidad y tensión de vapor.

#### Temperatura

La temperatura media mensual que se presenta en la región oscila cercana a los valores medios de cada estación y se mantiene estable dentro de un rango (Figura 7). El promedio para la estación más cercana a la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús -Aeropuerto

Guillermo León Valencia- es de 19.3°C ubicada a una altitud de 1757 msnm.

La temperatura media región es un parámetro relativamente estable; su variación esta determinada por los pisos altitudinales y varía entre los 18.4° C en la parte baja y los 10.4°C en el páramo; sin

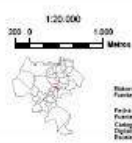
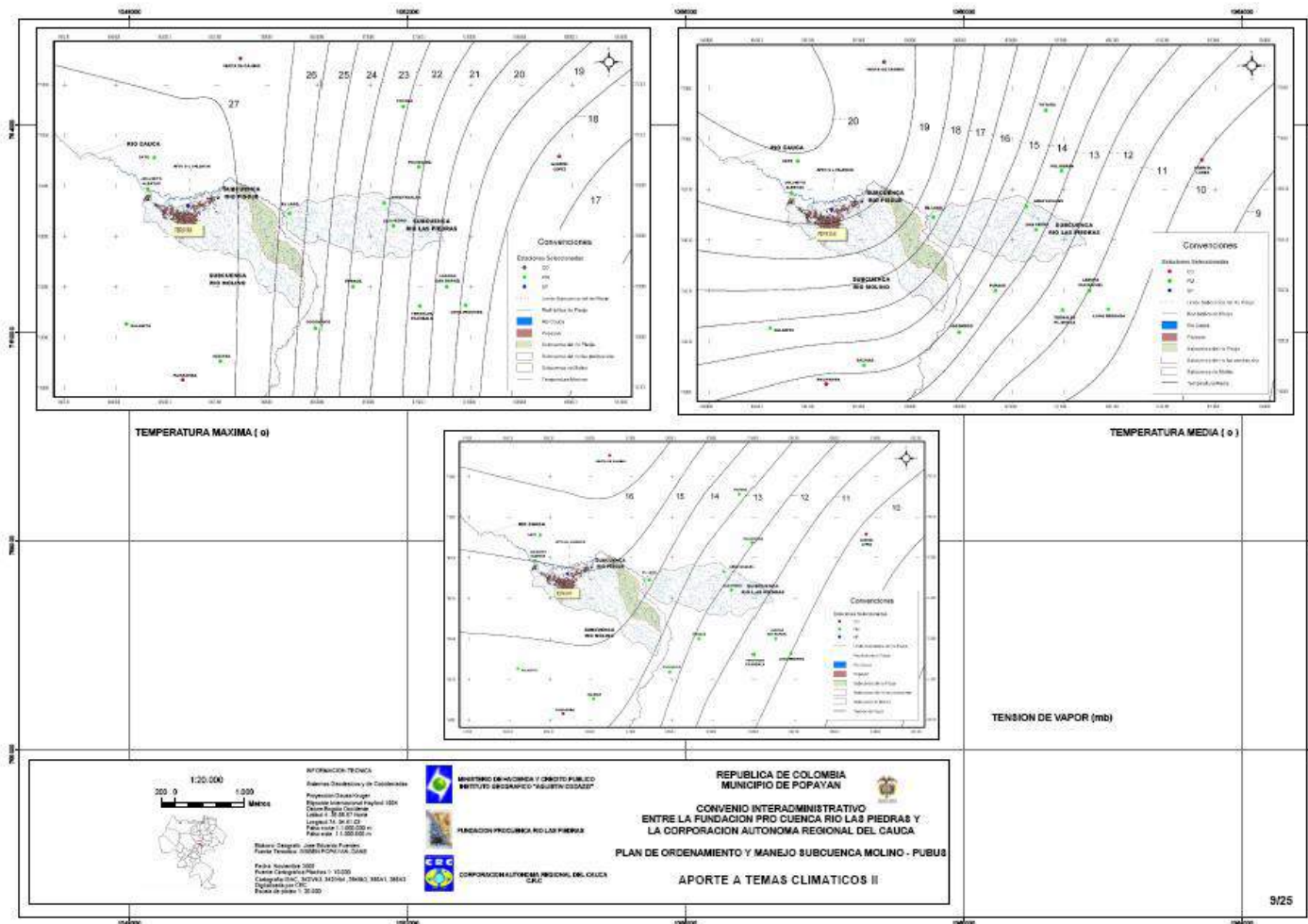
embargo, en la región se presentan variaciones muy significativas en las temperaturas extremos, anotándose temperaturas mínimas mensuales bajo 0°C en el páramo a 10.2°C en Tunia y en esta misma estación 25.9°C como temperatura máxima mensual y en CO Gabriel López 18.3°C (Ver Mapa 9).

En CO Tunia, las temperaturas extremo máximas y mínimas históricas son 29.8°C y 10.2°C presentadas en los meses de

septiembre y diciembre respectivamente.

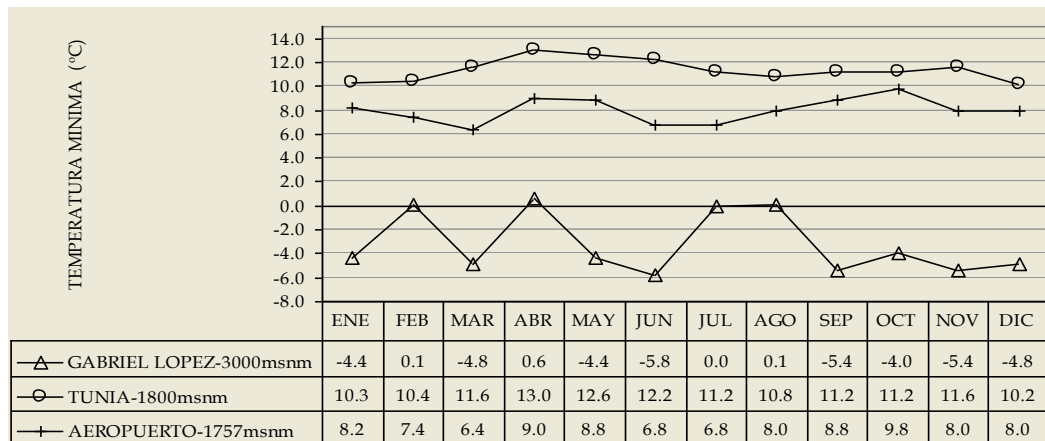
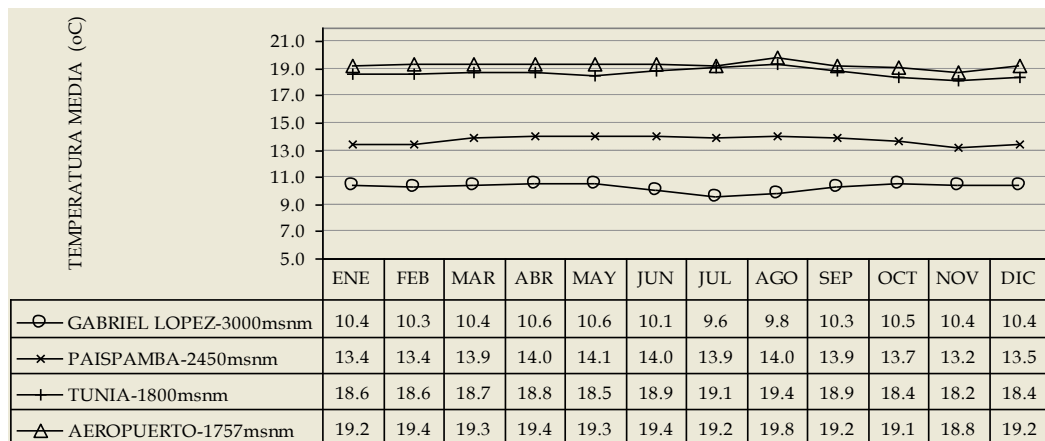
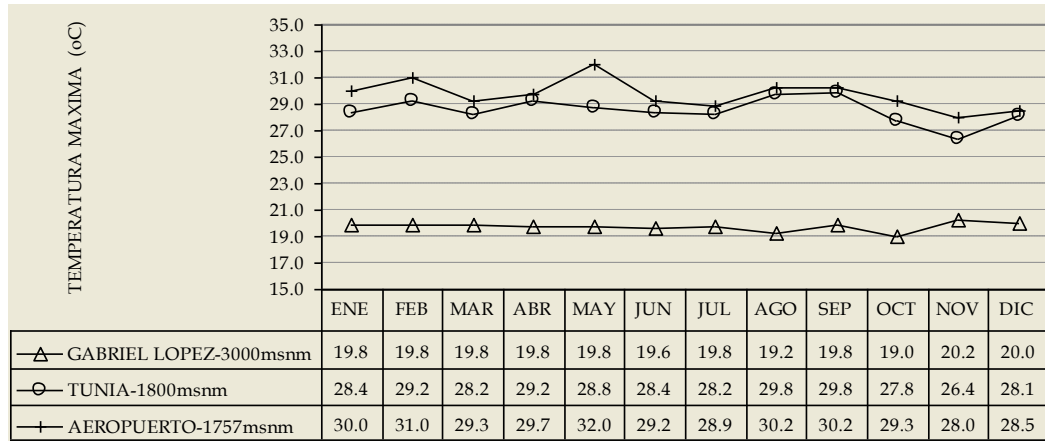
Al efectuar una correlación entre temperaturas medias mensuales multianuales y la respectiva altura de cada estación climatológica bajo análisis, se encontró que existe una correlación lineal de buena aproximación entre las variables, aun encontrándose distantes las estaciones (Cuadro 52, Figura 8). Esta relación entre temperatura y altura sobre el nivel del mar permitirá estimar la evapotranspiración de la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús, la cual se considera como demanda hídrica agrícola o natural para el sostenimiento de la flora en la subcuenca. Es importante mencionar que el gradiente fue calculado mes a mes para la estimación de la EVT.

Mapa 9 Temperatura máxima, temperatura media y tensión de vapor



**INFORMACIÓN TÉCNICA**  
 Autor: Dirección de Ordenación y Manejo Ambiental  
 Proyección: UTM  
 Datum: WGS 84  
 Límite: 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 120, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200, 210, 220, 230, 240, 250, 260, 270, 280, 290, 300, 310, 320, 330, 340, 350, 360, 370, 380, 390, 400, 410, 420, 430, 440, 450, 460, 470, 480, 490, 500, 510, 520, 530, 540, 550, 560, 570, 580, 590, 600, 610, 620, 630, 640, 650, 660, 670, 680, 690, 700, 710, 720, 730, 740, 750, 760, 770, 780, 790, 800, 810, 820, 830, 840, 850, 860, 870, 880, 890, 900, 910, 920, 930, 940, 950, 960, 970, 980, 990, 1000, 1010, 1020, 1030, 1040, 1050, 1060, 1070, 1080, 1090, 1100, 1110, 1120, 1130, 1140, 1150, 1160, 1170, 1180, 1190, 1200, 1210, 1220, 1230, 1240, 1250, 1260, 1270, 1280, 1290, 1300, 1310, 1320, 1330, 1340, 1350, 1360, 1370, 1380, 1390, 1400, 1410, 1420, 1430, 1440, 1450, 1460, 1470, 1480, 1490, 1500, 1510, 1520, 1530, 1540, 1550, 1560, 1570, 1580, 1590, 1600, 1610, 1620, 1630, 1640, 1650, 1660, 1670, 1680, 1690, 1700, 1710, 1720, 1730, 1740, 1750, 1760, 1770, 1780, 1790, 1800, 1810, 1820, 1830, 1840, 1850, 1860, 1870, 1880, 1890, 1900, 1910, 1920, 1930, 1940, 1950, 1960, 1970, 1980, 1990, 2000, 2010, 2020, 2030, 2040, 2050, 2060, 2070, 2080, 2090, 2100, 2110, 2120, 2130, 2140, 2150, 2160, 2170, 2180, 2190, 2200, 2210, 2220, 2230, 2240, 2250, 2260, 2270, 2280, 2290, 2300, 2310, 2320, 2330, 2340, 2350, 2360, 2370, 2380, 2390, 2400, 2410, 2420, 2430, 2440, 2450, 2460, 2470, 2480, 2490, 2500, 2510, 2520, 2530, 2540, 2550, 2560, 2570, 2580, 2590, 2600, 2610, 2620, 2630, 2640, 2650, 2660, 2670, 2680, 2690, 2700, 2710, 2720, 2730, 2740, 2750, 2760, 2770, 2780, 2790, 2800, 2810, 2820, 2830, 2840, 2850, 2860, 2870, 2880, 2890, 2900, 2910, 2920, 2930, 2940, 2950, 2960, 2970, 2980, 2990, 3000, 3010, 3020, 3030, 3040, 3050, 3060, 3070, 3080, 3090, 3100, 3110, 3120, 3130, 3140, 3150, 3160, 3170, 3180, 3190, 3200, 3210, 3220, 3230, 3240, 3250, 3260, 3270, 3280, 3290, 3300, 3310, 3320, 3330, 3340, 3350, 3360, 3370, 3380, 3390, 3400, 3410, 3420, 3430, 3440, 3450, 3460, 3470, 3480, 3490, 3500, 3510, 3520, 3530, 3540, 3550, 3560, 3570, 3580, 3590, 3600, 3610, 3620, 3630, 3640, 3650, 3660, 3670, 3680, 3690, 3700, 3710, 3720, 3730, 3740, 3750, 3760, 3770, 3780, 3790, 3800, 3810, 3820, 3830, 3840, 3850, 3860, 3870, 3880, 3890, 3900, 3910, 3920, 3930, 3940, 3950, 3960, 3970, 3980, 3990, 4000, 4010, 4020, 4030, 4040, 4050, 4060, 4070, 4080, 4090, 4100, 4110, 4120, 4130, 4140, 4150, 4160, 4170, 4180, 4190, 4200, 4210, 4220, 4230, 4240, 4250, 4260, 4270, 4280, 4290, 4300, 4310, 4320, 4330, 4340, 4350, 4360, 4370, 4380, 4390, 4400, 4410, 4420, 4430, 4440, 4450, 4460, 4470, 4480, 4490, 4500, 4510, 4520, 4530, 4540, 4550, 4560, 4570, 4580, 4590, 4600, 4610, 4620, 4630, 4640, 4650, 4660, 4670, 4680, 4690, 4700, 4710, 4720, 4730, 4740, 4750, 4760, 4770, 4780, 4790, 4800, 4810, 4820, 4830, 4840, 4850, 4860, 4870, 4880, 4890, 4900, 4910, 4920, 4930, 4940, 4950, 4960, 4970, 4980, 4990, 5000, 5010, 5020, 5030, 5040, 5050, 5060, 5070, 5080, 5090, 5100, 5110, 5120, 5130, 5140, 5150, 5160, 5170, 5180, 5190, 5200, 5210, 5220, 5230, 5240, 5250, 5260, 5270, 5280, 5290, 5300, 5310, 5320, 5330, 5340, 5350, 5360, 5370, 5380, 5390, 5400, 5410, 5420, 5430, 5440, 5450, 5460, 5470, 5480, 5490, 5500, 5510, 5520, 5530, 5540, 5550, 5560, 5570, 5580, 5590, 5600, 5610, 5620, 5630, 5640, 5650, 5660, 5670, 5680, 5690, 5700, 5710, 5720, 5730, 5740, 5750, 5760, 5770, 5780, 5790, 5800, 5810, 5820, 5830, 5840, 5850, 5860, 5870, 5880, 5890, 5900, 5910, 5920, 5930, 5940, 5950, 5960, 5970, 5980, 5990, 6000, 6010, 6020, 6030, 6040, 6050, 6060, 6070, 6080, 6090, 6100, 6110, 6120, 6130, 6140, 6150, 6160, 6170, 6180, 6190, 6200, 6210, 6220, 6230, 6240, 6250, 6260, 6270, 6280, 6290, 6300, 6310, 6320, 6330, 6340, 6350, 6360, 6370, 6380, 6390, 6400, 6410, 6420, 6430, 6440, 6450, 6460, 6470, 6480, 6490, 6500, 6510, 6520, 6530, 6540, 6550, 6560, 6570, 6580, 6590, 6600, 6610, 6620, 6630, 6640, 6650, 6660, 6670, 6680, 6690, 6700, 6710, 6720, 6730, 6740, 6750, 6760, 6770, 6780, 6790, 6800, 6810, 6820, 6830, 6840, 6850, 6860, 6870, 6880, 6890, 6900, 6910, 6920, 6930, 6940, 6950, 6960, 6970, 6980, 6990, 7000, 7010, 7020, 7030, 7040, 7050, 7060, 7070, 7080, 7090, 7100, 7110, 7120, 7130, 7140, 7150, 7160, 7170, 7180, 7190, 7200, 7210, 7220, 7230, 7240, 7250, 7260, 7270, 7280, 7290, 7300, 7310, 7320, 7330, 7340, 7350, 7360, 7370, 7380, 7390, 7400, 7410, 7420, 7430, 7440, 7450, 7460, 7470, 7480, 7490, 7500, 7510, 7520, 7530, 7540, 7550, 7560, 7570, 7580, 7590, 7600, 7610, 7620, 7630, 7640, 7650, 7660, 7670, 7680, 7690, 7700, 7710, 7720, 7730, 7740, 7750, 7760, 7770, 7780, 7790, 7800, 7810, 7820, 7830, 7840, 7850, 7860, 7870, 7880, 7890, 7900, 7910, 7920, 7930, 7940, 7950, 7960, 7970, 7980, 7990, 8000, 8010, 8020, 8030, 8040, 8050, 8060, 8070, 8080, 8090, 8100, 8110, 8120, 8130, 8140, 8150, 8160, 8170, 8180, 8190, 8200, 8210, 8220, 8230, 8240, 8250, 8260, 8270, 8280, 8290, 8300, 8310, 8320, 8330, 8340, 8350, 8360, 8370, 8380, 8390, 8400, 8410, 8420, 8430, 8440, 8450, 8460, 8470, 8480, 8490, 8500, 8510, 8520, 8530, 8540, 8550, 8560, 8570, 8580, 8590, 8600, 8610, 8620, 8630, 8640, 8650, 8660, 8670, 8680, 8690, 8700, 8710, 8720, 8730, 8740, 8750, 8760, 8770, 8780, 8790, 8800, 8810, 8820, 8830, 8840, 8850, 8860, 8870, 8880, 8890, 8900, 8910, 8920, 8930, 8940, 8950, 8960, 8970, 8980, 8990, 9000, 9010, 9020, 9030, 9040, 9050, 9060, 9070, 9080, 9090, 9100, 9110, 9120, 9130, 9140, 9150, 9160, 9170, 9180, 9190, 9200, 9210, 9220, 9230, 9240, 9250, 9260, 9270, 9280, 9290, 9300, 9310, 9320, 9330, 9340, 9350, 9360, 9370, 9380, 9390, 9400, 9410, 9420, 9430, 9440, 9450, 9460, 9470, 9480, 9490, 9500, 9510, 9520, 9530, 9540, 9550, 9560, 9570, 9580, 9590, 9600, 9610, 9620, 9630, 9640, 9650, 9660, 9670, 9680, 9690, 9700, 9710, 9720, 9730, 9740, 9750, 9760, 9770, 9780, 9790, 9800, 9810, 9820, 9830, 9840, 9850, 9860, 9870, 9880, 9890, 9900, 9910, 9920, 9930, 9940, 9950, 9960, 9970, 9980, 9990, 10000, 10010, 10020, 10030, 10040, 10050, 10060, 10070, 10080, 10090, 10100, 10110, 10120, 10130, 10140, 10150, 10160, 10170, 10180, 10190, 10200, 10210, 10220, 10230, 10240, 10250, 10260, 10270, 10280, 10290, 10300, 10310, 10320, 10330, 10340, 10350, 10360, 10370, 10380, 10390, 10400, 10410, 10420, 10430, 10440, 10450, 10460, 10470, 10480, 10490, 10500, 10510, 10520, 10530, 10540, 10550, 10560, 10570, 10580, 10590, 10600, 10610, 10620, 10630, 10640, 10650, 10660, 10670, 10680, 10690, 10700, 10710, 10720, 10730, 10740, 10750, 10760, 10770, 10780, 10790, 10800, 10810, 10820, 10830, 10840, 10850, 10860, 10870, 10880, 10890, 10900, 10910, 10920, 10930, 10940, 10950, 10960, 10970, 10980, 10990, 11000, 11010, 11020, 11030, 11040, 11050, 11060, 11070, 11080, 11090, 11100, 11110, 11120, 11130, 11140, 11150, 11160, 11170, 11180, 11190, 11200, 11210, 11220, 11230, 11240, 11250, 11260, 11270, 11280, 11290, 11300, 11310, 11320, 11330, 11340, 11350, 11360, 11370, 11380, 11390, 11400, 11410, 11420, 11430, 11440, 11450, 11460, 11470, 11480, 11490, 11500, 11510, 11520, 11530, 11540, 11550, 11560, 11570, 11580, 11590, 11600, 11610, 11620, 11630, 11640, 11650, 11660, 11670, 11680, 11690, 11700, 11710, 11720, 11730, 11740, 11750, 11760, 11770, 11780, 11790, 11800, 11810, 11820, 11830, 11840, 11850, 11860, 11870, 11880, 11890, 11900, 11910, 11920, 11930, 11940, 11950, 11960, 11970, 11980, 11990, 12000, 12010, 12020, 12030, 12040, 12050, 12060, 12070, 12080, 12090, 12100, 12110, 12120, 12130, 12140, 12150, 12160, 12170, 12180, 12190, 12200, 12210, 12220, 12230, 12240, 12250, 12260, 12270, 12280, 12290, 12300, 12310, 12320, 12330, 12340, 12350, 12360, 12370, 12380, 12390, 12400, 12410, 12420, 12430, 12440, 12450, 12460, 12470, 12480, 12490, 12500, 12510, 12520, 12530, 12540, 12550, 12560, 12570, 12580, 12590, 12600, 12610, 12620, 12630, 12640, 12650, 12660, 12670, 12680, 12690, 12700, 12710, 12720, 12730, 12740, 12750, 12760, 12770, 12780, 12790, 12800, 12810, 12820, 12830, 12840, 12850, 12860, 12870, 12880, 12890, 12900, 12910, 12920, 12930, 12940, 12950, 12960, 12970, 12980, 12990, 13000, 13010, 13020, 13030, 13040, 13050, 13060, 13070, 13080, 13090, 13100, 13110, 13120, 13130, 13140, 13150, 13160, 13170, 13180, 13190, 13200, 13210, 13220, 13230, 13240, 13250, 13260, 13270, 13280, 13290, 13300, 13310, 13320, 13330, 13340, 13350, 13360, 13370, 13380, 13390, 13400, 13410, 13420, 13430, 13440, 13450, 13460, 13470, 13480, 13490, 13500, 13510, 13520, 13530, 13540, 13550, 13560, 13570, 13580, 13590, 13600, 13610, 13620, 13630, 13640, 13650, 13660, 13670, 13680, 13690, 13700, 13710, 13720, 13730, 13740, 13750, 13760, 13770, 13780, 13790, 13800, 13810, 13820, 13830, 13840, 13850, 13860, 13870, 13880, 13890, 13900, 13910, 13920, 13930, 13940, 13950, 13960, 13970, 13980, 13990, 14000, 14010, 14020, 14030, 14040, 14050, 14060, 14070, 14080, 14090, 14100, 14110, 14120, 14130, 14140, 14150, 14160, 14170, 14180, 14190, 14200, 14210, 14220, 14230, 14240, 14250, 14260, 14270, 14280, 14290, 14300, 14310, 14320, 14330, 14340, 14350, 14360, 14370, 14380, 14390, 14400, 14410, 14420, 14430, 14440, 14450, 14460, 14470, 14480, 14490, 14500, 14510, 14520, 14530, 14540, 14550, 14560, 14570, 14580, 14590, 14600, 14610, 14620, 14630, 14640, 14650, 14660, 14670, 14680, 14690, 14700, 14710, 14720, 14730, 14740, 14750, 14760, 14770, 14780, 14790, 14800, 14810, 14820, 14830, 14840, 14850, 14860, 14870, 14880, 14890, 14900, 14910, 14920, 14930, 14940, 14950, 14960, 14970, 14980, 14990, 15000, 15010, 15020, 15030, 15040, 15050, 15060, 15070, 15080, 15090, 15100, 15110, 15120, 15130, 15140, 15150, 15160, 15170, 15180, 15190, 15200, 15210, 15220, 15230, 15240, 15250, 15260, 15270, 15280, 15290, 15300, 15310, 15320, 15330, 15340, 15350, 15360, 15370, 15380, 15390, 15400, 15410, 15420, 15430, 15440, 15450, 15460, 15470, 15480, 15490, 15500, 15510, 15520, 15530, 15540, 15550, 15560, 15570, 15580, 15590, 15600, 15610, 15620, 15630, 15640, 15650, 15660, 15670, 15680, 15690, 15700, 15710, 15720, 15730, 15740, 15750, 15760, 15770, 15780, 15790, 15800, 15810, 15820, 15830, 15840, 15850, 15860, 15870, 15880, 15890, 15900, 15910, 15920, 15930, 15940, 15950, 15960, 15970, 15980, 15990, 16000, 16010, 16020, 16030, 16040, 16050, 16060, 16070, 16080, 16090, 16100, 16110, 16120, 16130, 16140, 16150, 16160, 16170, 16180, 16190, 16200, 16210, 16220, 16230, 16240, 16250, 16260, 16270, 16280, 16290, 16300, 16310, 16320, 16330, 16340, 16350, 16360, 16370, 16380, 16390, 16400, 16410, 16420, 16430, 16440, 16450, 16460, 16470, 16480, 16490, 16500, 16510, 16520, 16530, 16540, 16550, 16560, 16570, 16580, 16590, 16600, 16610, 16620, 16630, 16640, 16650, 16660, 16670, 16680, 16690, 16700, 16710, 16720, 16730, 16740, 16750, 16760, 16770, 16780, 16790, 16800, 16810, 16820, 16830, 16840, 16850, 16860, 16870, 16880, 16890, 16900, 16910, 16920, 16930, 16940, 16950, 16960, 16970, 16980, 16990, 17000, 17010, 17020, 17030, 17040, 17050, 17060, 17070, 17080, 17090, 17100, 17110, 17120, 17130, 17140, 17150, 17160, 17170, 17180, 17190, 17200, 17210, 17220, 17230, 17240, 17250, 17260, 17270, 17280, 17290, 17300, 17310, 17320, 17330, 17340, 17350, 17360, 17370, 17380, 17390, 17400, 17410, 17420, 17430, 17440, 17450, 17460, 17470, 17480, 17490, 17500, 17510, 17520, 17530, 17540, 17550, 17560, 17570, 17580, 17590, 17600, 17610, 17620, 17630, 17640, 17650, 17660, 17670, 17680, 17690, 17700, 17710, 17720, 17730, 17740, 17750, 17760, 17770, 17780, 17790, 17800, 17810, 17820, 17830, 17840, 17850, 17860, 17870, 17880, 17890, 17900, 17910, 17920, 17930, 17940, 17950, 17960, 17970, 17980, 17990, 18000, 18010, 18020, 18030, 18040, 18050, 18060, 18070, 18080, 18090, 18100, 18110, 18120, 18130, 18140, 18150, 18160, 18170, 18180, 18190, 18200, 18210, 18220, 18230, 18240, 18250, 18260, 18270, 18280, 18290, 18300, 18310, 18320, 18330, 18340, 18350, 18360, 18370, 18380, 18390, 18400, 18410, 18420, 1843

Figura 7. Temperatura máxima, media y mínima mensual multianual en las estaciones climatológicas más cercanas



Cuadro 52. Relación entre altitud y temperatura media mensual multianual

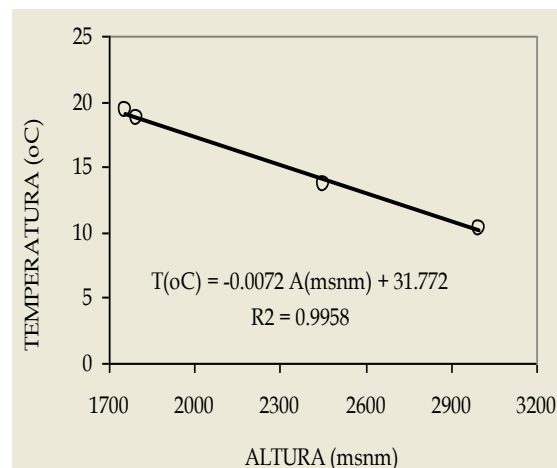
ESTACION	Altura (msnm)	Temp (°C)
AEROPUERTO	1757.0	19.3
TUNIA	1800.0	18.7
PAISPAMBA	2450.0	13.7
GABRIEL LOPEZ	3000.0	10.3

### Evaporación

La evaporación depende principalmente de los factores siguientes: temperatura del agua, humedad relativa del aire, movimiento del aire, presión atmosférica, vientos y salinidad del agua. La cantidad de agua que puede evaporarse a partir de una superficie depende de la cantidad de calor que proviene del suelo, cantidad que varía, por una parte, de acuerdo con las condiciones geográficas, y por otra, según la elevación de la superficie con relación al nivel del mar. La primera situación se llama gradiente de Latitud, mientras que la segunda el gradiente Hipsométrico.

La evaporación media total mensual en la región, oscila alrededor de 76.7 mm, los valores anuales son 1301,

Figura 8. Relación entre altitud y temperatura media mensual multianual



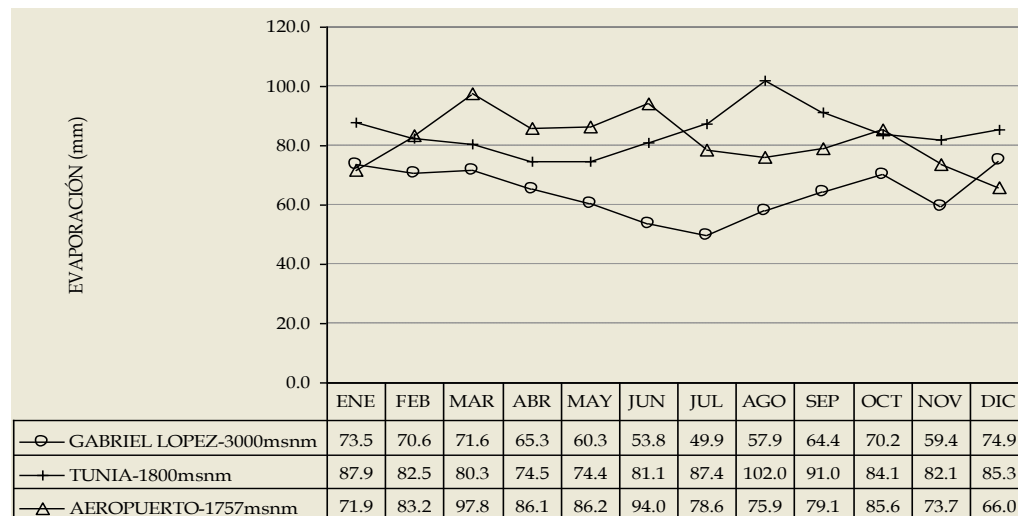
771, 1012 para las estaciones Aeropuerto GLV, Gabriel López y Tunia (Figura 9). Un balance general en la región donde el promedio de la precipitación anual es

de 1926 mm y la evaporación de 921 mm implica que 1005 mm son considerados como escurrimiento superficial, almacenamiento en la matriz del suelo e infiltración.

La evaporación media multianual de la estación Aeropuerto GLV es de 1301 mm representando el 65% de la precipitación total medida en la misma estación (2017mm). El valor medio multianual de la evaporación

registrada en la estación de Gabriel López es 772 mm, aproximadamente el 71 % de la precipitación media multianual (1095 mm). Estas diferencias tan significativas se deben al conjunto de parámetros que caracterizan el ambiente e influyen en la evaporación.

Figura 9. Evaporación media mensual multianual en las estaciones climatológicas más cercanas.



No existe correlación entre las estaciones analizadas, similar a lo que se presentó para la temperatura, es claro que la evaporación tiene una fuerte influencia de las condiciones locales a la estación climatológica.

### Humedad relativa

En términos generales, la humedad relativa no muestra grandes fluctuaciones de los valores medios y máximos en los meses del año, tal como se observa en la Figura 10. El

promedio de los valores medios máximos es 87.5 y el de mínimos de 73.1%, este último presenta variaciones relativamente bajas

mientras que el promedio para todas las estaciones es de 80.8%.

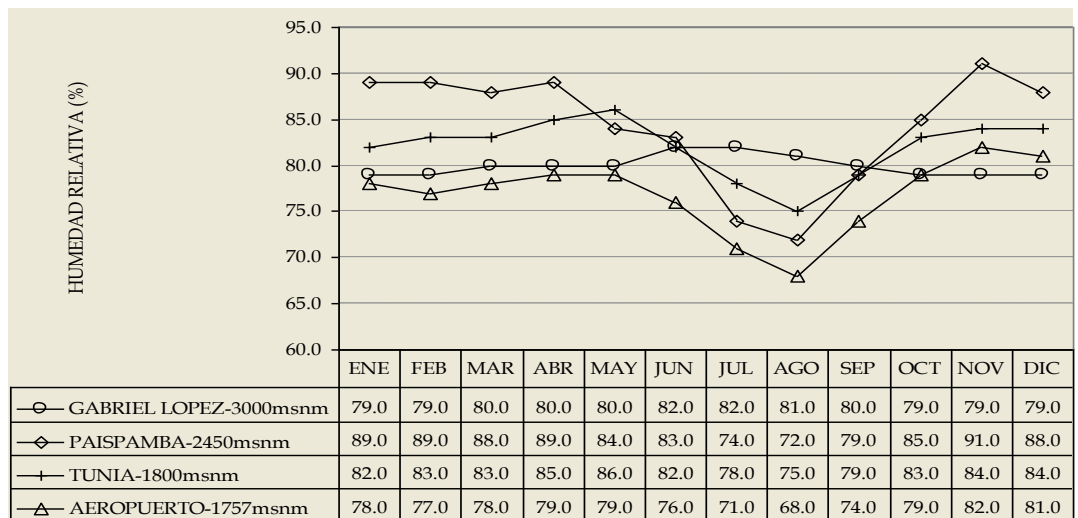
Este parámetro está asociado directamente con la temperatura del aire; se define como el cociente entre la cantidad de vapor de agua en un volumen de aire y la cantidad posible en el mismo volumen y a la misma temperatura. La humedad relativa crece al aumentar el contenido de



vapor de agua y disminuye al reducirse; depende además de la temperatura, puesto que de este parámetro también depende la presión de saturación. Así al calentar

o enfriar el vapor de agua, se disminuye o aumenta el valor de la humedad relativa.

Figura 10. Humedad relativa media mensual multianual en las estaciones climatológicas más cercanas



### Brillo solar

El brillo solar o también conocido como Insolación, es la cantidad de radiación solar directa incidente por unidad de superficie horizontal a una elevación determinada. La duración total de la insolación, es decir el

número de horas de sol durante un periodo fijo, se llama heliofania absoluta. La relación ente el número de horas en que el sol ha brillado y la duración astronómica del día, en un lugar y fecha dados, se llama heliofania relativa. En la Figura 11 se presenta la comparación de los valores de las estaciones Tunia, Gabriel López y Aeropuerto GLV.

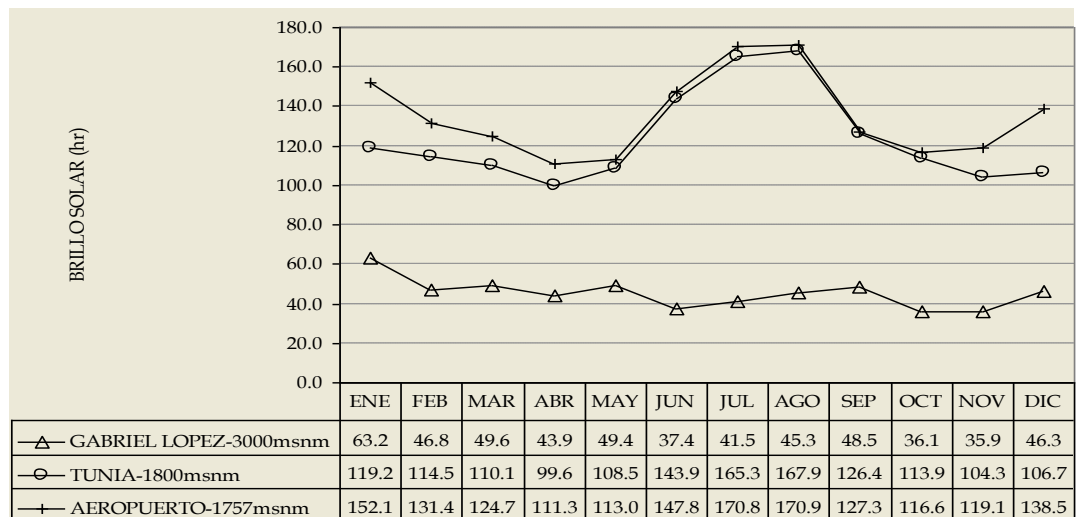
El brillo solar es un parámetro importante del clima y determinante del desarrollo y la producción agrícola, por ser el principal agente de la fotosíntesis y del desarrollo de las plantas; las estaciones Tunia y Aeropuerto se caracteriza por

representar áreas con buena cantidad de brillo solar, en promedio se registran respectivamente 1.480 y 1624 horas/año, cantidad suficiente para el desarrollo de cualquier cultivo, aún para los más exigentes en

este parámetro como son los cítricos. Los meses con más horas de brillo solar son tradicionalmente julio y agosto (Ver Mapa 8).

En la parte media del donde se realiza los estudios, no hay registros precisos sobre brillo solar, sin embargo, las observaciones indirectas, como el desarrollo de los cultivos y su rendimiento, indican la presencia de suficiente brillo solar. En la zona de páramo, representada por la estación de Gabriel López, donde tradicionalmente hay alta nubosidad, se presenta un promedio anual multianual de 544 horas de brillo solar al año, cantidad insuficiente para el desarrollo agrícola de la zona.

Figura 11. Brillo solar medio mensual multianual en las estaciones climatológicas más cercanas



### Tensión de vapor

Cuando el vapor de agua deja la superficie líquida para mezclarse con otros gases, ejerce, como cualquier otro gas, una presión en todas las

direcciones. Esta presión se llama Tensión de Vapor del aire y es independiente de los demás gases, puesto que mezclado con ellos, el vapor del aire ejerce la misma presión que si actuará solo. La fuerza ejercida depende de la concentración de vapor, es decir, del número de moléculas por unidad de volumen expresada en unidades de presión. En la Figura 12 se presenta la comparación de los valores de las estaciones Tunia, Paispamba y Gabriel López.

El mes de menor tensión de vapor, haciendo referencia a los valores medios calculados es julio para la estación Gabriel López con 9.9 Mb, el rango de valores medios oscila alrededor de 10.1Mb; siendo los valores

extremos máximos y mínimos 13.1Mb y 8.7 Mb. En la Estación Tunia a 1800 msnm los valores aumentan aun más, el promedio anual multianual es de 17.6 Mb siendo los valores extremos máximos y mínimos 20.0Mb y 14.5Mb (Ver Mapa 9).

### **Nubosidad**

La nubosidad es la fracción de tiempo en el que el cielo está cubierto de nubes durante un periodo fijo de tiempo. La escala generalmente empleada para medir la nebulosidad va de cero (Ver Figura 13), que indica un cielo libre de nubes, hasta 10, que representa un cielo totalmente cubierto. El valor promedio multianual en las estaciones es de 5 indicando un cielo parcialmente cubierto, valor que predomina a lo largo del año (Figura 13). Los valores extremos máximos y mínimos en las estaciones son de 7 Octas y 3 Octas.

Figura 12. Tensión de vapor media mensual multianual en las estaciones climatológicas más cercanas

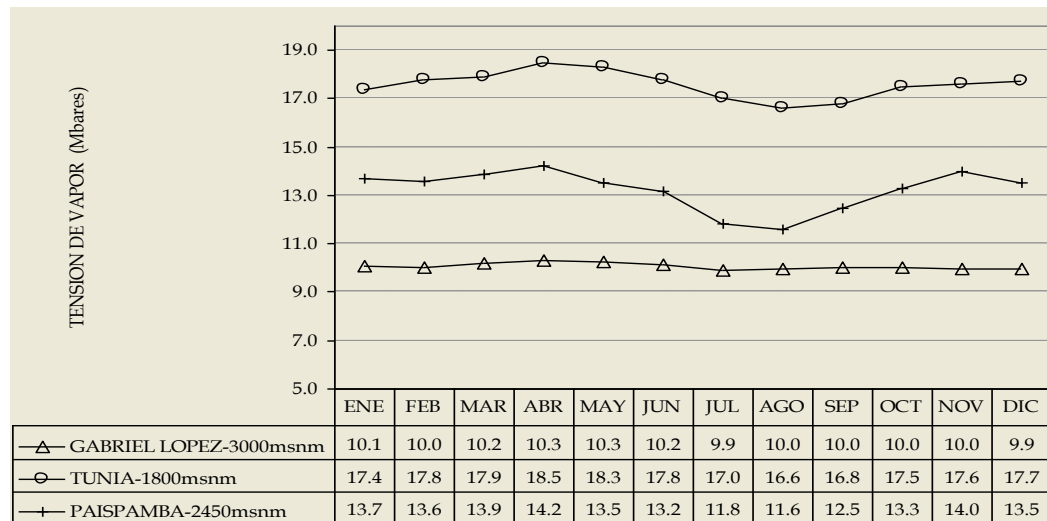
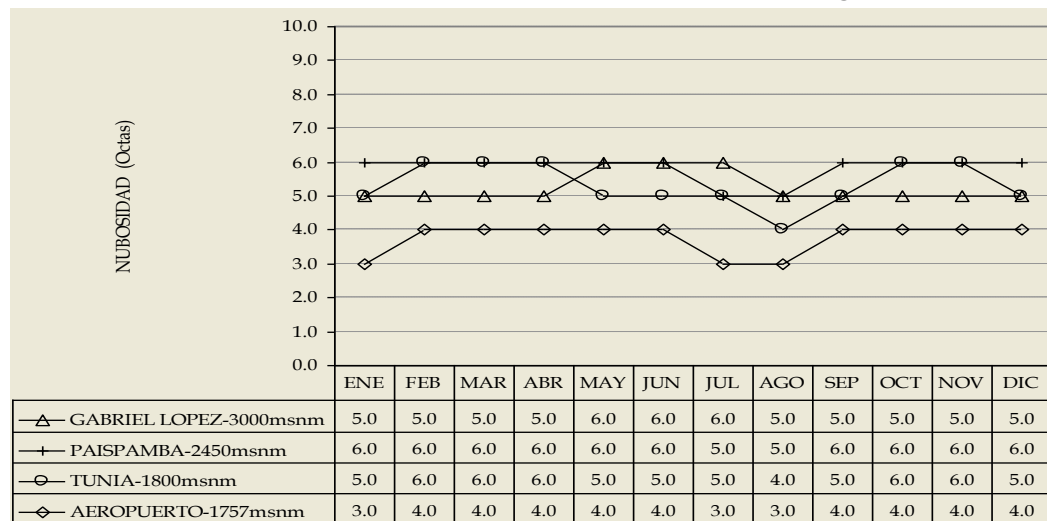


Figura 13. Nubosidad media mensual multianual en las estaciones climatológicas más cercanas



### 2.3.2.5 CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DE CALDAS-LANG

Para realizar la caracterización de la subcuenca Río Molino – Qda. Pubús se emplea la metodología Caldas – Lang, por ser una de las clasificaciones con mejor fundamentadas en parámetros climáticos y físicos.

Se debe mencionar que la variación altitudinal de la subcuenca se encuentra entre los 1680 a 2880 msnm lo que da un rango de 1200 msnm, siendo esto para la clasificaron de Caldas como dos pisos térmicos de templado y frío que varían respectivamente entre 1000 a 2000 msnm y 2000 a 3000 msnm, lo que se

puede verificar con las líneas isotermas, donde la línea de los 17.5°C cruza claramente la curva de nivel de los 2000 msnm.

La determinación del Factor Lang P/T mostró un rango de variación entre 100 y 132.3, lo que corresponde a una clasificación Húmeda.

Finalmente al integrar los resultados, se encontraron dos clasificaciones climáticas Templado Húmedo y Frío Húmedo (Ver Cuadro 53 y Mapa 10).

Cuadro 53. Clasificación climática subcuenca Río Molino-Qda. Pubús

SUBCUENCA	TEMPLADO HÚMEDO	FRÍO HÚMEDO
Molino (6105 ha)	(2320 ha) 1680-2000 msnm T°C > 17.5	(3785 ha) 2000-2880 msnm T°C < 17.5
Pubús (686 ha)	(686 ha) 1680-1888 msnm T°C > 17.5	(0 ha)

### 2.3.2.6 MORFOMETRIA

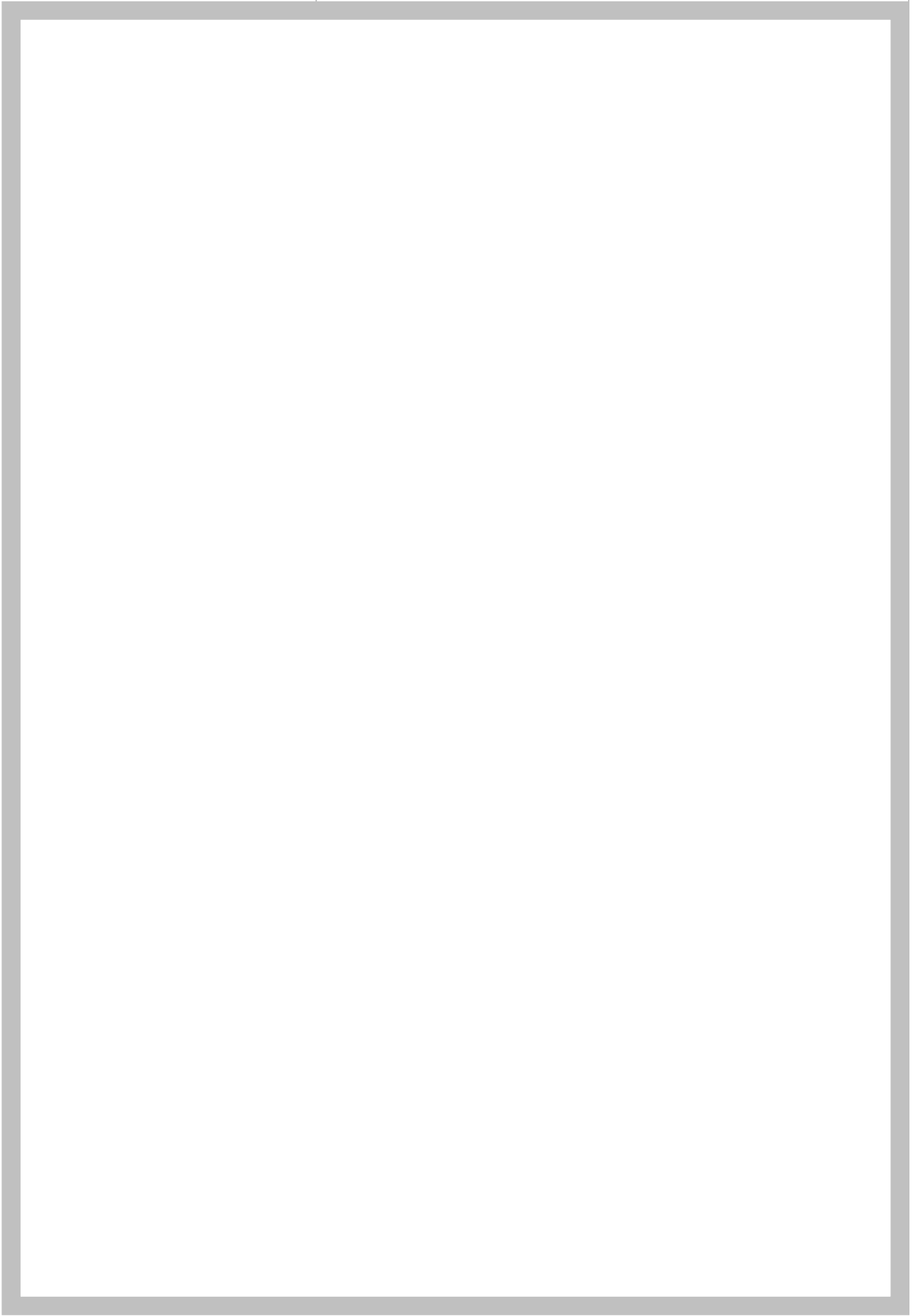
En buena parte, las condiciones hidrometeorológicas determinan el régimen hidrológico de una subcuenca, sin embargo, el complejo movimiento del agua es intervenido por las geoformas, edafología, cobertura vegetal y geología contenidas en la cuenca. Dichas geoformas han sido caracterizadas bajo un conjunto de valores denominados “parámetros morfométricos”, los cuales son

empleados frecuentemente para caracterizar, formas y geometrías específicas de cada subcuenca.

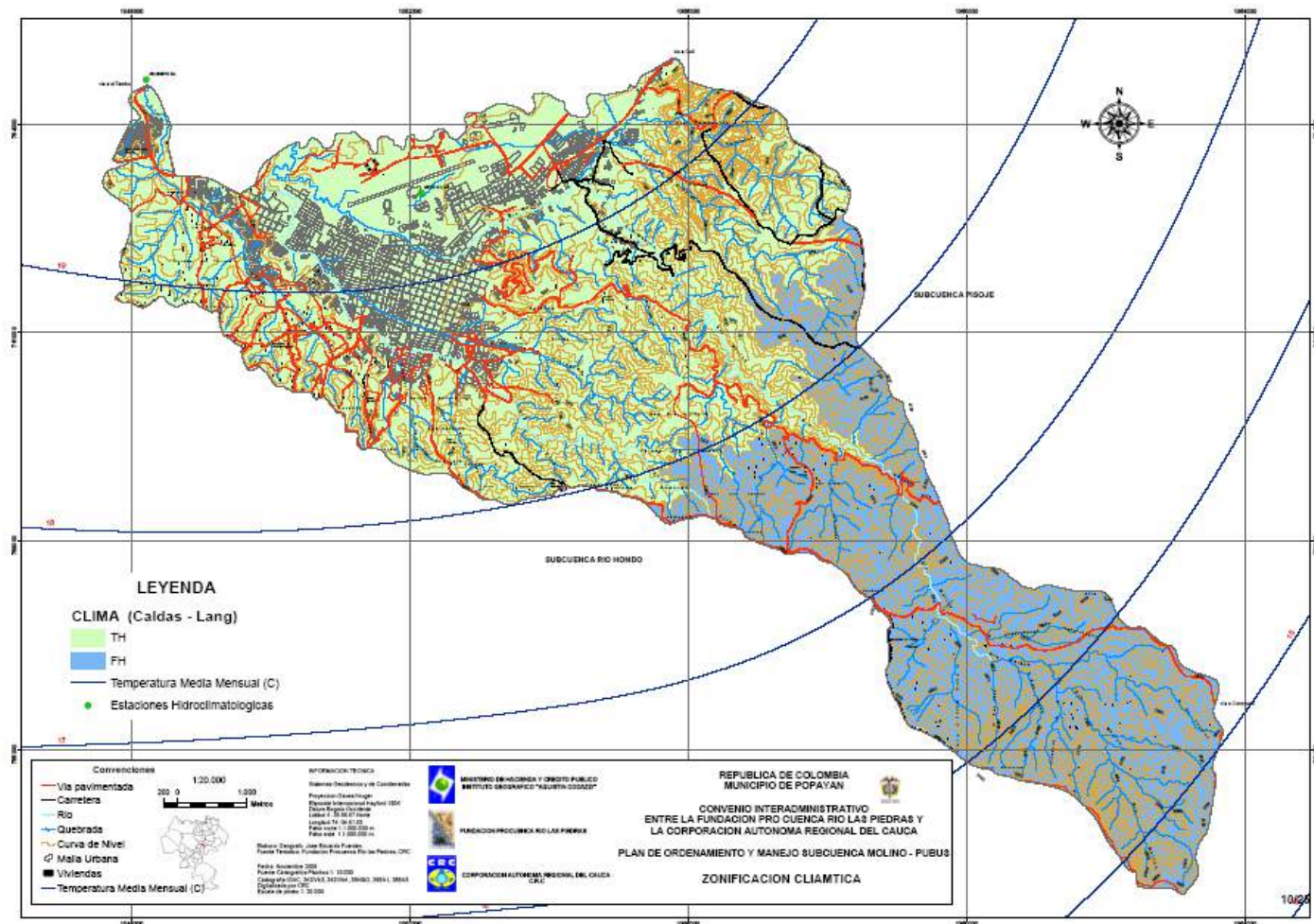
Algunos elementos de la morfología son de gran importancia para el análisis de cuencas hidrográficas porque facilitan la predicción de la hidrología superficial. Los parámetros empleados en el estudio podrán ser empleados para posteriores estudios o proyectos que requieran la regionalización de variables. Los parámetros morfométricos se calculan hasta la desembocadura en el río Cauca, punto de cierre de la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús.

### Parámetros morfométricos de interés

Los resultados de los parámetros fisiográficos y morfométricos se presentan en el Cuadro 54.



Mapa 10. Zonificación climática





### **Características relativas a la forma de la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús**

Es importante mencionar que la forma de la subcuenca río Molino, rige el comportamiento del río por cuanto tiene dos características bien definidas que los parámetros morfométricos poco pueden representar. Esto se refiere a una subcuenca alta típica de montaña, con vertientes cortas y altas pendientes que influyen un escurrimiento rápido que forma crecientes súbitas con altos picos en los caudales. Los caudales medios y mínimos son regulados por la composición de los suelos. De otro lado la subcuenca en la parte baja, tienen una gran extensión en la formación geomorfológica del valle de Pubenza, lugar donde el río Molino deja su comportamiento torrencial y pasa a describirse como un río típico de llanura aluvial, es decir, de baja pendiente y formación de meandros entre otras características.

La elevación media de la subcuenca es de 2.624 msnm, la pendiente 0.35 m/m. Estos parámetros influyen sobre la velocidad del flujo y juega un papel importante en la forma del hidrograma. La pendiente de las vertientes varía desde suaves a fuertes (Ver Mapa 11). Sus pendientes en las zonas altas, sumado a los demás parámetros sugieren también un

carácter fluvial de respuesta rápida con altas velocidades en la parte alta de la subcuenca hasta que entra al valle de Pubenza donde los parámetros morfométricos ya no representan bien el carácter de los hidrogramas y sugiere ser más un río fluvial.



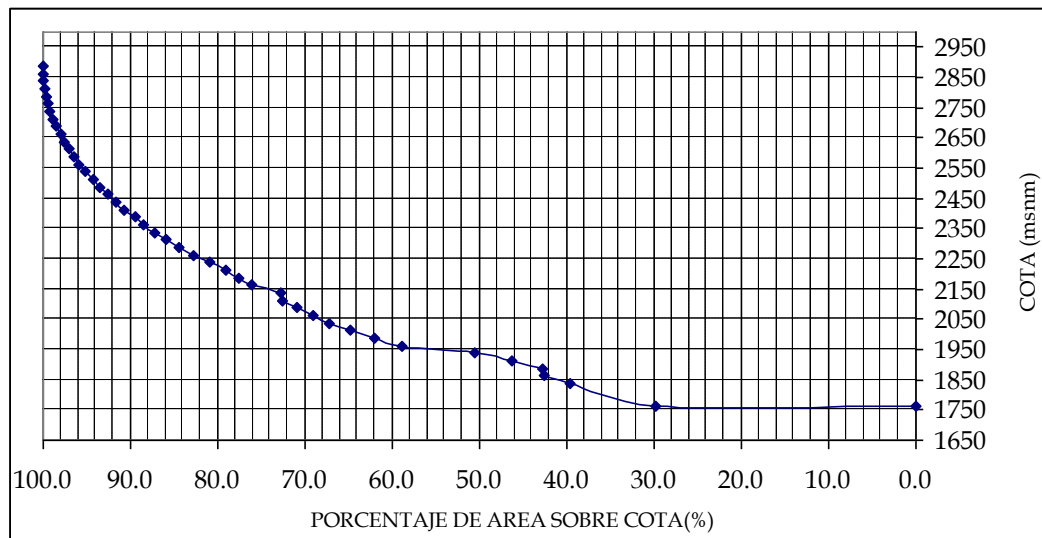
Cuadro 54. Parámetros morfométricos de la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús – Punto de cierre desembocadura en el río Cauca.

PARÁMETRO	ECUACIÓN O FUENTE	VARIABLES	MOLINO	PUBUS
ÁREA	ARCVIEW 3.2	A: Área de la cuenca (Km <sup>2</sup> )	61.05	6.82
PERÍMETRO	ARCVIEW 3.2	P: Perímetro de la cuenca (Km)	46.15	15.67
LONGITUD AXIAL	ARCVIEW 3.2	L: Longitud axial de la cuenca (Km)	16.81	6.12
LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL	ARCVIEW 3.2	L: Longitud del cauce ppal (Km)	24.58	7.11
AREAS ENTRE CURVAS DE NIVEL	ARCVIEW 3.2	VER CURVA HIPSOMETRICA		
LONGITUD DE LA RED DE DRENAJE	ARCVIEW 3.2	Ld: Longitud de la red de drenaje (Km)	173.98	32.488
COTA MAYOR DE LA SUBCUENCA	CARTOGRAFIA IGAC	Cota en msnm	2900	1775
COTA MENOR DE LA SUBCUENCA	CARTOGRAFIA IGAC	Cota en msnm	1675	1675
COTA MAYOR DEL CAUCE PRINCIPAL	CARTOGRAFIA IGAC	Cota en msnm	2750	1750
COTA MENOR DEL CAUCE PRINCIPAL	CARTOGRAFIA IGAC	Cota en msnm	1700	1650
MAXIMO ANCHO EN LINEA RECTA	ARCVIEW 3.2	Ancho Maximo en (Km)	6.98	2.336
LONGITUD DEL CAUCE PPAL ENTRE CURVAS	ARCVIEW 3.2	Lc: Longitud del Cauce Ppal en (Km)		
NUMERO DE CAUCES DE ORDEN 1	ARCVIEW 3.2	n: numero de cauces	241	41
LONGITUD DEL LOS TRIBUTARIOS	ARCVIEW 3.2	Lt: Longitud de los Tributarios (Km)	157.2	25.4
ANCHO PROMEDIO	ARCVIEW 3.2	Ap: Ancho Promedio (Km)	3.49	1.07
ANCHO PROMEDIO	$B = \frac{A}{L}$	B: Ancho promedio (Km) A: Área de la cuenca (Km <sup>2</sup> ) L: Longitud axial de la cuenca (Km)	3.63	1.11
FACTOR DE FORMA	$Kf = \frac{B}{L}$	Kf: Factor de forma B: Ancho promedio (Km) L: Longitud axial de la cuenca (Km)	0.21	0.17
COEFICIENTE DE COMPACIDAD	$Kc = 0.28 \frac{P}{\sqrt{A}}$	Kc: Coeficiente de capacidad P: Perímetro de la cuenca (Km) A: Área de la cuenca (Km <sup>2</sup> )	1.65	1.68
ÍNDICE DE ALARGAMIENTO	$Ia = \frac{L}{Am}$	Ia: Índice de alargamiento L: Longitud axial de la cuenca (Km) Am: Ancho máximo perpendicular a la longitud Axial (Km)	2.408	2.620
ELEVACIÓN MEDIA	$Em = \frac{\sum (Ai * ei)}{A}$	Em: Elevación media (m) Ai: Área entre curvas de nivel (Km <sup>2</sup> ) ei: Elevación promedio entre dos curvas de nivel consecutivas (msnm) A: Área de la cuenca (Km <sup>2</sup> )	2007	1722
COEFICIENTE DE MASIVIDAD	$Km = \frac{Em}{A}$	Km: Coeficiente de masividad Em: Elevación media (m.s.n.m) A: Área de la cuenca (Km <sup>2</sup> )	32.87	252.49
PENDIENTE MEDIA DE LA CUENCA (ALVORD)	$Sm = \frac{D * L}{A}$	Sm: Pendiente media de la cuenca D: Desnivel entre curvas L: Suma de longitudes de curvas (Km) A: Área de la cuenca (Km <sup>2</sup> )	0.35	0.01
PENDIENTE DEL CAUCE PRINCIPAL (TAYLOR - SCHWARZ)	$s = \left[ \frac{n}{\left( \frac{1}{\sqrt{S1}} \right) + \dots + \left( \frac{1}{\sqrt{Sn}} \right)} \right]$	S: Pendiente del cauce (%) n: Número de tramos Sn: Pendiente de cada tramo (%)	0.33	0.01
SINUOSIDAD	$Sin = \frac{1}{ls}$	l: Longitud del cauce principal (Km) ls: Longitud del cauce trazado suave (Km)	0.37	0.01
DENSIDAD DE DRENAJE	$Dd = \frac{Ld}{A}$	Dd: Densidad de Drenaje Ld: Longitud de la red de drenaje (Km) A: Área de la cuenca (Km <sup>2</sup> )	2.85	4.76
DENSIDAD HIDROGRAFICA	$Dh = \frac{n}{A}$	Dh: Densidad Hidrográfica n: Número de cauces A: Área de la cuenca (Km <sup>2</sup> )	3.95	6.01
TIEMPO DE CONCENTRACION	= H/L (Pendiente del Cauce Principal)			
Formula de Kirpich:	$Tc = 0.0078 \left( \frac{L^{0.77}}{S^{0.385}} \right)$	Tc= Tiempo de concentración en minutos. L= Longitud máxima del recorrido del agua (m). H= Diferencia de alturas máxima (m). S= Pendiente del cauce principal (m/m).	28.24	42.47
Formula de Bransby-Williams	$Tc = \frac{21.8 \cdot L}{5280} \left( \frac{1}{A^{0.1} \cdot S^{0.2}} \right)^{0.595}$	A= Área de la cuenca (km <sup>2</sup> ).	52.3	26.2

Esta descripción se ilustra mejor con la generación de la curva hipsométrica, Figura 14 que representa la variación de elevaciones en el interior de la subcuenca y el porcentaje de superficie más allá de cierta elevación, lo que se presta para caracterizar variables como temperatura y precipitación.

Según la curva hipsométrica en el caso de la subcuenca río Molino, el área entre cada curva de nivel es proporcional en el transcurso de la altura.

Figura 14. Curva hipsométrica de la subcuenca río Molino



En cuanto a la subcuenca de la Qda. Pubús, esta por tratarse de una unidad fisiográfica independiente a la subcuenca río Molino, tiene un comportamiento hidrológico típico de una subcuenca plana, es decir, los caudales de escorrentía no generan grandes picos durante las crecientes, pero si crecientes lentas de grandes volúmenes escurridos debido principalmente a que su régimen de precipitaciones es mayor en comparación con el de la subcuenca

río Molino en la parte plana. Esto se puede visualizar en los mapas de distribución de precipitación media.

### Características de la red de drenaje

Es importante caracterizar la red de drenaje porque evidencian los efectos del clima y la geología, ambos factores se ven reflejados en un modelo de erosión dado. Esta caracterización se hace a partir de los

valores de densidad de drenaje, pendiente del cauce principal, orden del cauce principal y densidad hidrográfica.

Desde su nacimiento a los 2700 metros hasta los 1800 metros, el cauce principal en la parte alta presenta pendientes superiores al 35% hasta el 98%; adicionalmente la subcuenca ha sufrido el impacto de la actividad ganadera con

fuerte presencia de procesos de deforestación y pérdida significativa del suelo productivo.

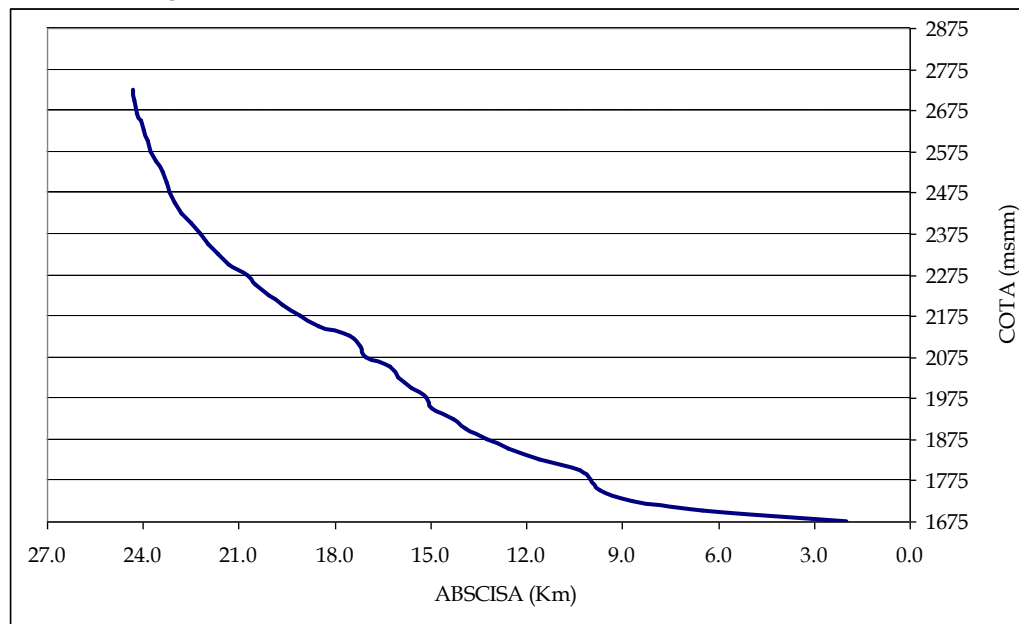
En la parte baja de la subcuenca la pendiente del cauce se homogeniza entre 1% y 5%, y presenta una desmejorada cobertura vegetal en las riberas del río, debido a la urbanización de la ciudad de Popayán.

Pendiente de la corriente principal: la pendiente de la corriente principal es 0.33 m/m, acorde con las pendientes típicas de los ríos de montaña. Dichos valor fueron calculados por medio de los métodos de compensación de áreas.

En la Figura 15 se presenta la forma de las pendientes de la corriente mediante su perfil longitudinal.

Densidad de drenaje: se define como la relación entre la longitud de los canales de flujo y la superficie de la cuenca. En el caso particular de estudio este parámetro evidencia la alta capacidad de escorrentía de la subcuenca. En total el sistema de drenajes de la subcuenca tiene una longitud de 157 km distribuidos en 60.05 km<sup>2</sup> para un valor calculado de densidad de drenaje de 2.85 (kilómetro de cauce sobre kilómetro cuadrado de área).

Figura 15. Perfil longitudinal del río Molino



Los resultados morfométricos de la subcuenca la definen como una subcuenca en estado de desequilibrio

o juventud clasificándola como erosiva, lo que permite analizar la importancia que representa la conservación de los

principales sistemas reguladores de la subcuenca y su relación con la estabilidad de los caudales medios; lo anterior unido a los tiempo de concentración le permite a la subcuenca regular en condiciones favorables de conservación y evitar la

amenaza por crecidas y avalanchas. Es importante destacar que la subcuenca posee una densidad de drenaje de 2.85 km/km<sup>2</sup> permitiendo un buen drenaje con volúmenes de escurrimiento altos y rápidos en eventos de lluvia y velocidades de normales a altas en el desplazamiento de las aguas.

### *2.3.2.7 CARACTERIZACION DE CALIDAD DE LAS AGUAS*

Los datos de la presente caracterización de la calidad del agua de la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús han sido tomados de los muestreos de calidad de agua de la División Ambiental de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán S.A E.S.P Corporación Autónoma Regional del Cauca CRC y la Empresa Ilam Ltda y parte la descripción se toma del estudio elaborado por Recaman (2005)<sup>12</sup>.

#### **Análisis físico-químico**

Siguiendo la red de drenaje de la subcuenca, la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán S.A. ESP. En el Cuadro 55 se pueden analizar los datos de la caracterización de la calidad de aguas de la fuente en la

bocatoma del acueducto de Popayán en el río Molino (Vereda Pueblillo) y los Cuadros 56 y 57 se presentan lo correspondiente a rangos permisibles de los parámetros según decreto 475/03-98, para potabilización de agua.

De acuerdo al Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico - RAS 2000, este resultado indica que las aguas del río Molino en la parte alta y media deben cumplir con los procesos mínimos de tratamiento en función de la calidad de agua de una fuente aceptable en las fuentes superficiales.

De acuerdo a los análisis físico químicos y bacteriológicos del agua del Río Molino, en la zona de captación bocatoma Pueblillo, éste presenta un índice de calidad de agua de 0.47 (0 es un agua de excelente calidad, 1 es de pésima calidad), con un contenido moderadamente bajo de carga orgánica (DBO<sub>5</sub>) cuyo promedio durante el año 2005 presenta un valor de 28.5 mg/lt.

El valor máximo de este parámetro se presentó en octubre 2005 con un valor de 36.2 mg/lt ya que presentó baja lluviosidad y por lo tanto el río presenta mínima dilución, a pesar de que el punto de captación de esta fuente está situado en el sector de Pueblillo Alto, sector rural con

<sup>12</sup> Recaman, L. 2005. Oferta y Demanda de Agua para la Cuenca del Río Las Piedras.



mínima cantidad de descargas de aguas residuales.

El parámetro de oxígeno disuelto estrechamente relacionado con la contaminación orgánica presenta un valor promedio de 7.0 mg/lt con un valor máximo para los meses de enero-diciembre del año 2005 de 7.6 mg/lt, este valor cercano al valor de saturación para Río Molino y presenta un valor de 6.0 mg/lt para el mes de octubre de 2005 que coincide con los análisis bacteriológicos realizados al agua cruda de este mes, que presenta un alto índice de U.F.C. (unidades Formadoras de Colonias ) para coniformes totales y fecales.

En general los parámetros analizados muestran una tendencia normal para aguas limpias sin contaminación de tipo industrial y doméstica y las cifras presentan bajos coeficientes de variación con las excepciones de turbiedad y color que obviamente dependen del periodo de verano o invierno y de su intensidad.

Las aguas captadas del río Molino en el sector antes mencionado, son utilizadas por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán S.A E.S.P, para su tratamiento en la planta Tulcán, abasteciendo un 10% a la ciudad.

Cuadro 55. Caracterización de calidad de las aguas del río Molino (fuente) Bocatoma, vereda Pueblillo. Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán S.A E.S.P

MES / 04	Coliformes Totales	Olor ACEPTABLE-X-	Sabor ACEPTABLE-X-	pH promedio	Cloruros (mg/l)	Fluoruros (mg/l)	Fenoles (mg/l)	Turbiedad (UNT)	DBO (mg/l)	DQO (mg/l)	Sodio (mg/l)	Nitratos (mg/l)	SST (mg/l)	Cond. (micromhos/cm)	Hierro (mg/l)	Manganeso (mg/l)	Amónico (mg/l)	Nitrito (mg/l)	Dureza (mg/l)
ENE	>100	x	x	7.2	4.0	0.0	0.0	6.4	26.0	39.0	0.0	0.04	32.1	64.2	0.2	0.0	0.0	0.005	42.9
FEB	>100	x	x	7.5	4.0	0.0	0.0	3.3	28.0	42.0	0.0	0.04	36.2	72.4	0.2	0.0	0.0	0.005	36.6
MAR	>100	x	x	7.4	4.0	0.0	0.0	1.5	27.0	40.0	0.0	0.04	41.2	82.4	0.2	0.0	0.0	0.005	26.7
ABR	>100	x	x	7.5	4.0	0.0	0.0	1.7	30.0	45.0	0.0	0.04	29.4	58.8	0.2	0.0	0.0	0.005	35.0
MAY	>100	x	x	7.5	4.0	0.0	0.0	18.9	32.0	48.0	0.0	0.04	28.4	56.8	0.2	0.0	0.0	0.005	28.2
JUN	>100	x	x	7.5	6.0	0.0	0.0	2.9	31.0	46.5	0.0	0.04	26.5	53	0.2	0.0	0.0	0.008	26.9
JUL	>100	x	x	6.9	6.0	0.0	0.0	1.6	34.0	51.0	0.0	0.08	23.5	47	0.2	0.0	0.0	0.008	25.7
AGO	>100	x	x	7.5	6.0	0.0	0.0	1.7	33.0	49.5	0.0	0.08	19.5	39	0.2	0.0	0.0	0.008	36.6
SEP	>100	x	x	7.0	4.0	0.0	0.0	3.2	29.0	43.5	0.0	0.5	21.5	43	0.2	0.0	0.0	0.005	44.8
OCT	>100	x	x	7.0	4.0	0.0	0.0	5.4	27.0	40.0	0.0	0.04	21.8	43.6	0.2	0.0	0.0	0.005	46.3
NOV	>100	x	x	7.5	4.0	0.0	0.0	4.3	39.0	43.0	0.0	0.04	26.8	53.6	0.2	0.0	0.0	0.005	36.0
DIC	>100	x	x	7.6	4.0	0.0	0.0	3.1	31.0	46.5	0.0	0.04	29.7	59.4	0.2	0.0	0.0	0.005	39.0

Cuadro 56. Rangos permisibles de parámetros fisicoquímicos. Decreto 475/03-98

PARÁMETRO	UNIDADES	RANGOS PERMISIBLES
Temperatura	°C	
Turbiedad	NTU	<=5
Sólidos disueltos totales	mg/l	500
Color aparente	U/Pt-Co	25
Oxígeno disuelto	mg/l	> 6.0
Porcentaje de saturación de oxígeno disuelto	% Saturación OD	-80% mínimo óptimo y 100% ideal
p.H.	p.H.	6.5/8.5
Alcalinidad total	mgCaCO <sub>3</sub> /L	60
Dureza total	mgCaCO <sub>3</sub> /L	180
Conductividad	Cond. US / cm	50 a 100
Nitritos	NO <sub>2</sub> mg/L	-0.05

Cuadro 57. Rangos permisibles de parámetros bacteriológicos. Decreto 475/03-98

Coliformes totales en /100ml	C.T.F.	U.F.C. 0
Mesófilos en /100ml	MesF	U.F.C 100
Coliformes Fecales en 100/ml	Colife	U.F.C 0

Para la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán, la firma ILAM CI S.A. realizó varios monitoreos sobre las fuentes de agua del municipio de Popayán, dentro de las cuales se encuentran los ríos Molino y Ejido. Estos puntos fueron:

- Río Ejido aguas arriba matadero.
- Río Ejido aguas abajo Box Couvert.
- Río Molino aguas arriba Aeronáutica civil.
- Río Molino aguas abajo Polideportivo Pandiguando.

Los resultados obtenidos se presentan en el Cuadro 58. Tal como lo menciona ILAM CI S.A., "se debe tener presente que una sola jornada de monitoreo no imprime carácter sobre el efecto de una descarga sobre una fuente superficial. La técnica inglesa considera que un río solo quedara caracterizado previo monitoreo adecuado de no menos de un año en frecuencias quincenales para cubrir diversas condiciones climatológicas y de funcionamiento de la red de alcantarillado. Los resultados se consideran de época de invierno".

Cuadro 58. Caracterización de calidad de las aguas de fuentes de agua Aguas Arriba y Aguas Abajo

Parametro	Unidad	Río Ejido	Río Ejido	Río Molino	Río Molino
		A/Arr	A/Ab	A/Arr	A/Ab
<b>Caudal</b>	<b>l/s</b>	<b>171.07</b>	<b>680.58</b>	<b>1292.6</b>	<b>1856.6</b>
Alcalinidad Total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	18	135	26	49
Acidez Total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	13	73	7	19
Cloruros	mg/L -Cl	5.2	78.3	<0.5	3
Nitrogeno Amoniacal	mg/L -N	0.29	16.48	0.5	3.9
Nitritos	mg/L -N	0.08	<0.01	<0.01	0.1
Nitratos	mg/L -N	<0.01	0.15	0.15	0.54
Nitrogeno Total	mg/L -N	0.41	18.29	0.71	4.99
Fosforo Total	mg/L -P	0.08	1.49	0.48	0.65
DBO	mg/L -O <sub>2</sub>	6	110	21	28
DQO	mg/L -O <sub>2</sub>	11	274	51	57
Grasas	mg/L -Cl	<1.0	18	2.5	5
Solidos Suspendidos Totales	mg/L	21	93	17	<5
Solidos Suspendidos Volatiles	mg/L	16	13	<5	<5
SAAM	mg/L	0.07	3.17	0.17	0.23
Arsenico	mg/L	<0.32	<0.32	<0.32	<0.32
Mercurio	mg/L	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
Plomo	mg/L	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Cromo	mg/L	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Cadmio	mg/L	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Niquel	mg/L	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06
Cobre	mg/L	<0.04	0.06	<0.04	<0.06
Zinc	mg/L	0.37	0.32	0.39	0.17
pH	UND	4.9	4.4	6.9	7
Temperatura	oC	22.6	20.4	19.4	19.9

Fuente: ILAM CI S.A.

Por las razones antes comentadas, los consultores de la firma ILAM CI S.A. se abstienen de consignar aspectos específicos y propios de una "evaluación de comportamiento" o afectación ya que aun no contamos con al menos un monitoreo de "tiempo seco" que pueda utilizarse como punto de referencia para tal tipo de evaluación, para de esta forma evitar erróneas interpretaciones que desvíen las reales y convenientes medidas a aplicar y concluyen que se debe realizar en un futuro próximo la implementación de un verdadero "Plan de monitoreo de fuentes superficiales" del área de afectación del sistema de alcantarillado, por tanto en el presente estudio reitera la imperiosa necesidad de dicho Plan.

#### *Análisis de resultados*

De acuerdo al Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico - RAS 2000, permite clasificar la calidad del agua de una fuente aceptable dependiendo su consumo. En lo referente a las características que debe tener para

consumo humano superan los valores definidos en el Decreto 475/03/98 del Ministerio de Salud. Debe necesariamente realizarse tratamientos primarios a terciarios según la fuente en el tramo delimitado por los muestreos.

Los valores obtenidos en coliformes totales para todas las cuencas superan a parámetros definidos en el Decreto 475 /03 /98 del Ministerio de Salud.

De acuerdo al Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico - RAS 2000, este resultado indica que las aguas del río Molino en la parte alta y media deben cumplir con los procesos mínimos de tratamiento en función de la calidad de agua de una fuente aceptable. No obstante es importante destacar en el presente estudio parte de las consideraciones de la firma ILAM CI S.A, así:

#### **Río Ejido**

En esta fuente se aprecia igualmente la afectación de la alcalinidad y la acidez pero en contraposición, predomina en forma apreciable la alcalinidad sobre la acidez.

El deterioro en cuanto al incremento de la DBO y la DQO es total, de una fuente de aceptable calidad se

transforma prácticamente en una corriente de aguas residuales.

Las grasas, sufre un incremento preocupante que puede afectar algunos usos (agrícola por ejemplo) en la región de "aguas abajo". Igual comentario es aplicable a las concentraciones de sólidos totales y volátiles.

Otro parámetro altamente afectado es la concentración de detergentes ya que quedan prácticamente doblados. Sin embargo cabe preguntarse dónde se originan los que aparecen antes de recibir la descarga de aguas residuales.

La concentración de metales pesados no presenta incrementos preocupantes.

Llama la atención y amerita una mas profunda investigación el bajo pH que caracterizan este río. Lo que puede deberse a causas naturales o factores externos.

### **Río Molino- Qda. Pubús. caracterización de vertimientos**

Si bien la DBO sufre un incremento natural del orden del 30%, es preocupante que la fuente antes de recibir las descargas de la ciudad de Popayán presente valores de DBO de 51 y se eleve 57 es decir que para estos parámetros es poco lo que se aleja de las condiciones medias de la ciudad.

Contrario a lo anterior es la concentración y comportamiento del SAAM que muestra una ligera polución de fuente con aguas residuales domesticas, lo que hace más preocupante la concentración de la DBO y DQO antes y después de recibir las descargas.

Finalmente preocupa y es repetitivo el comportamiento y concentración predominante de las grasas en la fuente receptora antes del recibo de las aguas residuales de la ciudad.

Los datos mas recientes de parámetros de calidad de agua en vertimientos han sido caracterizados por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán en los años de 2003 y 2004, en el Cuadro 59 y 60 se presentan los resultados. La anterior información forma parte del estudio para el diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales de la Ciudad, elaborado a través del convenio entre la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán, C.-R.C y la firma ILAM CI S.A.

Cuadro 59. Caracterización de calidad de las aguas en vertimientos en la red de drenaje de la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús.

FUENTE		Río Molino								Río Ejido				Qda. Pubús								
DESCARGA		Descarga Colector Izquierdo Río Molino	Descarga No.6 Colector Molino Izquierdo	Descarga Colector Derecho Río Molino	Descarga No.8 Colector Molino Derecho	Río Molino Antes de la descarga Puebillo	Río Molino Puente Edificio Edgar Negret	Río Molino Barrio Junin	Colector derecho vereda González	Colector La Paz Popayan	Colector Izquierdo Río Ejido	Descarga No.2 Colector Ejido - El Eden	Minuto de Dios - Vertimiento-	Descarga No.1 Colector Ejido - Minuto de Dios	Río Ejido Avelino	Río Ejido Barrio Junin	Desembocadura Colector Pubús Qda Chau	Descarga No.7 Colector Pubus	Anillo Vial Sur	Puente Cra 37 Las Palmas	Puente María Occidente	
FECHA		2003	2004	2003	2004	2003	2003	2003	2003	2003	2003	2004	2003	2004	2003	2003	2003	2004	2003	2003	2003	
PARAMETRO	ALCALINIDAD TOTAL (mg/L-CaCO <sub>3</sub> )		127		113							168		67				124				
	ACIDEZ TOTAL (mg/L-CaCO <sub>3</sub> )		28		38							41		26				40				
	CLORUROS (mg/L-Cl)		31.66		14.84							41.68		15.88				26.70				
	NITROGENO (mg/L)		16.05		7.66							21.99		4.53				13.26				
	NITRITOS (mg/L)				0.05		0.4	0.6	0.6					0.06	0.2	0.9		0.01		1	0.8	0.8
	NITRATOS (mg/L)		0.06		0.29							0.08		0.34				0.53				
	NITROGENO TOTAL (mg/L)		17.69		8.78							24.36		5.38				15.17				
	FOSFORO TOTAL (mg/L)		2.40		0.87							4.04		0.76				1.26				
	DBO TOTAL (mg/L)		125		100							139						84				
	GRASAS (mg/L)		18.65		15.20							8.70		9.67				48.75				
	BQO (mg/L)	290	203.60	1278	164.0		4	11	62	99	333	456	209	118	66.4	4	111	155	179.20	13	17	13
	SAAM (mg/L)		1.80		1.27							2.77		0.33				1.35				
	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (mg/L)	101	31	209	44		29	49	58	83	159	214	70	96	48.67	15	255	138	272	62	41	37
	SOLIDOS SUSPENDIDOS VOLATILES (mg/L)		25		55							29.60		37.33				52.50				
	COBRE (mg/L)		0.07		0.04							0.08		<0.04				0.09				
	CROMO (mg/L)		0.14		<0.05							0.23		<0.05				<0.05				
	NIQUEL (mg/L)		<0.08		<0.10							<0.07		<0.06				<0.09				
	ZINC (mg/L)		0.25		0.30							0.28		0.33				0.32				
	Color						19.1	17.7	14							18.4	85.6			57	49.9	42.7
	Turbiedad NTU						6	8	11							5	43			21	18	17
	FOSFATOS (mg/l)						0.26	1.98	7.1							0.4	14.5			0.5	0.6	0.5
COLIFORMES TOTALES NMP/100 ml	>2419	>2419	>2419	>2419	>2419	>2419	>2419	>2419		>2419	>2419	>2419	>2419	>2419	>2419	>2419	>2419	>2419	>2419	>2419	>2419	
COLIFORMES FECALES NMP/100 ml	>2419	>2419	>2419	>2419	>2419	>2419	>2419	>2419		>2419	>2419	>2419	>2419	>2419	>2419	>2419	>2419	>2419	>2419	>2419	>2419	
DBO5 (mg/l)	78	345				0.2	2.2	6	66	117	235		53		0.2	30	65		3.9	4.2	4.2	
GRASAS Y ACEITES (mg/l)	29	34							18	35	18		9				36					

Fuentes: ILAM CI S.A., EAAP.

Cuadro 60. Caudales y población servida de varias descargas

No.	DESCARGAS	Caudal (l/s)	Caudal (l/s)	Area de Aferencia	Poblacion Servida
		Medio Diario	Maximo Diario	ha	Hab
1	Descarga No.1 Colector Ejido - Minuto de Dios	478.77	577.02	276.92	56277
2	Descarga No.2 Colector Ejido - El Eden	79.50	54.7	302.54	28620
6	Descarga No.6 Colector Molino Izquierdo	100.08	132.78	235	40001
7	Descarga No.7 Colector Pubus	94.85	110.51	381.22	25065
8	Descarga No.8 Colector Molino Derecho	141.28	186.38	284.23	32130

### Macroinvertebrados bentónicos

La calidad de aguas estuvo acompañada de un muestreo general de macroinvertebrados acuáticos epicontinentales (MAE) como bioindicadores que corroboran los resultados anteriormente expresados en la calidad del agua de acuerdo a las características físico-químicas. El concepto de bioindicación es reciente

pero permite una rápida y fácil evaluación del ecosistema acuático a un bajo costo, el cual puede ser complementado con otros tipos de evaluaciones físico-químicas, que le permitan determinar el tipo de contaminante y así tomar medidas correctivas. Para hacer un mejor análisis los muestreos se dividieron en 4 zonas y 8 puntos, colectando en total 1766 individuos pertenecientes a 36 géneros (Ver Cuadro 61).

Entre las características principales, de acuerdo a la composición de macroinvertebrados reportada se encuentran:

- *Zona 1 río Molino en la vereda Santa Elena (Punto 1):* se encontró, que la comunidad de macroinvertebrados está dominada por el género *Anacroneuria* (238 individuos), el cual es indicador de aguas rápidas y bien oxigenadas; las ninfas de este género se
  
- pueden encontrar bajo las piedras, rocas, troncos y hojas. De igual forma, los individuos del género *Baetis* (113 individuos) son también bioindicadores de aguas limpias y se pueden encontrar en la vegetación sumergida y en piedras.

Otros géneros como *Tipula*, *Smicridea*, *Thermonectus*, etc. Son indicadores de aguas mesoeutróficas, oligo a eutróficas y moderadamente contaminadas respectivamente, lo que indica que aunque en el sistema existe una dominancia de bioindicadores de aguas limpias, éste tiende a presentar cierto grado de contaminación, aspecto reflejado en los géneros que no presentan

dominancia y que hacen parte del resto de la comunidad de macroinvertebrados de la zona 1 (Ver Cuadro 55).

- *Zona 2 vereda Santa Bárbara,* comprende dos puntos de muestreo; el río Molino y la Qda. Pata de Venado que es su afluente. Esta es una quebrada arenosa, con abundante presencia de hojarasca y rodeada por una línea de bosque de aproximadamente 3 m de ancho; agua fría, mientras que el río Molino es de corrientes rápidas, con piedras de gran diámetro.



Cuadro 61. Composición específica de macroinvertebrados bentónicos en la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús

GÉNEROS	NÚMERO DE INDIVIDUOS POR ZONAS Y PUNTOS DE MUESTREO								TOTAL	
	ZONA 1	ZONA 2		ZONA 3	ZONA 4					
	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5	Punto 6	Punto 7			Punto 8
	Río Molino Vda Santa Elena	Qda Pata de Venado	Río Molino Vda Santa Bárbara	Río Molino Vda El Hogar	Qda Molanga	Qda Tinajas	Río Ejido			Qda Pubús
<i>Acanthagrion</i>	-	-	-	-	-	4	-	-	4	
<i>Aeshna</i>	5	-	-	-	-	-	-	-	5	
<i>Anacroneturia</i>	238	21	21	12	-	13	-	-	305	
<i>Anchytarsus</i>	13	8	8	5	-	6	1	1	42	
<i>Atanotolica</i>	-	-	-	-	-	3	-	-	3	
<i>Atopsyche</i>	7	-	-	14	-	-	-	-	21	
<i>Bateéis</i>	113	4	4	5	-	2	-	-	128	
<i>Bracymetra</i>	-	1	1	-	-	-	-	-	2	
<i>Brechmorhoga</i>	-	4	4	-	-	-	-	-	8	
<i>Chrysops</i>	10	-	-	-	1	-	-	-	11	
<i>Corydallus</i>	3	11	11	79	-	4	-	-	108	
<i>Cryphocricos</i>	-	1	1	-	-	1	-	2	5	
<i>Cylloepus</i>	1	-	-	-	-	1	1	1	4	
<i>Desconocido 1</i>	-	14	14	6	1	11	4	4	54	
<i>Desconocido 2</i>	-	-	-	20	1	104	20	20	165	
<i>Eurygerris</i>	8	2	2	-	-	-	-	-	12	
<i>Hetaerina</i>	-	34	34	6	-	34	6	6	120	
<i>Heterelmis</i>	-	-	-	1	-	-	-	-	1	
<i>Hexatoma</i>	3	1	1	-	-	-	-	-	5	
<i>Lachlania</i>	-	-	-	2	-	-	-	-	2	
<i>Leptohyphes</i>	-	-	-	9	-	13	-	-	22	
<i>Leptonema</i>	-	9	9	-	-	-	-	-	18	
<i>Limnocoris</i>	-	14	14	-	-	-	-	-	28	
<i>Macrelmis</i>	-	1	1	2	-	-	-	-	4	
<i>Molophilus</i>	-	-	-	1	-	-	-	-	1	
<i>Oxyptichus</i>	1	-	-	-	1	-	-	-	2	
<i>Pelecoris</i>	-	13	13	-	-	-	-	-	26	
<i>Pelenomus</i>	-	3	3	-	-	-	-	-	6	
<i>Phyllogomphoides</i>	-	-	-	20	-	6	-	-	26	
<i>Psephenops</i>	-	-	-	-	-	1	-	-	1	
<i>Simulium</i>	8	-	-	2	-	-	-	-	10	
<i>Smicridea</i>	40	24	24	97	-	91	1	1	278	
<i>Trepides</i>	-	3	3	-	-	-	-	-	6	
<i>Thermonectus</i>	17	-	-	-	-	-	-	-	17	
<i>Thraulodes</i>	-	1	1	140	-	1	2	-	145	
<i>Tipula</i>	48	44	44	22	2	7	2	2	171	

<b>TOTAL</b>	<b>515</b>	<b>213</b>	<b>213</b>	<b>443</b>	<b>6</b>	<b>302</b>	<b>37</b>	<b>37</b>	<b>1766</b>
--------------	------------	------------	------------	------------	----------	------------	-----------	-----------	-------------

- *Qda. Pata de Venado (Punto 2):* el carácter bioindicador de los organismos presentes en este cuerpo de agua va desde mesoeutrófico para el género dominante *Tipula* y oligo-eutrófico para otros géneros, lo que indica que en la quebrada existe cierto tipo de contaminación que es tolerada por los macroinvertebrados.
- *Río Molino vereda Santa Bárbara (Punto 3):* esta zona presenta corrientes rápidas, aguas muy claras y rocas medianas y grandes de hasta 7m de altura que le proporcionan buen intercambio gaseoso con el medio. Estas características se reflejan en el tipo de organismos dominantes (*Thraulodes* con 58 individuos), los cuales son indicadores de aguas limpias con ligera contaminación. En general, los géneros encontrados son de aguas oligo-eutróficas, tolerantes a cierto grado de contaminación, debida posiblemente a la presencia de desechos sólidos (latas, plásticos etc.), depositados por transeúntes en el puente de la vía que conduce al Departamento del Huila.
- *Zona 3 Río Molino vereda El Hogar (Punto 4):* en este punto, el carácter bioindicador determina un sistema con aguas limpias y el género dominante sigue siendo *Thraulodes* con 140 individuos. Es importante resaltar que en el trabajo de Zamora (1991) para la zona, el género dominante era *Anacroneuria*, mientras que el *Thraulodes* se encontraba en el cuarto lugar. Hoy en día dicho género ocupa el primer puesto en cuanto a riqueza de individuos, desplazando a *Anacroneuria* al octavo lugar, demostrando que con el pasar de los años la calidad del cuerpo de agua ha disminuido, a pesar de que los dos géneros son indicadores de aguas limpias.
- *Zona 4: corresponde a la Ciudad de Popayán y abarca cuatro puntos de muestreo (S5 -S6 - S6 - S8) conformados por las Quebradas Molanga, Tinajas, Pubús y río Ejido.*
- *Qda. Molanga (Punto 5):* los resultados obtenidos para la comunidad de esta quebrada, fueron muy escasos a pesar de haber tenido un esfuerzo de muestreo considerable. Esto sugiere que la fuente de agua presenta un alto grado de contaminación debido a la evidente intervención antrópica.

El carácter de bioindicación de los organismos colectados es de aguas mesoeutróficas. Los organismos de la Familia Chironomidae se localizan en el fango y en la arena donde hay abundante materia orgánica en descomposición. Las sanguijuelas al ser para este caso del mismo tipo de indicadores toleran bajas concentraciones de oxígeno.

Es importante resaltar que el vertimiento de materiales grasos y aceitosos por el lavado de vehículos en la parte alta de esta quebrada, la presencia de residuos sólidos como pañales desechables y bolsas plásticas genera notables y drásticas consecuencias en la estructura de la

comunidad de los macroinvertebrados acuáticos.

- *Qda. Tinajas (Punto 6)*: los géneros dominantes (*Smicridea*, *Hetaerina*) determinan un carácter bioindicador con tendencia oligo a eutróficas ya que hay organismos como los Tricópteros que son indicadores de aguas limpias, pero a su vez, encontramos grupos que toleran cierto grado de contaminación. Posiblemente debido al vertimiento de residuos orgánicos de casas cercanas a la fuente y a la presencia de porquerizas en la parte alta que también arrojan sus desechos a la quebrada.
- *Río Ejido (Punto 7)*: igual que la quebrada Molanga presenta un deterioro notable en la calidad de sus aguas, dicho río se forma por la confluencia de la quebrada Molanga y la quebrada Tinajas.

La intervención antrópica es notable en este sitio, ya que desde su inicio el río recibe residuos de detergentes y grasas arrojados en el lavado de ropa y vehículos. La presencia de desechos domésticos, la extracción de materiales de arrastre (arena) en pequeñas cantidades, entre otros generan un alto grado de contaminación y lo

vuelven un sitio propicio para la diseminación de enfermedades.

La comunidad de macroinvertebrados acuáticos colectada en este punto presenta un carácter bioindicador de aguas mesotróficas con tendencia a eutróficas. De igual forma una baja cantidad de géneros colectados con 5 géneros raros o con un máximo de dos ejemplares colectados.

- *Qda. Pubús (Punto 8)*: los organismos dominantes en esta fuente hídrica, están representados por la familia Chironomidae (123 individuos), los cuales son indicadores de ambientes con abundante materia orgánica en descomposición. La presencia del *Tubifex*, que son organismos que viven sobre fondos fangosos y aguas negras de los ríos se constituyen como indicadores de contaminación acuática.

#### *Indice BMWP*

La aplicación de l índice BMWP en términos generales determina que las aguas de las corrientes de la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús se encuentran contaminadas en grados que varían desde medianamente contaminadas y por tanto calidad

aceptable (río Molino desde su nacimiento hasta la vereda Santa Bárbara) hasta muy contaminadas y por ende calidad crítica (Qda. Molanga y Qda. Pubús). El único registro de aguas muy limpias corresponde al río Molino en la vereda El Hogar que es donde

actualmente se encuentra la Bocatoma del Acueducto de Popayán y como limpias la Qda Tinajas, representando calidades muy buena y buena, respectivamente (Ver Cuadro 62).

Cuadro 62. Índice BMWP para las corrientes de la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús

PUNTO	ALTITUD (MSNM)	ÍNDICE BMWP	CLASE	RANGO	CALIDAD	CARACTERÍSTICA	COLOR CARTOGR.
Río Molino, Vda Santa Elena	2800	96	III	61-100	Aceptable	Aguas medianamente contaminadas	Verde
Qda. Pata de Venado	2065	86	III	61-100	Aceptable	Aguas medianamente contaminadas	Verde
Río Molino, Vda. Santa Bárbara	2020	83	III	61-100	Aceptable	Aguas medianamente contaminadas	Verde
Río Molino, Vda El Hogar	1800	127	I	>121	Muy buena	Aguas muy limpias	Azul oscuro
Qda Molanga	1750	19	V	16-35	Crítica	Aguas muy contaminadas	Naranja
Qda. Tinajas	1750	120	II	101>120	Buena	Aguas limpias	Azul claro
Río Ejido	1750	49	IV	36-60	Dudosa	Aguas contaminadas	Amarillo
Qda Pubús	1750	24	V	16-35	Crítica	Aguas muy contaminadas	Naranja

### *Diversidad*

En el Cuadro 63 se indica el valor del índice de Shannon-Wiener, obtenido para cada uno de los puntos muestreados. En términos generales todas las corrientes muestreadas en la subcuenca presentan de mediana a baja diversidad, determinando con claridad el efecto contaminante. especialmente agudo en

la zona urbana (Qdas Molanga, Tinajas, Pubús y Río Ejido). No obstante, es importante mencionar que se deben realizar estudios con más periodicidad y detalle para contar con mayor confiabilidad en los valores de diversidad.

Cuadro 63. Índice de Shannon-Wiener de las comunidades de macroinvertebrados bentónicos

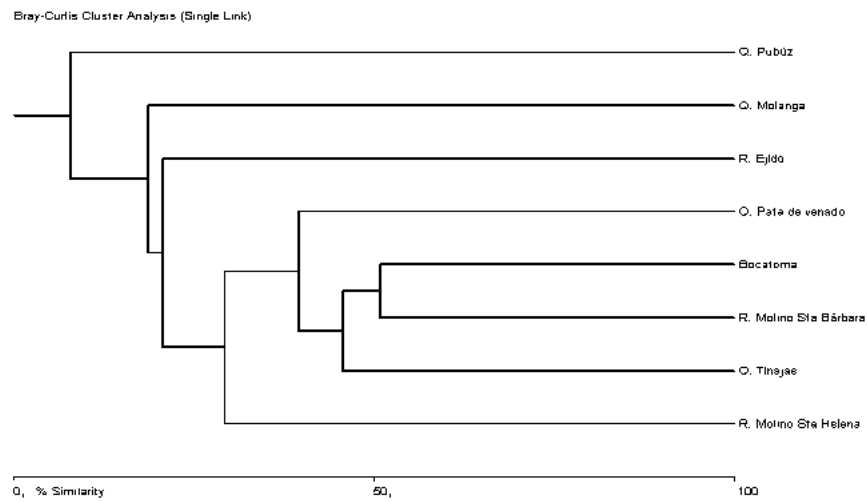
PUNTO DE MUESTREO	H'
Río Molino, Vda. Santa Elena	2.11

Qda. Pata de Venado	2.47
Río Molino, Vda. Santa Bárbara	1.71
Río Molino, Vda. El Hogar	2.04
Qda. Molanga	1.56
Qda. Tinajas	1.88
Río Ejido	1.48
Qda Pubús	0.58

### *Similaridad*

La aplicación del índice de Bray Curtis determina que la composición específica de los puntos muestreados es disímil (Ver Figura 16), siendo el río Molino (Vda. Santa Bárbara) y río Molino (Vda. El Hogar) los únicos que presentan porcentaje superior al 50%, el resto de los puntos evidencian una composición predominantemente particular a las condiciones de hábitat que ofrece cada corriente hídrica.

Figura 16. Análisis de cluster para las comunidades de macroinvertebrados acuáticos en la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús



### 2.3.3 OFERTA DE AGUA

A pesar de la abundancia del recurso hídrico se reconoce un desequilibrio en su regulación, presentándose caudales máximos en la época invernal que causan, en algunas regiones, avenidas o crecientes con daños a las estructuras hidráulicas, a las vías, a la agricultura y en muchas ocasiones con pérdida de vidas humanas, al igual que caudales mínimos cada vez menores en las épocas secas. Por lo anterior, se enfatiza en la necesidad de actualizar y precisar la información acerca de la disponibilidad de agua superficial para adoptar medidas de regulación tanto en la época de superávit hídrico,

como en la época de desabastecimiento.

La oferta de agua natural fue calculada a partir de información de las diferentes estaciones de lluvia, mientras que la oferta superficial representada únicamente por el

caudal de una corriente solo puede ser estimada por medio de métodos indirectos que son resultado de muchas investigaciones y validaciones en los proyectos de ingeniería de recursos hídricos. Al no contar con los registros de un estación hidrométrica quedan los resultados inmersos en la incertidumbre de no poder ser



comparados, *este es el caso de la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús* y antes de emitir resultados se quiere dejar de antelala la importancia de la estaciones hidrométricas para el soporte de cualquier proyecto que se relacione con el agua, bien entendida esta como recurso o como amenaza.

### 2.3.3.1 AREAS DE APORTE

Debido a la gran complejidad que presenta la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús, se decidió tomar como punto de cierre de la cuenca de aporte para la estimación del caudal, la bocatoma del acueducto Tulcán, es aquí donde se finaliza el aprovechamiento del recurso hídrico para cualquier tipo de demanda, principalmente la doméstica.

Adicionalmente se calculó el área de aporte a cada bocatoma georeferenciada durante el trabajo de campo y de esta forma comparar los caudales demandados por los acueductos abastecidos (Ver Cuadro 64). Aunque la subcuenca de la Qda. Pubús genera aportes de caudal de escorrentía, estimar la magnitud de estos valores no es muy representativo dado que la subcuenca no se emplea para ningún tipo de aprovechamiento como uso doméstico, debido al alto grado de contaminación y presión sobre la corriente principal.

### 2.3.3.2 OFERTA NATURAL

La oferta natural del agua, expresada como precipitación media, constituye uno de los principales parámetros que permiten calcular el balance hídrico. En este sentido se requiere desarrollar

una serie de pasos previos como son la selección de estaciones, determinar la consistencia de los datos, analizar la variación temporal de la precipitación y determinar la precipitación efectiva, todos factores influyentes en la oferta hídrica final de la subcuenca Río Molino- Qda. Pubús.

Cuadro 64. Áreas de aporte de caudal

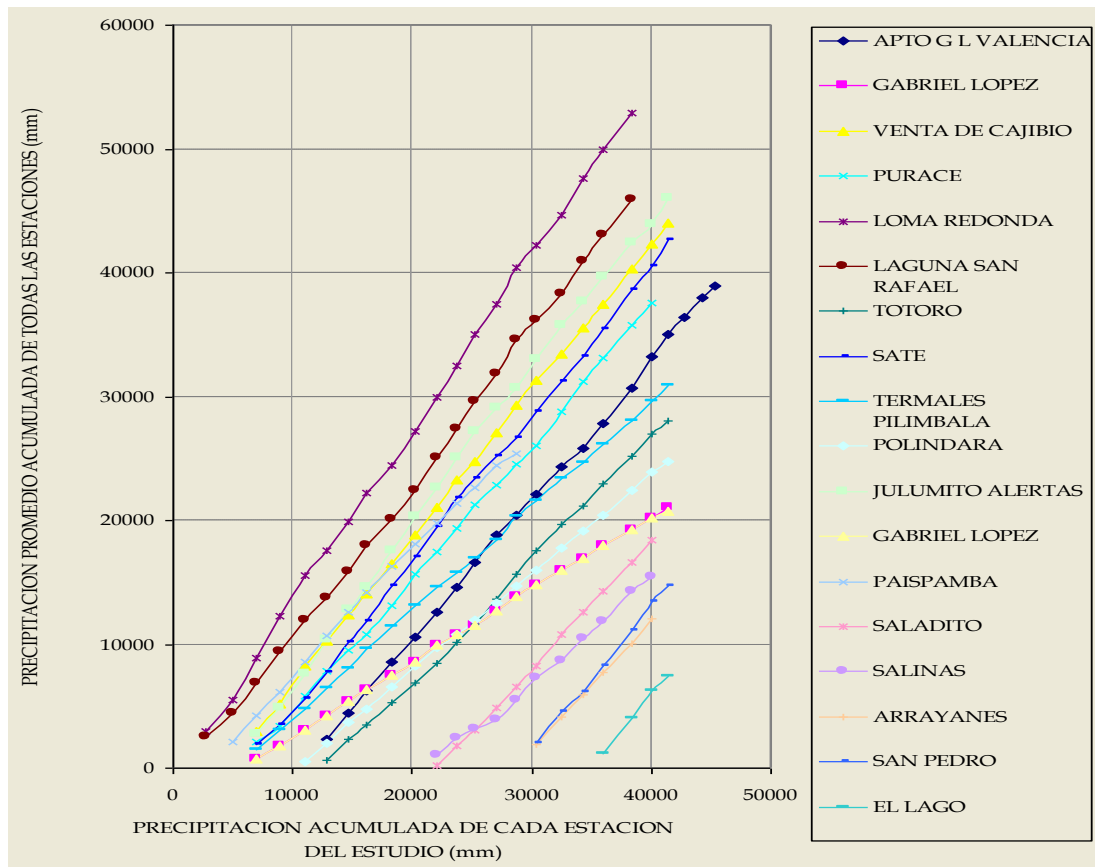
ACUEDUCTO RIO MOLINO	AREA HECTAREAS
SAN RAFAEL	13.8
EL VERDUN	16.2
GRUPO SANTA ELENA	96.6
SANTA ELENA PPAL	55.4
EL ARADO 1	23.6
LA PAILA	29.5
SAN ANTONO Proy	18.5
EL ARADO 2	28.5
EL SENDERO	36.9
SANTA BARBARA 1	16.9
EL SENDERO 2	153.4
EL HOGAR ESCUELA	5.9
TOMA DIR EL HOGAR	8.5
PUEBLILLO ALTO	19.9
<hr/>	
TULCAN	2568.6
TOTAL RIO MOLINO	
<hr/>	
<b>RIO EJIDO</b>	
LA PAILA Proy	161.9
LA PAILA	16.6
TINAJAS Proy	68.3
EL ARENAL	47.7
MONTEBELLO	31.6
MONTEBELLO Proy	0.7
TOTAL RIO EJIDO	
<hr/>	
<b>MATAREDONDA</b>	
LA CLARIDAD	13.0
TOTAL QDA MATAREDONDA	

Al respecto, se utilizaron los registros de precipitación puntual obtenidos a partir de las 18 estaciones seleccionadas, a los cuales se les aplicó la técnica de dobles masas para determinar su consistencia (Ver Figura 17).

Como puede notarse en el Mapa 6 la variabilidad espacial de la precipitación en toda la región es significativa. Aunque no se presentan núcleos de precipitación, sí se identifica una mayor lámina precipitada hacia la zona occidental y oriental de las subcuenca y menor densidad en el centro de las mismas. Sobre las subcuencas, el Mapa 7

muestra según las curvas Isoyetas lo que parece ser una zona de igual precipitación hacia el centro de la subcuenca, quizás por el efecto de los vientos y la formación orográfica. También se aprecia la alta pluviosidad de la subcuenca de la Qda. Pubús.

Figura 17. Curva de doble masa para las estaciones seleccionadas en el estudio



**Variación temporal de la precipitación**

Un último análisis mediante el histograma de precipitaciones

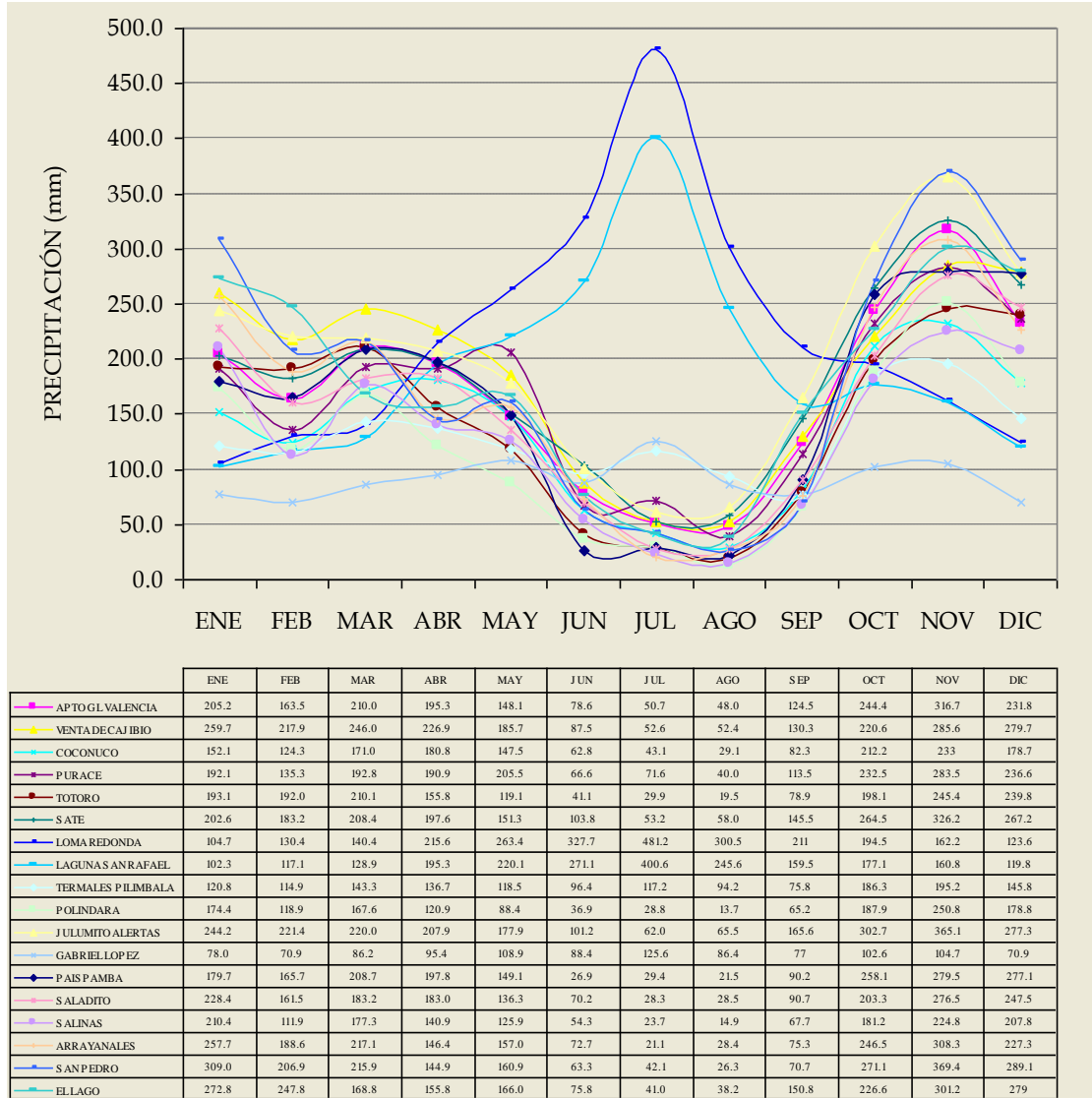
mensuales permite corroborar el efecto orográfico de la precipitación en la región. Loma Redonda

y Laguna San Rafael, son las estaciones que más registran precipitación y su comportamiento es totalmente discordante con el resto de estaciones en magnitudes y periodo, razón por la cual se puede estar generando un aporte importante de agua de escorrentía en la parte alta de la

subcuenca que contribuye a aumentar la magnitud de los caudales durante el verano (Ver Figura 18). Por esta razón las

estaciones deben participar del análisis puesto que son además parte de la frontera para delimitar las curvas isoyetas.

Figura 18. Distribución temporal de la precipitación en la región





Cuadro 66. Resultados del cálculo de la oferta natural (mm)

ESTACION	ELEV (m)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
APTO G L VALENCIA	1730	205.2	163.5	210.0	195.3	148.1	78.6	50.7	48.0	124.5	244.4	316.7	231.8	2016.8
VENTA DE CAJIBIO	1800	259.7	217.9	246.0	226.9	185.7	87.5	52.6	52.4	130.3	220.6	285.6	279.7	2244.9
COCONUCO	2800	152.1	124.3	171.0	180.8	147.5	62.8	43.1	29.1	82.3	212.2	233	178.7	1616.9
PURACE	2630	192.1	135.3	192.8	190.9	205.5	66.6	71.6	40.0	113.5	232.5	283.5	236.6	1960.9
TOTORO	2500	193.1	192.0	210.1	155.8	119.1	41.1	29.9	19.5	78.9	198.1	245.4	239.8	1722.8
SATE	1470	202.6	183.2	208.4	197.6	151.3	103.8	53.2	58.0	145.5	264.5	326.2	267.2	2161.5
LOMA REDONDA	3305	104.7	130.4	140.4	215.6	263.4	327.7	481.2	300.5	211	194.5	162.2	123.6	2655.2
LAGUNA SAN RAFAEL	3420	102.3	117.1	128.9	195.3	220.1	271.1	400.6	245.6	159.5	177.1	160.8	119.8	2298.2
TERMALES PILIMBALA	2900	120.8	114.9	143.3	136.7	118.5	96.4	117.2	94.2	75.8	186.3	195.2	145.8	1545.1
POLINDARA	2470	174.4	118.9	167.6	120.9	88.4	36.9	28.8	13.7	65.2	187.9	250.8	178.8	1432.3
JULUMITO ALERTAS	1500	244.2	221.4	220.0	207.9	177.9	101.2	62.0	65.5	165.6	302.7	365.1	277.3	2410.8
GABRIEL LOPEZ	3000	78.0	70.9	86.2	95.4	108.9	88.4	125.6	86.4	77	102.6	104.7	70.9	1095
PAISPAMBA	2850	179.7	165.7	208.7	197.8	149.1	26.9	29.4	21.5	90.2	258.1	279.5	277.1	1883.7
SALADITO	1820	228.4	161.5	183.2	183.0	136.3	70.2	28.3	28.5	90.7	203.3	276.5	247.5	1837.4
SALINAS	2450	210.4	111.9	177.3	140.9	125.9	54.3	23.7	14.9	67.7	181.2	224.8	207.8	1540.8
ARRAYANALES	2464	257.7	188.6	217.1	146.4	157.0	72.7	21.1	28.4	75.3	246.5	308.3	227.3	1946.4
SAN PEDRO	2900	309.0	206.9	215.9	144.9	160.9	63.3	42.1	26.3	70.7	271.1	369.4	289.1	2169.6
EL LAGO	2020	272.8	247.8	168.8	155.8	166.0	75.8	41.0	38.2	150.8	226.6	301.2	279	2123.8

## OFERTA NATURAL PRECIPITACION MEDIA MENSUAL MULTIANUAL

OFERTA NATURAL	AREA (km <sup>2</sup> )	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Subcuenca Río Molinos-Pubus Estaciones Regionales de la red CVC-IDEAM-Acto Popayan		193.7	159.567	183.094	171.55	157.2	95.85	94.561	67.261	109.69	217.233	260.4944	215.43	1925.7
Subcuenca Río Molino-Pubus 3 Estaciones Acto Popayan		272.8	247.8	168.8	155.8	166.0	75.8	41.0	38.2	150.8	226.6	301.2	279.0	2123.8
PRECIPITACION ISOYETAS MEDIAS MENSUALES		218.4	177.2	187.3	178.4	150.4	72.9	46.7	39.8	121.6	223.0	291.0	233.6	1976.5
PRECIPITACION ISOYETAS MEDIAS MENSUALES		218.4	177.2	187.3	178.4	150.4	72.9	46.7	39.8	121.6	223.0	291.0	233.6	1976.5
PRECIPITACION ISOYETAS MEDIAS MENSUALES (50% PROB)		225.0	182.6	193.0	183.9	154.9	75.2	48.1	41.0	125.3	229.8	299.9	240.7	2036.6
PRECIPITACION ISOYETAS MEDIAS MENSUALES (75% PROB)		192.4	156.1	165.0	157.2	132.4	64.3	41.1	35.0	107.1	196.5	256.3	205.7	1740.9
PRECIPITACION ISOYETAS MEDIAS MENSUALES (90% PROB)		158.4	128.5	135.8	129.4	109.0	52.9	33.8	28.8	88.2	161.8	211.1	169.4	1433.4

**2.3.3.3 OFERTA SUPERFICIAL**

Para dar viabilidad a las posibles alternativas como solución a proyectos entorno al aprovechamiento de los recursos hídricos, se debe dar seguridad en términos de tiempo



disponible del aporte o caudal base en la fuente y al caudal de la asignación.

Como es el caso de las corrientes analizadas y basados en el análisis hidrológico de la oferta natural por precipitación, los caudales en los sitios de interés serán estimados con la afectación del 50%, 75% y 90%, lo que implica la seguridad de abastecimiento de agua de los acueductos veredales y en general a toda comunidad que haga uso del recurso para diferentes propósitos. Como adelanto al tema de la demanda los caudales se afectan por un 25% para calidad de agua y

25% de caudal ecológico según el Decreto 155 de 2004, que trata el tema de índices de escasez y tasas por uso del agua. Estos caudales tienen implícito un factor del 10% mínimo para consumo humano, por ser el uso principal doméstico.

El número de curva hallado para las subcuenca Río Molino-Qda. Pubús es 80 y los resultados del cálculo de la oferta superficial para cada acueducto veredal y varias estructuras que realizan algún aprovechamiento hídrico de la subcuenca Río Molino – Qda. Pubús se presentan en los Cuadros 67 a 70.

Cuadro 67. Resultados del cálculo de oferta superficial (precipitación media)

OFERTA SUPERFICIAL MEDIA MENSUAL MULTIANUAL PARA ABASTECIMIENTO DE ACUEDUCTOS VEREDALES SUBCUENCA DEL RIO MOLINO (l/s) - METODO SCS (PRECIPITACION MEDIA)														
PUNTO DE INTERES	AREA (ha)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
SAN RAFAEL	13.8	8.1	6.8	6.6	6.4	4.9	1.6	0.6	0.4	3.7	8.3	12.1	8.8	5.7
EL VERDUN	16.2	9.5	7.9	7.7	7.5	5.7	1.8	0.7	0.5	4.3	9.8	14.2	10.4	6.7
GRUPO SANTA ELENA	96.6	56.7	47.4	46.2	44.6	34.0	10.9	4.3	2.9	25.6	58.2	84.4	61.8	39.8
SANTA ELENA PPAL	55.4	32.5	27.2	26.5	25.6	19.5	6.3	2.5	1.7	14.7	33.4	48.5	35.5	22.8
EL ARADO 1	23.6	13.9	11.6	11.3	10.9	8.3	2.7	1.0	0.7	6.3	14.2	20.6	15.1	9.7
LA PAILA	29.5	17.3	14.5	14.1	13.6	10.4	3.3	1.3	0.9	7.8	17.8	25.8	18.9	12.2
SAN ANTONO Proy	18.5	10.8	9.1	8.8	8.5	6.5	2.1	0.8	0.6	4.9	11.1	16.1	11.8	7.6
EL ARADO 2	28.5	16.7	14.0	13.6	13.2	10.0	3.2	1.3	0.9	7.6	17.2	24.9	18.3	17.2
EL SENDERO	36.9	21.7	18.1	17.7	17.1	13.0	4.2	1.6	1.1	9.8	22.3	32.3	23.7	22.3
SANTA BARBARA 1	16.9	9.9	8.3	8.1	7.8	5.9	1.9	0.7	0.5	4.5	10.2	14.8	10.8	10.2
EL SENDERO 2	153.4	90.0	75.3	73.3	70.9	54.0	17.4	6.8	4.6	40.7	92.5	134.1	98.2	92.5
EL HOGAR ESCUELA	5.9	3.4	2.9	2.8	2.7	2.1	0.7	0.3	0.2	1.6	3.5	5.1	3.8	3.5
TOMA DIR EL HOGAR	8.5	5.0	4.2	4.0	3.9	3.0	1.0	0.4	0.3	2.2	5.1	7.4	5.4	5.1
TULCAN	2568.6	1507	1261	1228	1188	904	291	114	78	682	1549	2246	1645	1549
PUEBLILLO ALTO	19.9	11.7	9.8	9.5	9.2	7.0	2.3	0.9	0.6	5.3	12.0	17.4	12.7	12.0

OFERTA SUPERFICIAL MEDIA MENSUAL MULTIANUAL PARA ABASTECIMIENTO DE ACUEDUCTOS VEREDALES RIO EJIDO (l/s) METODO SCS (PRECIPITACION MEDIA)														
PUNTO DE INTERES	AREA (ha)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
LA PAILA Proy	161.9	95.0	79.5	77.4	74.8	56.9	18.3	7.2	4.9	43.0	97.7	141.5	103.7	66.7
LA PAILA	16.6	9.7	8.1	7.9	7.7	5.8	1.9	0.7	0.5	4.4	10.0	14.5	10.6	6.8
TINAJAS Proy	68.3	40.1	33.5	32.6	31.6	24.0	7.7	3.0	2.1	18.1	41.2	59.7	43.7	28.1
EL ARENAL	47.7	28.0	23.4	22.8	22.1	16.8	5.4	2.1	1.4	12.7	28.8	41.7	30.6	19.6
MONTEBELLO	31.6	18.5	15.5	15.1	14.6	11.1	3.6	1.4	1.0	8.4	19.0	27.6	20.2	13.0
MONTEBELLO Proy	0.7	0.38	0.32	0.31	0.30	0.23	0.07	0.03	0.02	0.17	0.39	0.57	0.42	0.27

OFERTA SUPERFICIAL MEDIA MENSUAL MULTIANUAL PARA ABASTECIMIENTO DE ACUEDUCTOS VEREDALES QDA MATAREDONDA (l/s) - METODO SCS (PRECIPITACION MEDIA)														
PUNTO DE INTERES	AREA (ha)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
LA CLARIDAD	13.0	7.63	6.38	6.22	6.01	4.58	1.47	0.57	0.39	3.45	7.85	11.37	8.33	5.36

Cuadro 68. Resultados del calculo de oferta superficial (precipitación afectada por el 90% de probabilidad de ocurrencia)

OFERTA SUPERFICIAL MEDIA MENSUAL MULTIANUAL PARA ABASTECIMIENTO DE ACUEDUCTOS VEREDALES SUBCUENCA DEL RIO MOLINO (l/s) METODO SCS (90% PRECIPITACION MEDIA)														
PUNTO DE INTERES	AREA (ha)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
SAN RAFAEL	13.8	8.4	7.1	6.9	6.7	5.1	1.7	0.7	0.4	3.8	8.7	12.5	9.2	5.9
EL VERDUN	16.2	9.9	8.3	8.1	7.8	5.9	1.9	0.8	0.5	4.5	10.2	14.7	10.8	6.9
GRUPO SANTA ELENA	96.6	58.9	49.4	48.1	46.5	35.5	11.5	4.6	3.1	26.8	60.6	87.6	64.3	41.4
SANTA ELENA PPAL	55.4	33.8	28.4	27.6	26.7	20.4	6.6	2.6	1.8	15.4	34.8	50.3	36.9	23.8
EL ARADO 1	23.6	14.4	12.1	11.8	11.4	8.7	2.8	1.1	0.8	6.6	14.8	21.4	15.7	10.1
LA PAILA	29.5	18.0	15.1	14.7	14.2	10.8	3.5	1.4	1.0	8.2	18.5	26.8	19.6	12.7
SAN ANTONO Proy	18.5	11.3	9.4	9.2	8.9	6.8	2.2	0.9	0.6	5.1	11.6	16.7	12.3	7.9
EL ARADO 2	28.5	17.4	14.6	14.2	13.7	10.5	3.4	1.3	0.9	7.9	17.9	25.9	19.0	12.2
EL SENDERO	36.9	22.5	18.9	18.4	17.8	13.6	4.4	1.7	1.2	10.3	23.2	33.5	24.6	15.8
SANTA BARBARA 1	16.9	10.3	8.6	8.4	8.1	6.2	2.0	0.8	0.5	4.7	10.6	15.3	11.3	7.2
EL SENDERO 2	153.4	93.6	78.4	76.4	73.9	56.3	18.3	7.3	5.0	42.6	96.2	139.2	102.1	65.8
EL HOGAR ESCUELA	5.9	3.6	3.0	2.9	2.8	2.2	0.7	0.3	0.2	1.6	3.7	5.3	3.9	2.5
TOMA DIR EL HOGAR	8.5	5.2	4.3	4.2	4.1	3.1	1.0	0.4	0.3	2.4	5.3	7.7	5.6	3.6
TULCAN	2569	1568	1313	1279	1237	943	307	121	84	714	1611	2330	1710	1101
PUEBLILLO ALTO	19.9	12.1	10.2	9.9	9.6	7.3	2.4	0.9	0.6	5.5	12.5	18.0	13.2	8.5

OFERTA SUPERFICIAL MEDIA MENSUAL MULTIANUAL PARA ABASTECIMIENTO DE ACUEDUCTOS VEREDALES RIO EJIDO (l/s) METODO SCS (90% PRECIPITACION MEDIA) METODO SCS (90% PRECIPITACION MEDIA)														
LA PAILA Proy	161.9	98.8	82.8	80.6	78.0	59.4	19.3	7.7	5.3	45.0	101.5	146.9	107.8	69.4
LA PAILA	16.6	10.1	8.5	8.3	8.0	6.1	2.0	0.8	0.5	4.6	10.4	15.1	11.1	7.1
TINAJAS Proy	68.3	41.7	34.9	34.0	32.9	25.1	8.2	3.2	2.2	19.0	42.8	61.9	45.4	29.3
EL ARENAL	47.7	29.1	24.4	23.7	23.0	17.5	5.7	2.3	1.6	13.3	29.9	43.3	31.8	20.5
MONTEBELLO	31.6	19.3	16.1	15.7	15.2	11.6	3.8	1.5	1.0	8.8	19.8	28.6	21.0	13.5
MONTEBELLO Proy	0.7	0.40	0.33	0.32	0.31	0.24	0.08	0.03	0.02	0.18	0.41	0.59	0.43	0.28

OFERTA SUPERFICIAL MEDIA MENSUAL MULTIANUAL PARA ABASTECIMIENTO DE ACUEDUCTOS VEREDALES QDA MATAREDONDA (l/s) - METODO SCS (90 % PRECIPITACION MEDIA)														
LA CLARIDAD	13.0	7.94	6.65	6.48	6.27	4.78	1.55	0.61	0.42	3.62	8.16	11.80	8.66	5.58

Cuadro 69. Resultados del calculo de oferta superficial (precipitación afectada por el 75% de probabilidad de ocurrencia)

**OFERTA SUPERFICIAL MEDIA MENSUAL MULTIANUAL PARA ABASTECIMIENTO DE ACUEDUCTOS VEREDALES SUBCUENCA DEL RIO MOLINO (l/s) (75% PRECIPITACION MEDIA)**

PUNTO DE INTERES	AREA (ha)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
SAN RAFAEL	13.8	6.8	5.7	5.5	5.3	4.0	1.2	0.5	0.3	3.0	7.0	10.3	7.5	4.8
EL VERDUN	16.2	8.0	6.7	6.5	6.3	4.7	1.4	0.5	0.4	3.5	8.3	12.1	8.8	5.6
GRUPO SANTA ELENA	96.6	47.9	39.7	38.7	37.4	28.2	8.6	3.2	2.1	21.0	49.2	72.0	52.4	33.4
SANTA ELENA PPAL	55.4	27.5	22.8	22.2	21.5	16.2	4.9	1.8	1.2	12.1	28.3	41.3	30.1	19.2
EL ARADO 1	23.6	11.7	9.7	9.5	9.1	6.9	2.1	0.8	0.5	5.1	12.0	17.6	12.8	8.2
LA PAILA	29.5	14.6	12.1	11.8	11.4	8.6	2.6	1.0	0.6	6.4	15.0	22.0	16.0	10.2
SAN ANTONO Proy	18.5	9.1	7.6	7.4	7.1	5.4	1.6	0.6	0.4	4.0	9.4	13.8	10.0	6.4
EL ARADO 2	28.5	14.1	11.7	11.4	11.0	8.3	2.5	0.9	0.6	6.2	14.5	21.3	15.5	9.9
EL SENDERO	36.9	18.3	15.2	14.8	14.3	10.8	3.3	1.2	0.8	8.0	18.8	27.5	20.0	12.8
SANTA BARBARA 1	16.9	8.4	6.9	6.8	6.5	4.9	1.5	0.6	0.4	3.7	8.6	12.6	9.2	5.8
EL SENDERO 2	153.4	76.0	63.0	61.5	59.4	44.8	13.7	5.0	3.3	33.4	78.2	114.4	83.2	53.0
EL HOGAR ESCUELA	5.9	2.9	2.4	2.4	2.3	1.7	0.5	0.2	0.1	1.3	3.0	4.4	3.2	2.0
TOMA DIR EL HOGAR	8.5	4.2	3.5	3.4	3.3	2.5	0.8	0.3	0.2	1.8	4.3	6.3	4.6	2.9
TULCAN	2569	1273	1055	1031	995	750	229	84	56	560	1310	1915	1393	887
PUEBLILLO ALTO	19.9	9.9	8.2	8.0	7.7	5.8	1.8	0.7	0.4	4.3	10.1	14.8	10.8	6.9

**OFERTA SUPERFICIAL MEDIA MENSUAL MULTIANUAL PARA ABASTECIMIENTO DE ACUEDUCTOS VEREDALES RIO EJIDO (l/s) METODO SCS (75% PRECIPITACION MEDIA)**

LA PAILA Proy	161.9	80.2	66.5	65.0	62.7	47.3	14.4	5.3	3.5	35.3	82.5	120.7	87.8	55.9
LA PAILA	16.6	8.2	6.8	6.7	6.4	4.9	1.5	0.5	0.4	3.6	8.5	12.4	9.0	5.7
TINAJAS Proy	68.3	33.8	28.0	27.4	26.4	19.9	6.1	2.2	1.5	14.9	34.8	50.9	37.0	23.6
EL ARENAL	47.7	23.6	19.6	19.1	18.5	13.9	4.3	1.6	1.0	10.4	24.3	35.6	25.9	16.5
MONTEBELLO	31.6	15.6	13.0	12.7	12.2	9.2	2.8	1.0	0.7	6.9	16.1	23.5	17.1	10.9
MONTEBELLO Proy	0.7	0.32	0.27	0.26	0.25	0.19	0.06	0.02	0.01	0.14	0.33	0.49	0.35	0.22

**OFERTA SUPERFICIAL MEDIA MENSUAL MULTIANUAL PARA ABASTECIMIENTO DE ACUEDUCTOS VEREDALES QDA MATAREDONDA (l/s) - METODO SCS (75% PRECIPITACION MEDIA)**

LA CLARIDAD	13.0	6.45	5.35	5.22	5.04	3.80	1.16	0.43	0.28	2.83	6.63	9.70	7.05	4.49
-------------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Cuadro 70. Resultados del calculo de oferta superficial (precipitación afectada por el 50% de probabilidad de ocurrencia)

**OFERTA SUPERFICIAL MEDIA MENSUAL MULTIANUAL PARA ABASTECIMIENTO DE ACUEDUCTOS VEREDALES SUBCUENCA DEL RIO MOLINO (l/s) (50% PRECIPITACION MEDIA)**

PUNTO DE INTERES	AREA (ha)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
SAN RAFAEL	13.8	5.2	4.3	4.2	4.0	3.0	0.8	0.3	0.2	2.2	5.4	8.0	5.8	3.6
EL VERDUN	16.2	6.1	5.0	4.9	4.7	3.5	1.0	0.3	0.2	2.6	6.3	9.4	6.7	4.2
GRUPO SANTA ELENA	96.6	36.6	29.9	29.3	28.2	20.9	5.8	1.9	1.2	15.3	37.7	56.0	40.2	25.2
SANTA ELENA PPAL	55.4	21.0	17.1	16.8	16.2	12.0	3.3	1.1	0.7	8.8	21.6	32.1	23.1	14.5
EL ARADO 1	23.6	8.9	7.3	7.2	6.9	5.1	1.4	0.5	0.3	3.7	9.2	13.7	9.8	6.2
LA PAILA	29.5	11.2	9.1	9.0	8.6	6.4	1.8	0.6	0.4	4.7	11.5	17.1	12.3	7.7
SAN ANTONO Proy	18.5	7.0	5.7	5.6	5.4	4.0	1.1	0.4	0.2	2.9	7.2	10.7	7.7	4.8
EL ARADO 2	28.5	10.8	8.8	8.7	8.3	6.2	1.7	0.6	0.3	4.5	11.1	16.5	11.9	7.5
EL SENDERO	36.9	14.0	11.4	11.2	10.8	8.0	2.2	0.7	0.5	5.8	14.4	21.4	15.4	9.7
SANTA BARBARA 1	16.9	6.4	5.2	5.1	4.9	3.7	1.0	0.3	0.2	2.7	6.6	9.8	7.0	4.4
EL SENDERO 2	153.4	58.1	47.4	46.5	44.7	33.3	9.2	3.0	1.9	24.3	59.9	88.9	63.9	40.1
EL HOGAR ESCUELA	5.9	2.2	1.8	1.8	1.7	1.3	0.4	0.1	0.1	0.9	2.3	3.4	2.4	1.5
TOMA DIR EL HOGAR	8.5	3.2	2.6	2.6	2.5	1.8	0.5	0.2	0.1	1.3	3.3	4.9	3.5	2.2
TULCAN	2569	973	794	779	749	557	154	51	31	406	1002	1489	1069	671
PUEBLILLO ALTO	19.9	7.53	6.15	6.03	5.80	4.31	1.20	0.39	0.24	3.15	7.76	11.53	8.28	5.20

**OFERTA SUPERFICIAL MEDIA MENSUAL MULTIANUAL PARA ABASTECIMIENTO DE ACUEDUCTOS VEREDALES RIO EJIDO (l/s) METODO SCS (50% PRECIPITACION MEDIA)**

LA PAILA Proy	161.9	61.3	50.1	49.1	47.2	35.1	9.7	3.2	2.0	25.6	63.2	93.8	67.4	42.3
LA PAILA	16.6	6.3	5.1	5.0	4.8	3.6	1.0	0.3	0.2	2.6	6.5	9.6	6.9	4.3
TINAJAS Proy	68.3	25.9	21.1	20.7	19.9	14.8	4.1	1.3	0.8	10.8	26.6	39.6	28.4	17.8
EL ARENAL	47.7	18.1	14.8	14.5	13.9	10.3	2.9	0.9	0.6	7.5	18.6	27.7	19.9	12.5
MONTEBELLO	31.6	12.0	9.8	9.6	9.2	6.8	1.9	0.6	0.4	5.0	12.3	18.3	13.1	8.2
MONTEBELLO Proy	0.7	0.25	0.20	0.20	0.19	0.14	0.04	0.01	0.01	0.10	0.25	0.38	0.27	0.17

**OFERTA SUPERFICIAL MEDIA MENSUAL MULTIANUAL PARA ABASTECIMIENTO DE ACUEDUCTOS VEREDALES QDA MATAREDONDA (l/s) - METODO SCS (50% PRECIPITACION MEDIA)**

LA CLARIDAD	13.0	4.93	4.02	3.95	3.79	2.82	0.78	0.26	0.16	2.06	5.08	7.54	5.42	3.40
-------------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

caudales en las obras hidráulicas principalmente acueductos y algunas soluciones de agua.

En el Mapa 12 se presentan las áreas de aporte para la estimación de

## 2.3.4 DEMANDA DE AGUA

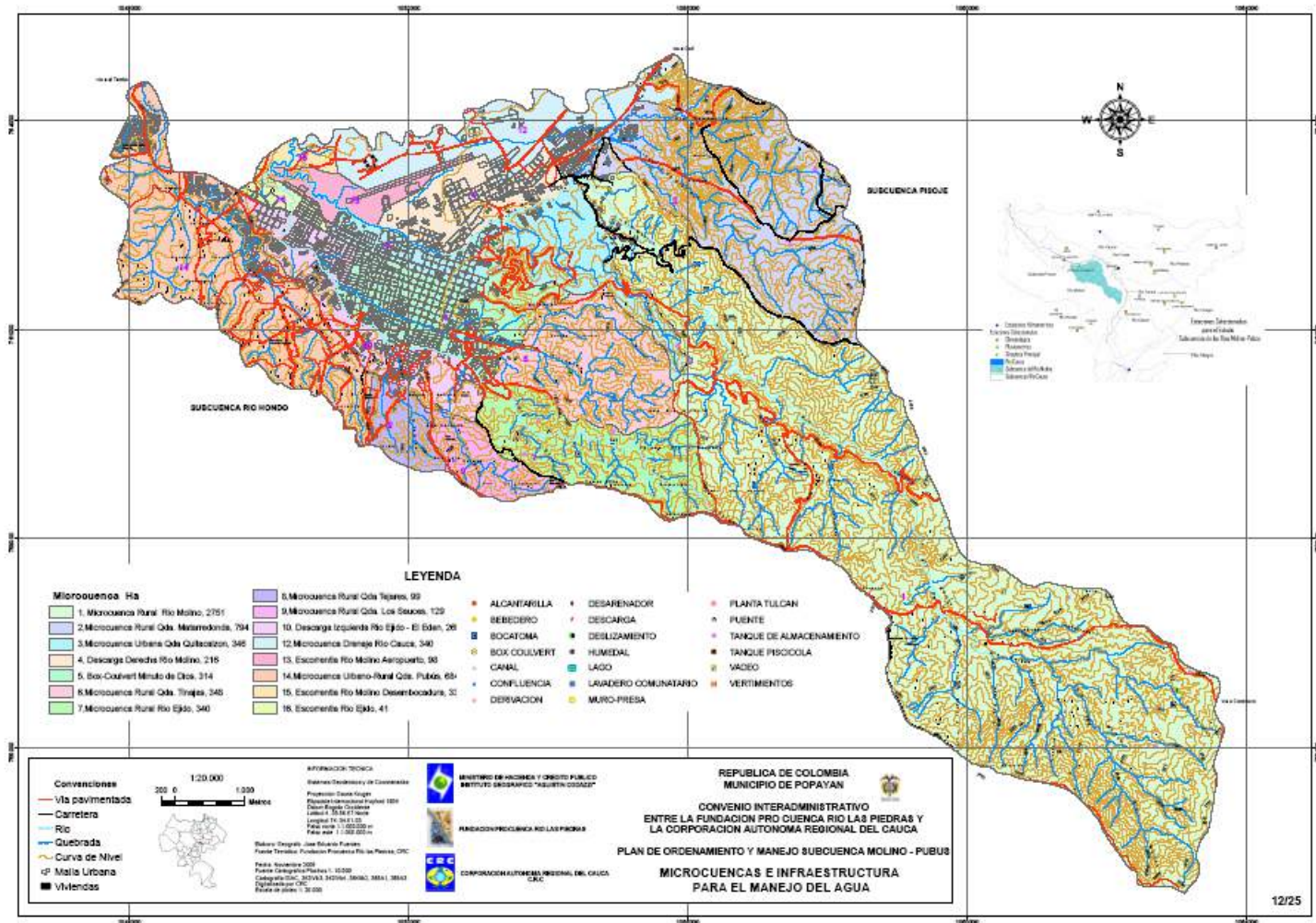
### *2.3.4.1 GEORREFERENCIACIÓN DE OBRAS HIDRÁULICAS IMPORTANTES*

El tipo de estructuras georeferenciadas varían enormemente dependiendo de su ubicación a lo largo de la subcuenca. En la zona alta, generalmente considerada la zona de producción hídrica de la cuenca, se encuentran principalmente tomas rudimentarias para el abasto de predios

con pequeñas extensiones que oscilan entre 1 y 7 plazas y cuyas aguas se utilizan para consumo doméstico y riego de pequeñas huertas y cultivos de pancoger.

En el Cuadro 71 se presenta el resumen de los acueductos veredales y soluciones de agua georeferenciados.

Mapa 12. Microcuencas e infraestructura para el manejo del agua



Cuadro 71. Resumen de las visitas a los acueductos veredales y algunas soluciones de agua de la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús

NOMBRE ACUEDUCTO	OBRAS	NÚMERO DE USUARIOS	CONSUMO	PROBLEMAS IDENTIFICADOS
Nombre: <b>Principal Santa Elena</b> Vereda: Santa Elena Fuente: Qda. Humuy	1 Bocatoma 1 Desarenador 3 Tanques de almacenamiento	24 FAMILIAS 1 ESCUELA	60% Consumo humano 10% Uso agrícola 30% Uso ganadero	Racionamiento
Nombre: <b>San Antonio</b> Vereda: Santa Elena Fuente: Qda. San Antonio	1 Bocatoma	8 FAMILIAS	50% Consumo humano 50% Uso ganadero	No tiene tanque de almacenamiento
Nombre: <b>El Arado</b> Vereda: Santa Elena Fuente: Qda. Canchoncho	1 Bocatoma 1 Desarenador	9 FAMILIAS	50% Consumo humano 50% Uso ganadero	4 tanques sépticos. Requiere un tanque de almacenamiento para abastecer más usuarios
Nombre: <b>San Luís</b> Vereda: Santa Elena Fuente: Qda. San Antonio	1 Tanque almacenamiento	3 FAMILIAS Con proyección para 5 FAMILIAS	50% Consumo humano 50% Uso ganadero	En ésta zona hay 3 pozos sépticos y la descarga de otras aguas servidas, van a un canal abierto que cae a la Qda. San Antonio Al agua no se le hace ningún tipo de tratamiento se requiere solucionar el problema de aguas servidas. El tanque de almacenamiento es muy pequeño se requiere ampliación para abastecer más usuarios.
Nombre: <b>Solución predial</b> Vereda: Santa Elena Fuente: Qda. La Paila	1 Tanque de almacenamiento	1 FAMILIA Predio Sr. Bolívar Sánchez.	Consumo humano Uso ganadero Riego de huertas caseras	Las soluciones de agua son tanques de almacenamiento que captan las fuentes de los nacimientos.
Nombre: <b>Solución Predial</b> Vereda: Santa Elena Fuente: Qda. La Paila	1 Tanque de almacenamiento	4 FAMILIAS Predio Familia Casamachin Bonilla	Consumo humano Uso ganadero (20 cabezas) Riego de huertas caseras	Las solución de agua son tanques de almacenamiento que captan las fuentes de los nacimientos. No tiene desarenador.
Nombre: <b>Interveredal</b> Vereda: Vereda PISOJÉ Alto San Alfonso (PISOJÉ) y El Hogar y La Claridad (Molino) Fuente: Qda. San Antonio	<b>Proyección</b> de construcción	No se tiene datos	Consumo humano	En el momento de entrar en funcionamiento se efectuará un trasvase de la subcuenca río Molino al río PISOJÉ.
Nombre: <b>San Rafael</b> Vereda: Santa Elena Fuente: Qda El Consuelo	1 Bocatoma 1 Desarenador	6 FAMILIAS Se proyectan otras 6 FAMILIAS	Consumo humano Uso ganadero	El caudal se mantiene en verano.

Cuadro 71. Resumen de las visitas a los acueductos veredales y algunas soluciones de agua de la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús

NOMBRE ACUEDUCTO	OBRAS	NÚMERO DE USUARIOS	CONSUMO	PROBLEMAS IDENTIFICADOS
Nombre: <b>El Verdun</b> Vereda: Santa Elena Fuente:	1 Bocatoma	3 FAMILIAS	10% Consumo humano 90% Uso ganadero (60 cabezas)	No tiene muros de contención y existe un derrumbe cercano. 2 pozos negros. 1 tanque séptico. Las descargas se realizan sobre la Qda. El Incora.
Nombre: <b>Grupo Santa Elena</b> Vereda: Qda. La Cumbre Fuente: Qda San Antonio y Agua regada (Guias) Cartog.(Piedra Grande o Villurco)	1 Bocatoma 1 Desarenador 1 Tanque de almacenamiento	6 Predios	Consumo humano Uso ganadero Piscícolas artesanales (1.500 peces) Riego de huertas caseras	El caudal se mantiene en época de verano.
Nombre: <b>Poblazón</b> Vereda: Poblazón Fuente: Qda. El Mangón, afluente de río Negro	1 Bocatoma 1 Desarenador 2 Tanque de almacenamiento	Se abastecen 110 FAMILIAS El agua no es suficiente ya que fue diseñado para 40 FAMILIAS	Consumo humano Riego de huertas caseras con restricciones.	Cuando está fuera de servicio por turbiedad, producto de sedimentos por deslizamiento, el agua es captada de la Qda. Jigua. Las aguas servidas van a campo abierto. Se someten a serios racionamientos de agua. Tiene un tubo de eternit en la conducción que fue instalado hace aproximadamente cuarenta años.
Nombre: <b>Samanga-Siloé</b> Vereda: Fuente: Qda. Yaquibá	1 Bocatoma 1 Desarenador 3 Tanque de almacenamiento Obras en buen estado	Diseñado para 350 FAMILIAS y solo se abastecen 150 FAMILIAS	Consumo humano. Parte baja de Poblazón, Parte alta de Santa Bárbara, toda la vereda de Samanga, toda la vereda de Siloé. Parte alta del barrio Maria Oriente	Las instalaciones generales del acueducto son insuficientes, no obstante, se deben revisar detalladamente las conducciones y la Bocatoma de agua.
Nombre: <b>Pata de Venado</b> Vereda: Corregimiento El Sendero Fuente: Qda. Pata de Venado	1 Bocatoma 1 Desarenador	150 FAMILIAS	Consumo humano	Las aguas residuales se descargan al río Molino. No se reportó la existencia de un tanque de almacenamiento
Nombre: <b>Santa Bárbara</b> Vereda: Santa Bárbara Fuente: Santa Bárbara	1 Bocatoma 1 Desarenador 1 Tanque de almacenamiento	22 FAMILIAS	Consumo humano Riego de hierbas aromáticas por aspersión	Durante la construcción de la conducción no se hizo topografía de la línea, no cuenta con válvulas ventosas y por esta razón la tubería se revienta. Las aguas servidas no llegan a las fuentes superficiales. El tanque de almacenamiento tiene más de 20 años de construido. E la actualidad presenta filtraciones a un lado



Cuadro 71. Resumen de las visitas a los acueductos veredales y algunas soluciones de agua de la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús

NOMBRE ACUEDUCTO	OBRAS	NÚMERO DE USUARIOS	CONSUMO	PROBLEMAS IDENTIFICADOS
				de la estructura y la tapa esta dañada.
Nombre: Santa <b>Bárbara No. 2</b> o El Arado Vereda: Santa Bárbara Fuente: Qda. La Honda	1 Bocatoma 2 Tanques de almacenamiento	40 FAMILIAS	Consumo humano	La mayoría de predios cuentan con letrinas y tanque séptico. No tiene desarenador. Las válvulas ventosas no funcionan bien. En la actualidad no se efectúan racionamientos.
Nombre: <b>El Sendero</b> Vereda: El Sendero Fuente: Qda. La Honda	1 Bocatoma 3 Tanque de almacenamiento 1 Desarenador	30 FAMILIAS	Consumo Humano	La línea de conducción no tiene válvulas ventosas.
Nombre: <b>El Arenal</b> Vereda: El Sendero Fuente: Qda San Antonio	1 Bocatoma 1 Tanque de almacenamiento	De 35 a 40 FAMILIAS	Consumo Humano	El sistema no tiene desarenador. El caudal disminuye considerablemente en época de estiaje.
Nombre: <b>Tulcán</b> Ciudad: Popayán Fuente: Río Molino	Tanques de almacenamiento Desarenadores Planta de tratamiento	10% de Popayán Centro de Popayán Comuna 4 y 5 Barrio Caldas Avelino Ul Santa Inés Moscopan Maria Occidente	100% Consumo humano Se ha solicitado de la vereda Pomona agua para riego y cultivos hidropónicos.	Para el saneamiento básico existe el alcantarillado de Popayán, al igual que para el manejo de aguas residuales. Tiene una concesión de agua de 250 l/s.
Nombre: <b>Pueblillo Alto</b> Vereda: Pueblillo Alto Fuente: Qda. sin nombre	1 Bocatoma 1 Tanque de almacenamiento	70 FAMILIAS	Consumo humano	Algunos predios tienen tanques sépticos y en la zona cuentan con el alcantarillado de Popayán El tanque de almacenamiento es pequeño, lo que obliga a realizar racionamientos.

Cuadro 71. Resumen de las visitas a los acueductos veredales y algunas soluciones de agua de la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús

NOMBRE ACUEDUCTO	OBRAS	NÚMERO DE USUARIOS	CONSUMO	PROBLEMAS IDENTIFICADOS
Nombre: <b>La Claridad</b> Vereda: PISOJÉ Fuente:	1 Bocatoma 1 Desarenador 1 Tanques de almacenamiento	45 FAMILIAS y 22 FAMILIAS solicitaron el servicio	Consumo Humano	En verano hay racionamientos de agua. Existe una concesión de 1.2 l/s. Por la forma del sistema se efectúa un trasvase a la subcuenca río PISOJÉ. Se reforestó el nacimiento de agua
Nombre: <b>Escuela Hogar</b> Vereda: El Hogar Fuente: Qda. Ojito de agua	1 Bocatoma 1 Tanque de almacenamiento 1 Desarenador	Es para uso de la Escuela pero 3 FAMILIAS usan el agua en calidad de préstamo	Consumo humano	El tanque de almacenamiento no tiene flotador. El sistema se encuentra en buenas condiciones, se requiere tratamiento de agua (Los filtros de lecho lento podrían ser una solución).
Nombre: <b>Vereda El Hogar</b> Vereda: Vereda El Hogar Fuente: Cerro alto	<b>Proyección</b> acueducto Vereda El Hogar Ya están construidos el tanque de almacenamiento y el desarenador Bocatoma proyectada para el acueducto El Hogar	Para abastecer de 46 a 68 FAMILIAS	Consumo humano	
Nombre: <b>Solución de Agua</b> Vereda: Pueblillo Alto Fuente: Sin nombre	Solución de aguas Bosque del río Molino por medio de Tanque de almacenamiento	20 FAMILIAS	Consumo humano	Las descargas se efectúan directamente al río Molino. Hay usuarios sin abastecimiento.
Nombre: <b>Montebello</b> Vereda: Fuente: Qda. Montebello	1 Bocatoma 1 Desarenador 1 Tanque de almacenamiento	60 FAMILIAS Se pretende proyectar a 95 FAMILIAS	Consumo humano	Las descargas se hacen directamente al río Ejido. La Qda. Montebello no se seca.
Nombre: <b>La Paila</b> Vereda: Fuente: Qda. Los Sauces	1 Bocatoma 1 Desarenador 1 Tanque de almacenamiento	70 FAMILIAS Se quedan 15 FAMILIAS sin abastecimiento	Consumo humano	Se piensa ampliar el acueducto, el desarenador y el tanque de almacenamiento. Se pretende un sistema que capte aguas de la Qda. Los Sauces. El tanque de almacenamiento presenta fugas. Las aguas servidas van a campo abierto y afectan a la Qda.

Cuadro 71. Resumen de las visitas a los acueductos veredales y algunas soluciones de agua de la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús

NOMBRE ACUEDUCTO	OBRAS	NÚMERO DE USUARIOS	CONSUMO	PROBLEMAS IDENTIFICADOS
Nombre: <b>Siloé</b> Vereda: Siloé Fuente:	Tanque de almacenamiento	El agua no alcanza para los 320 predios, ya que 200 no tienen suministro y se surten de arroyos	Consumo humano Uso ganadero Uso agrícola a pequeña escala	Dos agúitas En verano, el agua no alcanza, ya que el caudal disminuye considerablemente. Debido a que en Samanga riegan mora y hay potreros con aspersores, el agua disminuye para la comunidad que se beneficia del acueducto. Hay algunos tanques sépticos, pero la mayoría de las aguas servidas van a campo abierto.
Nombre: <b>Tinajas</b> Vereda: Tinajas Fuente: Qda. Tinajas	<b>Proyección</b> acueducto	Proyectado para 40 FAMILIAS	Consumo humano	La fuente presenta problemas por derrumbes.

### 2.3.4.2 RESULTADOS DEMANDA DE AGUA

La demanda de agua en una cuenca, está representada por la cantidad de agua necesaria para desarrollar diferentes actividades sociales y económicas donde se requiere de este recurso:

- ❖ **Actividades agrícolas.** Los cultivos requieren de agua para efectuar los procesos fisiológicos, de transpiración, transformación de tejidos y alcanzar el apropiado desarrollo de las plantas. No solo los cultivos sino todo tejido vegetal requiere de agua para su permanencia dentro de estos también se encuentran los propios bosques reguladores de agua.
- ❖ **Actividades domésticas.** Una población o comunidad necesita de agua para abastecer sus necesidades de consumo de agua potable y uso doméstico. Esta demanda requiere ser proyectada en el tiempo.
- ❖ **Actividades industriales.** Para llevar a cabo actividades correspondientes al sector dedicado a la industria es fundamental el uso del recurso agua.

- ❖ **Otros usos.** Existen otras demandas de agua, entre ellas la representada por los requerimientos mínimos de agua para conservar la biodiversidad existente en los cauces de agua superficial y el manejo de la calidad de agua mediante dilución de cargas contaminante.

#### **Demanda agrícola**

Dentro de los fenómenos a considerar en el balance hídrico de una región, zona o cuenca, la evapotranspiración considera de una manera directa el efecto del intercambio de agua (respiración y transpiración) de los seres vivos, principalmente las plantas; con la correcta determinación de este parámetro se pueden trazar programas confiables del manejo de agua para riego de plantaciones, previo conocimiento de los recursos hídricos disponibles.

El método de Penman aplicado para las subcuenca Río Molino-Qda. Pubús, desde subcuencas productoras de agua hasta subcuencas receptoras a partir de los datos climáticos de las cuatro estaciones que hicieron parte

de la caracterización climatológica Aeropuerto GLV, Tunía, Gabriel López y Paispamba; dado que el método se basa principalmente en el parámetro de temperatura, altura y humedad relativa, se aplicó la correlación obtenida según los valores del Cuadro 50, buscando obtener un plano que detalle la evapotranspiración un franjas de altura.

En el Anexo 1 se presenta los datos climáticos y los cálculos paso a paso hasta obtener la evapotranspiración (*ET<sub>o</sub>*). En el Anexo 2 se presenta el resumen de cálculos de la *ET<sub>o</sub>*.

### **Demanda de agua para uso doméstico**

- **Escenario actual:** para el escenario actual de esta demanda se toman los datos del estudio recopilados en campo y recuperados de los guías, fontaneros y personas que acompañaron a las visitas de trabajo. (Ver Cuadro 72).

- **Proyección:** la estimación de la demanda de agua requerida para consumo humano, se determina con base en una dotación entre 180 y 240 litros por habitante por día (varía de acuerdo con la región en estudio y la oferta de agua para satisfacer la demanda) teniendo en cuenta labores de beneficio, eficiencia y riego de pequeñas parcelas.

La demanda doméstica estimada para diferentes quinquenios se presenta en el Cuadro 73 tanto para una dotación de 180 l/hab-día como de 240 l/hab-día.

La demanda pecuaria y de pequeña producción como huertas y piscícolas para consumo propio es mezclada con la demanda doméstica y es muy difícil separar ambas demandas, lo que sería enfrentado con un proyecto de manejo integral del recurso hídrico, dado el complejo sistema encontrado en la subcuenca, por lo anterior se

toman los datos y se consideran que son abastecimiento doméstico.

### **Demanda de agua para uso industrial**

En el caso de la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús la demanda industrial queda inmersa en la demanda doméstica abastecida por el acueducto Tulcán. Por tanto esta demanda se involucra como un factor igual al 10% de la demanda doméstica, aunque es en realidad el 8% de la demanda agrícola según algunos estudios de la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca - CVC), en la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús no existe marcadamente una vocación agrícola de gran escala, entonces se toma como referencia la demanda de mayor presión.

### **Otras demandas: caudal ecológico**

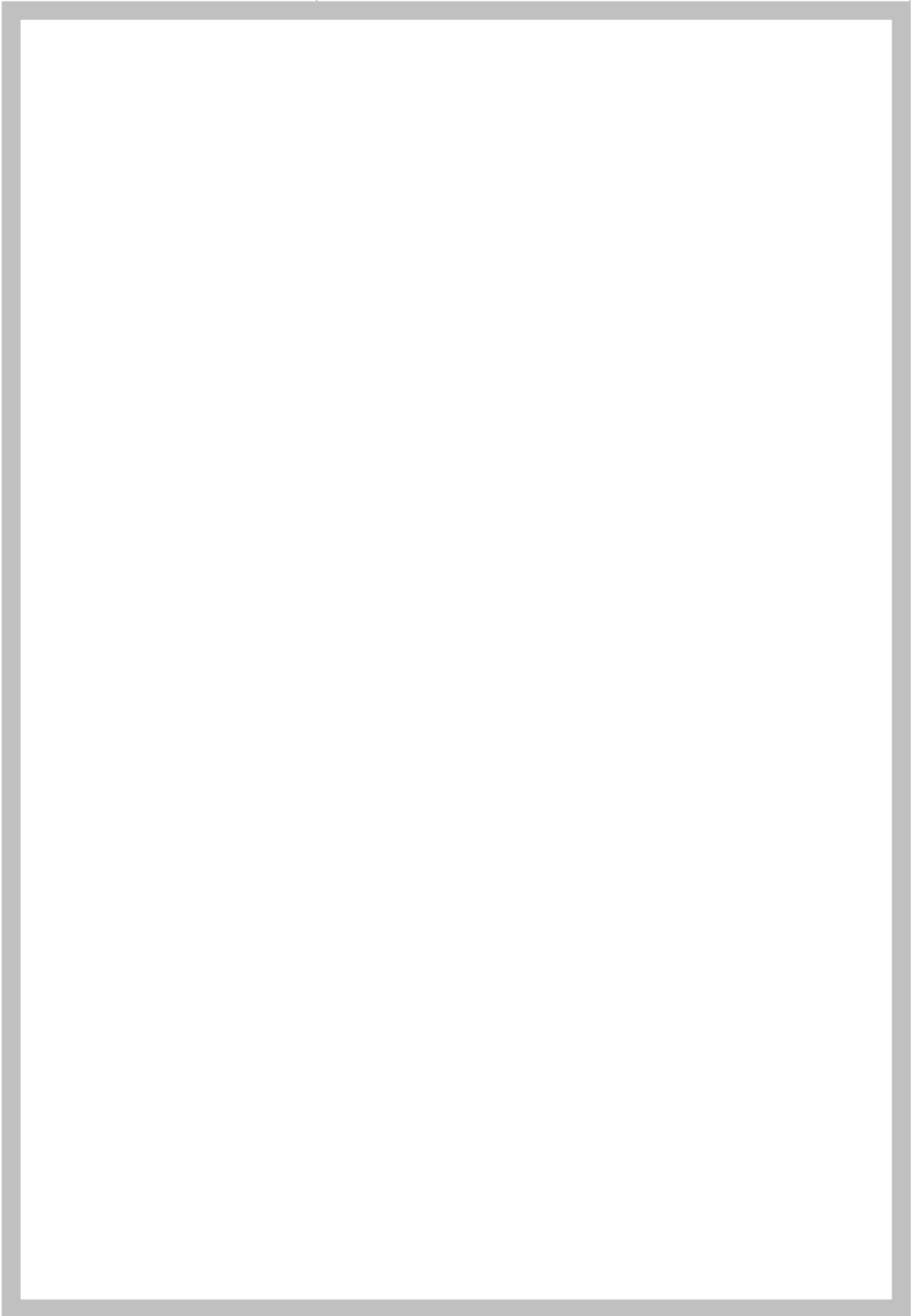
Para las subcuenca Río Molino-Qda. Pubús no se puede aplicar ninguna de las metodologías descritas, aun la hidrológica, que es de cerca la más acertada, pues basa su análisis en los registros histórico, el no contar con una estación hidrométrica también impide este análisis. Por tal factor y según lo analizado en el transcurso del presente trabajo, amerita que la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús se

aplique el mayor porcentaje posible según la Metodología para el Cálculo del Índice de Escasez publicada por el IDEAM como apoyo al decreto 0155 del 22 de enero de 2004, esto es, optar

por tomar un 25% del caudal medio mensual multianual más bajo registrado, en este caso del estimado por el SCS.

Cuadro 72. Escenario actual de la demanda doméstica. Comprobación en campo

ACUEDUCTO RIO MOLINO	AREA DE LA CUENCA DE APOORTE HECTAREAS	MIEBROS DE LA FAMILIA FAMILIAS BENEFICIADAS
SAN RAFAEL	13.8	6
EL VERDUN	16.2	3
GRUPO SANTA ELENA	96.6	6
SANTA ELENA PPAL	55.4	24
EL ARADO 1	23.6	9
LA PAILA	29.5	4
SAN ANTONO Proy	18.5	8
EL ARADO 2	28.5	40
EL SENDERO	36.9	30
SANTA BARBARA 1	16.9	22
EL SENDERO 2	153.4	150
EL HOGAR ESCUELA	5.9	3
TOMA DIR EL HOGAR	8.5	20
PUEBLILLO ALTO	19.9	70
<b>TULCAN</b>	<b>2568.6</b>	<b>67500</b>
<b>TOTAL RIO MOLINO</b>		
<b>RIO EJIDO</b>		
LA PAILA Proy	161.9	70
LA PAILA	16.6	70
TINAJAS Proy	68.3	40
EL ARENAL	47.7	40
MONTEBELLO	31.6	60
MONTEBELLO Proy	0.7	35
<b>TOTAL RIO EJIDO</b>		
<b>MATAREDONDA</b>		
LA CLARIDAD	13.0	45
<b>TOTAL QDA MATAREDONDA</b>		





Cuadro 73. Proyecciones del cálculo de la demanda de agua para uso doméstico en la subcuenca Río Molino- Qda. Pubús (l/s)

ACUEDUCTO	MIEBROS DE LA FAMILIA	DOTACION (l/hab-día)				CAUDAL MINIMO ESTIMADO (l/s)				DEFICIT PARA 240 l/hab-día			
		4	4	5	5	P MED	P 90%	P75%	P50%	P MED	P 90%	P75%	P50%
RIO MOLINO	FAMILIAS BENEFICIADAS	180	240	180	240					Si > 0	NO DEFICIT	Si < 0	DEFICIT
SAN RAFAEL	6	0.05	0.07	0.06	0.08	0.42	0.45	0.30	0.17	0.33	0.4	0.2	0.1
EL VERDUN	3	0.03	0.03	0.03	0.04	0.49	0.53	0.35	0.20	0.45	0.5	0.3	0.2
GRUPO SANTA ELENA	6	0.05	0.07	0.06	0.08	2.92	3.14	2.09	1.18	2.83	3.1	2.0	1.1
SANTA ELENA PPAL	24	0.20	0.27	0.25	0.33	1.67	1.80	1.20	0.68	1.34	1.5	0.9	0.3
EL ARADO 1	9	0.08	0.10	0.09	0.13	0.71	0.77	0.51	0.29	0.59	0.6	0.4	0.2
LA PAILA	4	0.03	0.04	0.04	0.06	0.89	0.96	0.64	0.36	0.84	0.9	0.6	0.3
SAN ANTONO Proy	8	0.07	0.09	0.08	0.11	0.56	0.60	0.40	0.23	0.45	0.5	0.3	0.1
EL ARADO 2	40	0.33	0.44	0.42	0.56	0.86	0.93	0.62	0.35	0.31	0.4	0.1	-0.2
EL SENDERO	30	0.25	0.33	0.31	0.42	1.12	1.20	0.80	0.45	0.70	0.8	0.4	0.0
SANTA BARBARA 1	22	0.18	0.24	0.23	0.31	0.51	0.55	0.37	0.21	0.20	0.2	0.1	-0.1
EL SENDERO 2	150	1.25	1.67	1.56	2.08	4.63	4.99	3.33	1.87	2.55	2.9	1.2	-0.2
EL HOGAR ESCUELA	3	0.03	0.03	0.03	0.04	0.18	0.19	0.13	0.07	0.14	0.1	0.1	0.0
TOMA DIR EL HOGAR	20	0.17	0.22	0.21	0.28	0.26	0.28	0.18	0.10	-0.02	0.0	-0.1	-0.2
PUEBLILLO ALTO	70	0.58	0.78	0.73	0.97	0.60	0.65	0.43	0.24	-0.37	-0.3	-0.5	-0.7
		<b>DOTACION</b>											
		80	85	90	95								
TULCAN	67500	250	266	352	371	77.56	83.52	55.68	31.35	-293.54	-288	-315	-340
TOTAL RIO MOLINO		253	270	356	377								
<b>RIO EJIDO</b>													
LA PAILA Proy	70	0.58	0.78	0.73	0.97	4.89	5.26	3.51	1.98	3.92	4.3	2.5	1.0
LA PAILA	70	0.58	0.78	0.73	0.97	0.50	0.54	0.36	0.20	-0.47	-0.4	-0.6	-0.8
TINAJAS Proy	40	0.33	0.44	0.42	0.56	2.06	2.22	1.48	0.83	1.51	1.7	0.9	0.3
EL ARENAL	40	0.33	0.44	0.42	0.56	1.44	1.55	1.03	0.58	0.88	1.0	0.5	0.0
MONTEBELLO	60	0.50	0.67	0.63	0.83	0.95	1.03	0.68	0.39	0.12	0.2	-0.1	-0.4
MONTEBELLO Proy	35	0.29	0.39	0.36	0.49	0.02	0.02	0.01	0.01	-0.47	-0.5	-0.5	-0.5
TOTAL RIO EJIDO		2.63	3.50	3.28	4.38								
<b>MATAREDONDA</b>													
LA CLARIDAD	45	0.38	0.50	0.47	0.63	0.39	0.42	0.28	0.16	-0.23	-0.2	-0.3	-0.5
TOTAL QDA MATAREDONDA		0.38	0.50	0.47	0.63								

### 2.3.5 BALANCE HÍDRICO

El balance entre la demanda y oferta del recurso hídrico, permite identificar posibles soluciones frente a situaciones de déficit y/o excesos de agua, planificar, manejar y distribuir este recurso de manera adecuada en una zona determinada.

Para calcular el balance oferta – demanda de agua, inicialmente se efectúa un balance entre la demanda por uso agrícola, la precipitación media mensual y los distintos escenarios de probabilidad de ocurrencia. Si los resultados generan déficit de agua, es decir, la demanda supera el aporte de la precipitación bajo cualquiera de los escenarios de ocurrencia considerados en el análisis de sensibilidad, se realiza un balance entre la demanda de agua total que incluye el uso agrícola, doméstico e industrial, la conservación de la biodiversidad acuática y la oferta de agua tanto superficial como subterránea.

#### *2.3.5.1 BALANCE 1: PRECIPITACIÓN (OFERTA NATURAL) – DEMANDA DE AGUA PARA USO AGRÍCOLA*

La metodología propuesta establece el cálculo de un primer balance entre la

oferta por precipitación y la demanda agrícola. Este tiene como objetivo establecer el volumen o lámina de agua adicional que requieren mensualmente los cultivos o cobertura vegetal natural para su normal desarrollo y que existe la necesidad de suplir con otras fuentes, ya sea con agua superficial o subterránea.

**Escenario 1. Balance entre la demanda de agua para uso agrícola y el aporte por precipitación media mensual.** Da como resultado que el mes de mayor déficit natural es agosto, aunque durante los meses de junio, julio y septiembre puede presentarse el déficit dado que los valores son muy cercanos a cero. En el Cuadro 74 se presentan los resultados del escenario.

**Escenario 2. Balance entre la demanda de agua para uso agrícola y la precipitación correspondiente al 50% de probabilidad de ocurrencia.** Se considera como un escenario más benévolo que el anterior pues el déficit no es tan marcado, esto se debe a que la probabilidad de ocurrencia del 50% en la precipitación media está sobre el valor promedio de la precipitación, En el Cuadro 68 se presentan los resultados del escenario.

**Escenario 3. Balance entre la demanda de agua para uso agrícola y la precipitación correspondiente al 75% de probabilidad de ocurrencia.** Da como resultado, déficit durante el periodo mayo – septiembre. En el Cuadro 68 se presentan los resultados del escenario.

**Escenario 4. Balance entre la demanda de agua para uso agrícola y la precipitación correspondiente al 90% de probabilidad de ocurrencia.** Da como resultado, déficit durante el periodo febrero – septiembre, con mayor severidad al escenario 3. En el Cuadro 68 se presentan los resultados del escenario. Los valores cero indican que el balance está en déficit.

### 2.3.5.2 BALANCE 2: OFERTA DE AGUA – DEMANDA TOTAL DE AGUA

Se hace necesario hacer la claridad que el término demanda agrícola se cambiaría por volumen de aplicación en caso de existir áreas cultivadas, ya que se debe aplicar riego en los meses que no es suficiente el aporte de la precipitación a los cultivos, esta

práctica tiene una eficiencia aproximada del 40 al 80% al tener en cuenta un conjunto de pérdidas sufridas en la conducción, distribución y aplicación del riego. Estas pérdidas conforman lo que se conoce como eficiencia en el sistema de riego, la cual es menor en el riego por gravedad o surcos, que en sistemas por aspersión o goteo.

Cuadro 74. Balance 1 Oferta natural (probabilidades de ocurrencia) vs. demanda agrícola y natural.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
PRECIPITACION ISOYETAS MEDIAS MENSUALES	218.4	177.2	187.3	178.4	150.4	72.9	46.7	39.8	121.6	223.0	291.0	233.6	1976.5
PRECIPITACION ISOYETAS MEDIAS MENSUALES (50% PROB)	225.0	182.6	193.0	183.9	154.9	75.2	48.1	41.0	125.3	229.8	299.9	240.7	2036.6
PRECIPITACION ISOYETAS MEDIAS MENSUALES (75% PROB)	192.4	156.1	165.0	157.2	132.4	64.3	41.1	35.0	107.1	196.5	256.3	205.7	1740.9
PRECIPITACION ISOYETAS MEDIAS MENSUALES (90% PROB)	158.4	128.5	135.8	129.4	109.0	52.9	33.8	28.8	88.2	161.8	211.1	169.4	1433.4
EVAPOTRANSPIRACION Prom (mm/mes)	132.7	138.6	143.1	141.5	131.9	126.9	126.9	134.5	140.3	138.3	132.0	130.3	1617.0
BALANCE 1: PREC MED- EVT	85.7	44.6	54.6	45.8	17.7	0.0	0.0	0.0	0.0	90.4	158.4	100.9	359.6
BALANCE 1: PREC 50%- EVT	92.4	50.0	60.3	51.2	22.3	0.0	0.0	0.0	0.0	97.2	167.2	108.0	419.6
BALANCE 1: PREC 75% - EVT	59.7	23.5	32.3	24.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	63.8	123.7	73.1	123.9
BALANCE 1: PREC 90% - EVT	25.7	0.0	3.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	29.1	78.4	36.7	0.0

Dado que en esta subcuenca no existen áreas agrícolas de gran actividad o distritos de riego, no se adopta ningún porcentaje de pérdida, por lo tanto la demanda total corresponde a la demanda para uso agrícola o natural, domestico, industria y ambiental. Y el déficit del balance 1 es tomado como la lámina requerida no recuperada para mantener las condiciones de equilibrio natural en la subcuenca.

Las variables son tomadas de la siguiente forma:

- **Agrícola o natural:** no se incluye dado que después del proceso conjunto de la precipitación y la evapotranspiración, el agua superficial

corresponde al escurrimiento de la subcuenca; no existen distritos de riego y las pequeñas huertas son abastecidas con los acueductos

veredales al igual que las piscícolas artesanales.

- **Doméstica:** se compone como la sumatoria de todas las derivaciones de agua para uso domestico que incluyen los acueductos veredales, el acueducto de la ciudad de Popayán y el uso pecuario y de pequeñas huertas. (Cuadro 75).

- **Industrial:** se compone del 10% del uso domestico.

- *Ambiental o ecológica*: por su alto grado de antropismo y aprovechamiento, así como el uso inadecuado del recurso con en detrimento de la calidad del agua se considera que el caudal ecológico y la demanda de dilución de contaminación debe de ser la tasa mas alta aplicable.

En el Cuadro 75 se muestra el balance 2, el cálculo ofrece una descripción clara de lo que sucede con la distribución del agua del río y en general de las corrientes de la subcuenca.

Cuadro 75. Balance 2 oferta superficial vs. demanda total (Agrícola o natural, doméstica, industrial, pecuaria y ambiental)

PUNTO DE INTERES	AREA (ha)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
SUBCUENCA DEL RIO MOLINO HASTA ACTO TULCAN ULTIMO APROVECHAMIENTO. (m <sup>3</sup> /s)	2569	1507	1261	1228	1188	904	291	114	78	682	1549	2246	1645	1057.6
RIO EJIDO TODAS LAS AREAS DE APORTE PARA PROVECHAMIENTOS. (l/s)	327	192	160	156	151	115	37	14	10	87	197	286	209	134.5
QDA. MATAREDONDA (Acto La Claridad) (l/s)	13	7.6	6.4	6.2	6.0	4.6	1.5	0.6	0.4	3.5	7.8	11.4	8.3	5.4
<b>Q MEDIO MOLINO</b>														
DEMANDA DOMESTICA		376.58	376.58	376.58	376.58	376.58	376.58	376.58	376.58	376.58	376.58	376.58	376.58	376.58
DEMANDA INDUSTRIAL	10% Qdem dom	37.66	37.66	37.66	37.66	37.66	37.66	37.66	37.66	37.66	37.66	37.66	37.66	37.66
AFECTACION POR CALIDAD DE AGUA	25%Qmed min	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00
AFECTACION POR CAUDAL ECOLOGICO	25%Qmed min	19.39	19.39	19.39	19.39	19.39	19.39	19.39	19.39	19.39	19.39	19.39	19.39	19.39
<b>TOTAL DEMANDA</b>		<b>458.63</b>	<b>458.63</b>	<b>458.63</b>	<b>458.63</b>	<b>458.63</b>	<b>458.63</b>	<b>458.63</b>	<b>458.63</b>	<b>458.63</b>	<b>458.63</b>	<b>458.63</b>	<b>458.63</b>	<b>458.63</b>
<b>Q MEDIO RIO EJIDO</b>														
DEMANDA DOMESTICA		4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38
DEMANDA INDUSTRIAL	10% Qdem dom	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44
AFECTACION POR CALIDAD DE AGUA	25%Qmed min	2.47	2.47	2.47	2.47	2.47	2.47	2.47	2.47	2.47	2.47	2.47	2.47	2.47
AFECTACION POR CAUDAL ECOLOGICO	25%Qmed min	2.47	2.47	2.47	2.47	2.47	2.47	2.47	2.47	2.47	2.47	2.47	2.47	2.47
<b>TOTAL DEMANDA</b>		<b>9.74</b>	<b>9.74</b>	<b>9.74</b>	<b>9.74</b>	<b>9.74</b>	<b>9.74</b>	<b>9.74</b>	<b>9.74</b>	<b>9.74</b>	<b>9.74</b>	<b>9.74</b>	<b>9.74</b>	<b>9.74</b>
<b>Q MEDIO QDA MATAREDONDA</b>														
DEMANDA DOMESTICA		0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63
DEMANDA INDUSTRIAL	10% Qdem dom	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
AFECTACION POR CALIDAD DE AGUA	25%Qmed min	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
AFECTACION POR CAUDAL ECOLOGICO	25%Qmed min	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
<b>TOTAL DEMANDA</b>		<b>0.88</b>	<b>0.88</b>	<b>0.88</b>	<b>0.88</b>	<b>0.88</b>	<b>0.88</b>	<b>0.88</b>	<b>0.88</b>	<b>0.88</b>	<b>0.88</b>	<b>0.88</b>	<b>0.88</b>	<b>0.88</b>

### *2.3.5.3 PROYECCIONES PARA ACUEDUCTOS VEREDALES*

La proyección de la demanda (Cuadro 75) para uso doméstico es crítica para los años venideros, en algunos acueductos se detectan problemas de abastecimiento. Aunque el balance para cada acueducto no lo demuestra, esto se evidencio en los trabajos de campo pues existen problemas de perdida de agua en las conducciones y tomas.

En los siguientes cuadros se presente el análisis particular para cada acueducto veredal con relación a la proyección de crecimiento, una oferta superficial correspondiente a la oferta natural media y una asignación de 140 l/hab-día. En ellos se puede apreciar que aunque la oferta alcanza a suplir la demanda del recurso para algunos acueductos faltaría considerar las pérdidas de agua en conducción y toma. Los resultados pueden presentar variaciones ya que no se considera derivaciones artesanales o clandestinas en las fuentes que pueden aumentar la demanda del recurso.

### *2.3.5.4 INDICE DE ESCASEZ*

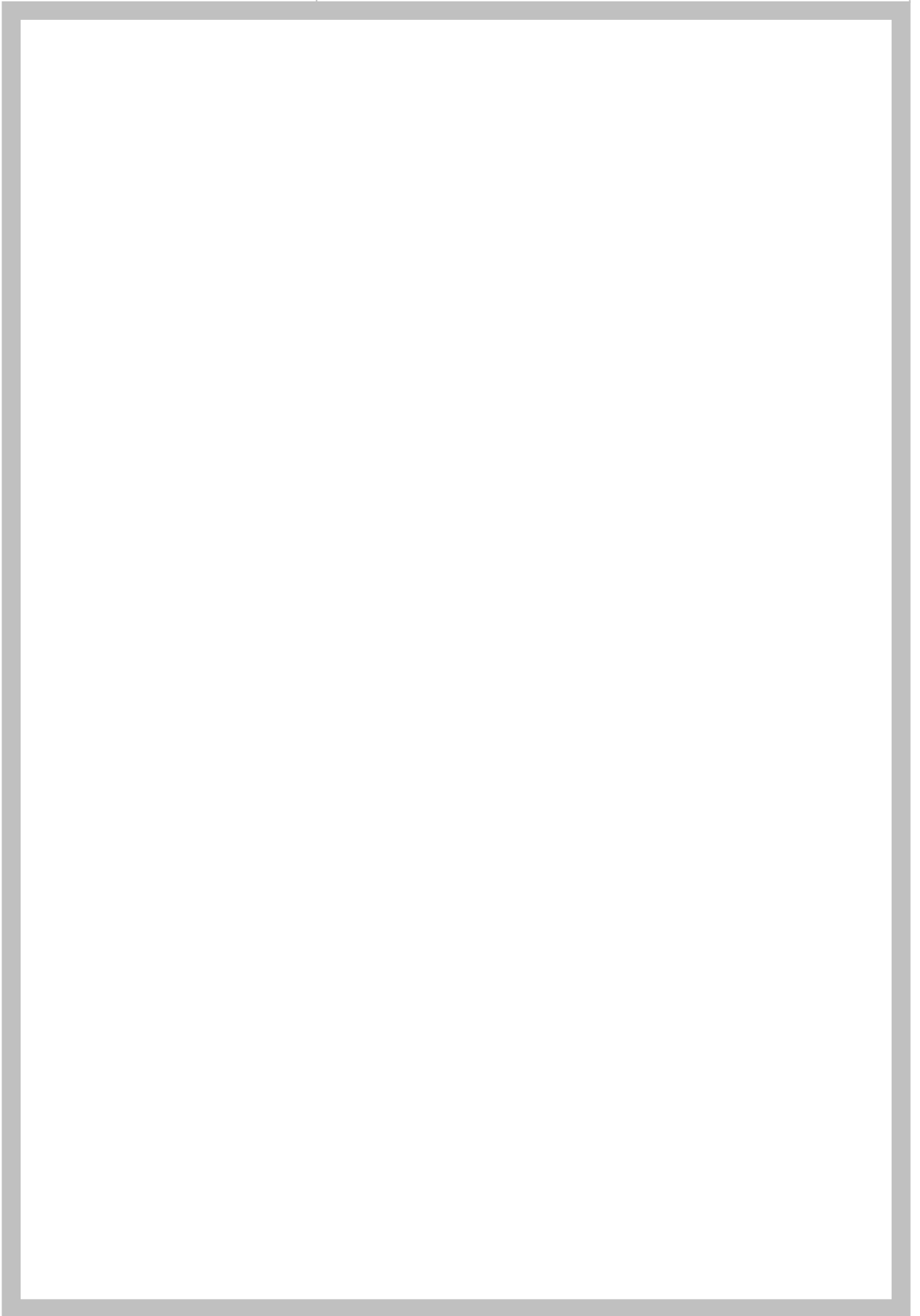
El índice de escasez representa la demanda de agua que ejercen en su conjunto las actividades económicas y

sociales para su uso y aprovechamiento frente a la oferta hídrica disponible (neta).

Esta relación calculada para condiciones hidrológicas medias y secas, dan una visión general de la situación de la disponibilidad de agua actual, y con las proyecciones futuras del abastecimiento a nivel nacional y regional, las entidades del estado involucradas en la gestión ambiental y de los recursos hídricos, podrán tomar las medidas necesarias para que los planes de ordenamiento del uso de los recursos naturales y manejo sostenible de las cuencas hidrográficas, tengan en cuenta zonas que presentan índices de escasez con niveles preocupantes y otras característica desfavorables.

Según los resultados de la metodología para la determinación del índice de escasez (Cuadro 76), la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús, presenta una Demanda alta para los meses de junio a octubre y una demanda apreciable para el resto del año. Se puede concluir que la subcuenca, por las características de demanda requerida (en su mayoría demanda doméstica), son de alta importancia para la permanencia de la comunidad que hace uso de esta fuente. El índice de escasez anual depende de la fuente analizada.





Cuadro 76. Estimación del índice de escasez para la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús

		INDICE DE ESCACEZ (%)												
<b>RIO MOLINO</b>		30	36	37	39	51	158	404	591	67	30	20	28	43
EXPLICACIÓN		MEDIO ALTO	MEDIO ALTO	MEDIO ALTO	MEDIO ALTO	MEDIO ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	MEDIO ALTO	MEDIO	MEDIO ALTO	MEDIO ALTO
COLOR		Naranja	Naranja	Naranja	Naranja	Naranja	Rojo	Rojo	Rojo	Rojo	Naranja	Amarillo	Naranja	Naranja
		INDICE DE ESCACEZ (%)												
<b>RIO EJIDO</b>		5	6	6	6	8	26	67	99	11	5	3	5	7
EXPLICACIÓN DE LA DEMANDA		MINIMO	MINIMO	MINIMO	MINIMO	MINIMO	MEDIO ALTO	ALTO	ALTO	MEDIO	MINIMO	MINIMO	MINIMO	MINIMO
COLOR		Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Naranja	Rojo	Rojo	Amarillo	Verde	Verde	Verde	Verde
		INDICE DE ESCACEZ (%)												
<b>QDA. MATAREDONDA</b>		12	14	14	15	19	60	154	225	26	11	8	11	17
EXPLICACIÓN		MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MEDIO ALTO	MEDIO	MINIMO	MEDIO	MEDIO
COLOR		Amarillo	Amarillo	Amarillo	Amarillo	Amarillo	Rojo	Rojo	Rojo	Naranja	Amarillo	Verde	Amarillo	Amarillo
	ENE													
	FEB													
	MAR													
	ABR													
	MAY													
	JUN													
	JUL													
	AGO													
	SEPT													
	OCT													
	NOV													
	DIC													
	ENE													



*“Mi sueño es que todas las fincas de mi región tengan áreas de conservación de los nacimientos del agua, que ésta se aproveche para la cría de peces y tener bebederos para el ganado y riego de cultivos, que las cercas de los potreros o divisiones de las fincas sean de árboles frutales de la región y que se acaben las cercas con madera, que se tengan bosques para sacar madera.”*

*Niña LAURA MARCELA BASTIDAS*

# Geología,

# Geomorfología y Suelos

## 2.4. GEOLOGIA, GEMORFOLOGÍA Y SUELOS

### 2.4.1 METODOLOGÍAS POR COMPONENTE

#### 2.4.1.1 COMPONENTE GEOLÓGICO

Para el desarrollo del estudio geológico se realizaron los siguientes pasos:

a. **Revisión bibliográfica:** se colectó, revisó, evaluó e interpreto la información disponible de tipo geológico, geomorfológico, entre otros que involucra la zona de estudio; para ello se utilizaron los trabajos realizados por Orrego & Paris (1991); Torres et al (1992).

Durante esta etapa se utilizaron las bases topográficas del IGAC y digitalizadas por la CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL CAUCA, correspondientes al área de estudio a escalas 1: 25.000 y 1:10.000.

b. **Fotointerpretación:** se analizaron las fotografías aéreas que aparecen en el Cuadro 77, con el propósito de identificar geoestructuras, procesos denudativos, rasgos geomorfológicos y zonas de inestabilidad que afectan la subcuenca; esto contribuyo para determinar la dinámica del área.

Cuadro 77. Fotografías aéreas utilizadas para el estudio geológico y geomorfológico

NÚMERO DE VUELO	FAJA	AÑO	NÚMERO DE FOTO
C 2089	S 536		179-182
C 2318	S 708		55-57
C 2318	S 708		75-80

actualizar y/o corregir los mapas hechos en la fase anterior.

A partir de la fotointerpretación se realizaron mapas análogos preliminares, con el fin de determinar estructuras, aspectos morfológicos, procesos denudativos, usos del suelo y posibles unidades geomorfológicas.

Se verificó el mapa geológico de la zona a escala 1:10.000, se observaron afloramientos en vías y quebradas de la zona y se determinaron las diferentes

c. **Trabajo de campo:** se realizaron visitas de campo para verificar,

litologías por medio de la descripción macroscópica.

Se cartografiaron las formaciones superficiales presentes en el área según la metodología de Hermelín (1985) y fueron adaptadas para el área.

Se realizó un levantamiento a escala 1:10.000 definitivo de todos los movimientos de masa. Esto permitió hacer un chequeo a cada proceso y determinar las características más sobresalientes de cada movimiento.

Se creó el mapa de pendientes por medio de SIG.

#### 2.4.1.2 METODOLOGÍA DEL COMPONENTE SUELOS

##### **Delimitación de las unidades de mapeo de los suelos**

Para el levantamiento de los suelos de la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús, cuya finalidad principal es conocer las características intrínsecas extrínsecas de los suelos, así como su patrón de distribución en los diferentes paisajes y tipos de relieve, se realizaron las siguientes etapas:

**a. *Análisis de la información secundaria:*** se realizó un barrido de información de la subcuenca en las instituciones tales como Instituto Geográfico Agustín Codazzi, C.R.C, Alcaldía Municipal de Popayán,

Ingeominas, Fundación Río Piedras, haciendo una recopilación de información textual y digital, se procedió a realizar una selección, clasificación de la misma, que sirvió de línea base para hacer superposiciones cartográficas del área de la subcuenca. De igual forma se seleccionaron las fotografías aéreas disponibles que cubren el área para la fotointerpretación y determinación de las unidades fisiográficas, para hacer la primera fase del estudio.

**b. *Interpretación de fotografías aéreas:*** con las fotografías aéreas e imagen de satélite disponibles para la zona de estudio y de acuerdo a los requerimientos de información para llevar a cabo el estudio detallado de suelos, se determinó una escala de trabajo a 1:10.000.

Se fotointerpretaron las fotografías aéreas del Cuadro 78.

Cuadro 78. Fotografías aéreas utilizadas para el estudio de suelos

NÚMERO DE VUELO	FAJA	AÑO	NÚMERO DE FOTO
C 2089	S 31777	1983	180-183
C 2449	S 36052	1991	023-025
C 2401	S 35434		154-158

Como resultado de la fotointerpretación, se cartografiaron 17 polígonos correspondientes a las

unidades fisiográficas identificadas en la zona de estudio, originadas por los siguientes modelados: Post Glacial denudado (P), Eólico Volcánico (E),

Denudacional (D), Aluvial (A), Disección (D). Con esta información se determinaron además los sitios de muestreo de los suelos y se

estableció un cronograma de actividades para llevar a cabo la segunda fase del trabajo que es la toma de muestras mediante la apertura de calicatas y cajuelas en cada unidad fisiográfica.

***c. Delimitación de Unidades Fisiográficas:*** para tal fin se estructuró una leyenda fisiográfica para el estudio de los suelos en la cuenca integrando los



aspectos de: clima, modelado, paisaje, sub paisaje o tipo de relieve,

### *Relieve y Erosión.*

Las letras empleadas para la cartografía de las unidades fisiográficas se pueden observar en el Cuadro 79.

### **Descripción de los suelos**

El conocimiento de la distribución de los suelos, es elemental para llevar a cabo la evaluación de tierras de la subcuenca y tener una herramienta acertada como insumo para la toma de decisiones conjuntas con las comunidades.

Cuadro 79. Convenciones utilizadas en las unidades fisiográficas

CLIMA		MODELADO		PAISAJE		SUBPAISAJE		RELIEVE		EROSIÓN	
Frío Húmedo	L	Post glacial denudado	P	Abanico	A	Colinas y lomas	C	Plano	a	Ligera	1
		Eólico volcánico	V	Montaña	M	Escarpe	E	Ligeramente ondulado	b	Moderada	2
Templado Húmedo	T	Disección	D	Lomerío	L	Ladera	L	Ondulado	c	Severa	3
		Estructural	E	Valle	V	Terraza	T	Quebrado	d	Muy Severa	4
						Pie de ladera	P	Fuertemente quebrado	e		
								Escarpado	f		
Depresiones	D	Fuertemente escarpado	g								

Una vez identificadas las unidades de mapeo, se procedió a realizar la descripción de los suelos de la siguiente manera:

### **Apertura de calicatas y descripción de los perfiles en campo.**

Se realizó la apertura de 17 calicatas correspondientes a las unidades fisiográficas delimitadas en la subcuenca, donde se describieron los horizontes de cada uno de los perfiles, toma de muestras de suelo, para los

análisis pertinentes y posteriormente hacer la clasificación taxonómica de las unidades así como los análisis de capacidad y aptitud de uso o evaluación de tierras.

### **Análisis de las muestras de suelos**

En el laboratorio de suelos de la CRC se realizaron los siguientes análisis a las muestras recolectadas en campo:

### *Análisis químicos completos más menores*

Este tipo de análisis involucró los análisis químicos de los elementos mayores, menores, cálculos de saturación de Bases, Saturación de Aluminios, pH, Capacidad de Intercambio Catiónico y otros parámetros físicos como Densidad aparente, densidad real, estabilidad estructural, humedad 3 y 15 bares.

### *Análisis de ingeniería*

El análisis con fines ingenieriles, se realiza para un solo perfil de suelo localizado en el sitio en donde se planea construir la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la ciudad de Popayán (PTAR), que se ubica en la terraza aluvial en la zona urbana de la ciudad. Este análisis involucró los siguientes parámetros: retención de humedad a 15 bares, densidad aparente, densidad real, estabilidad estructural, límites de atemberg, conductividad hídrica, distribución granulométrica.

### *Análisis de arcillas*

Se recolectaron dos muestras para hacer análisis de arcillas por Rayos X, con el propósito de conocer su génesis y dinámica en algunas áreas que presentan erosión severa, con el propósito de tomar medidas de control y manejo.

La valoración de los parámetros analizados se puede apreciar en el Cuadro 80.

Cuadro 80. Rangos establecidos para la valoración de parámetros analizados en suelos

GRADO/ APRECIACIÓN	VALORACIÓN	GRADO/ APRECIACIÓN	VALORACIÓN
<b>REACCIÓN AL SUELO (pH)</b>		<b>SATURACIÓN DE ALUMINIO (% de Saturación)</b>	
Menor 4.5	Extremadamente ácido	Bajo	< 35
4.6 – 5.0	Muy fuertemente ácido	Medio	35 - 50
5.1 – 5.5	Medianamente ácido	Alto	50 - 85
5.6 – 6.5	Moderadamente ácido	Muy alto	> 85
6.6- 7.3	Neutro		
7.4 – 7.8	Ligeramente alcalino		
7.9 – 8.4	Medianamente alcalino		
<b>CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICA (Meq/100 gr)</b>		<b>CARBONO ORGÁNICO (%)</b>	
Muy baja	0 – 5	Muy baja	0 – 5
Baja	5 – 10	Baja	5 – 10
Mediana	10 – 20	Mediana	10 – 20
Alta	20 – 30	Alta	20 – 30
Muy alta	Mayor 30	Muy alta	Mayor 30
<b>BASES TOTALES (Meq/100 gr)</b>		<b>SATURACIÓN DE BASES (%)</b>	
Muy baja	0 -1	Muy baja	0 – 20
Baja	1- 5	Baja	20 - 40
Mediana	5 - 10	Mediana	40 - 60
Alta	10 - 30	Alta	60 -80
Muy alta	Mayor de 30	Muy alta	Mayor 80
<b>FÓSFORO (ppm)</b>		<b>POTASIO (Meq/100 gr)</b>	
Bajo	0- 15	Muy baja	Menor 0.2
Mediano	15 – 30	Baja	0.2 – 0.3
Alto	Mayor de 30	Mediana	0.3 – 0.6
		Alta	0.6 – 0.2
		Muy alta	Mayor 1.2
<b>FERTILIDAD (Meq/100 gr)</b>		<b>RIESGO A LA EROSIÓN (Peniente %)</b>	
Muy baja	Menor de 3.6	Bajo	0 – 3
Baja	5.1 – 3.6	Moderadamente bajo	3 - 12; o 0 - 3 en suelos susceptibles a la erosión
Mediana	6.7 – 5.2	Moderadamente	12 - 25; o 3 - 12 en

		alto	suelos susceptibles a la erosión
Alta	8.4 - 6.8	Alto	> 25 o menos 12 - 25 en suelos susceptibles a la erosión
Muy alta	Mayor de 8.4		

**2.4.1.3 METODOLOGÍA  
COMPONENTE. USO ACTUAL DEL  
SUELO, ZONA RURAL**

El levantamiento de uso del suelo se realizó teniendo en cuenta los siguientes pasos:

**a. Recopilación de información secundaria:** se seleccionó y analizó el mayor número de información relacionada con el uso del suelo de la subcuenca, con el fin de adquirir una idea general del área de estudio. Se obtuvo información de las siguientes instituciones:

- Instituto Geográfico Agustín Codazzi I.G.A.C.
- Corporación Autónoma Regional de Cauca C.R.C.
- Universidad del Cauca
- Fundación Pro-cuenca río Las Piedras
- Alcaldía Municipal de Popayán

La cartografía que sirvió de base fueron las cartas topográficas y prediales 342-IV-D-3, 342-IV-D-4, 364-II-B2, 365-I-A-1, 365-I-A-

3, a escala 1:10.000 del Instituto Geográfico Agustín Codazzi I.G.A.C., del año 1967, algunas adquiridas y otras suministradas por la CRC.

**b. Fotointerpretación:** el levantamiento de uso del suelo se realizó utilizando las fotografías aéreas pancromáticas en blanco y negro relacionadas en el Cuadro 81, que se interpretaron de manera visual y digital, actividad que permitió, a través de un fotomosaico, obtener una visual más amplia del uso de suelo del área rural de la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús. Adicionalmente, se desarrolló una comprobación en campo través de veinticinco salidas a diecisiete veredas detallando los aspectos externos, los cuales se compararon con lo observado a través de la interpretación de los productos de sensores remotos para el reconocimiento general, verificación y en su caso, corrección de las unidades cartografiadas y de las categorías de uso del suelo. Este proceso incluyó el apoyo comunitario y verificación cartográfica en los talleres de diagnóstico participativo.

Cuadro 81. Fotografías aéreas utilizadas para el estudio de uso actual del suelo

Numero de vuelo	Faja	Año	Número de foto
C2401	S35434		154-158
C2449	S36052	1991	023-025
C2458	S 36119		187-194
C 2089	S31777	1983	180-183

La comunidad por el conocimiento del área de estudio fue garante permanente, para obtener información, a través del acompañamiento a las diferentes actividades de campo programadas.

*c. Elaboración de la leyenda*, se elaboró de acuerdo a la metodología planteada por la CRC, la cual permite establecer e identificar los diferentes usos del suelo.

Las categorías generales de uso de suelo presentes en la subcuenca Río Molino-

Qda. Pubús son: pecuario, protección conservación, recuperación, agricultura tradicional, industrial, conservación extracción, residencial, extracción recuperación, excedentes, recreacional, extracción pecuario, extracción y educativo.

#### *2.4.1.4 CLASIFICACIÓN DE LAS TIERRAS POR SU CAPACIDAD DE USO*

Para el presente estudio, se tomó como base el sistema de clasificación utilizado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, 1985) ya que este sistema de clasificación permite interpretar las condiciones agrícolas del suelo como medio para determinar la capacidad productiva de las tierras. Los suelos son agrupados de acuerdo a sus limitaciones riesgos de daño y formas como responden al manejo.

Las clases por capacidad de uso son ocho y se designan con números romanos de I a VIII representa y/o agrupa unidades cartográficas de suelos que presentan el mismo grado relativo de limitaciones o riesgos, aumentando estos de la I a la VIII, de manera que a medida que nos alejamos de la clase I, disminuye el número de cultivos que se puede producir, al mismo tiempo que aumentan las prácticas de

conservación que debe realizarse para proteger el recurso suelo. Por lo tanto el grado de capacidad va disminuyendo de la clase I a la clase VIII en cuanto a más drásticos y más numerosos sean los factores limitantes.

La subclase agrupa dentro de las clases a las tierras que tienen factores similares de limitaciones y los mismos riesgos de deterioro para ser utilizados, se designan con las letras minúsculas, e,h,s,c, así:

e = limitación por erosión

h = limitación por humedad edáfica

s = limitación de la zona radicular

c = limitación por clima

v = limitación por vientos fuertes

p = limitación por pendiente

f = limitación por fertilidad

q = limitación por propiedades químicas ( p.e pH)

que afloran en el flanco oeste de la Cordillera Central desde la localidad de Santafé de Antioquia hasta la localidad de Buesaco en el Departamento de Nariño<sup>13</sup>(Ver Foto 1).

*Foto 1.* Afloramiento de esquistos cuarzomícáceos



## 2.4.2 GEOLOGÍA

La subcuenca Río Molino-Qda Pubús está constituida por diferentes unidades geológicas, que comprenden edades desde el Paleozoico hasta la actualidad y son descritas a continuación (Ver Mapa 13):

### 2.4.2.1 COMPLEJO ARQUIA

El nombre de Complejo Arquía, fue propuesto por Núñez (1990) y posteriormente retomado por Maya y González (1995), para referirse a una unidad litodémica conformada por rocas metamórficas de origen ígneo

Al norte de la subcuenca río Molino se observa un cuerpo de Anfibolitas y Metagabros relacionado al sistema de fallas N-NE, en algunos sectores carbonosos, en contacto con Esquistos

cuarzo-micáceos, apareciendo de manera aislada en la parte medio-alta de la subcuenca

### 2.4.2.2 FORMACIÓN POPAYÁN

<sup>13</sup> Barbosa G., 2003. Memoria explicativa Mapa Geológico del Cauca. Santiago de Cali. 2003.



La Formación Popayán fue definida por Hubach y Alvarado (1932), subdividida en siete miembros por Torres et al, (1992) denominados Miembros Polindara, Sombrerillo, Julumito, Cajibío, Palacé, Caldono y La Venta. En la zona de estudio se encuentran depósitos de los Miembros Sombrerillo, Julumito y La Venta.

### **Miembro Sombrerillo**

Flujos de ceniza y bloques de color gris, mal seleccionados con líticos angulosos y con diámetros que varían desde 1cm hasta 2 m, de fragmentos de composición basáltica y metamórfica y matriz arcillosa. En las zonas donde se encuentra meteorizado se observa de color naranja, siendo la matriz la que presenta mayor grado de meteorización (Ver Foto 2).

Existe una datación radiométrica K-Ar en un canto de roca volcánica, la cual reportó una edad de 4.5 m.a. Plioceno. (Woodward clyde consultants, 1983b,<sup>14</sup> ).

---

<sup>14</sup> Torres et al. 1992

Mapa 13. Geología

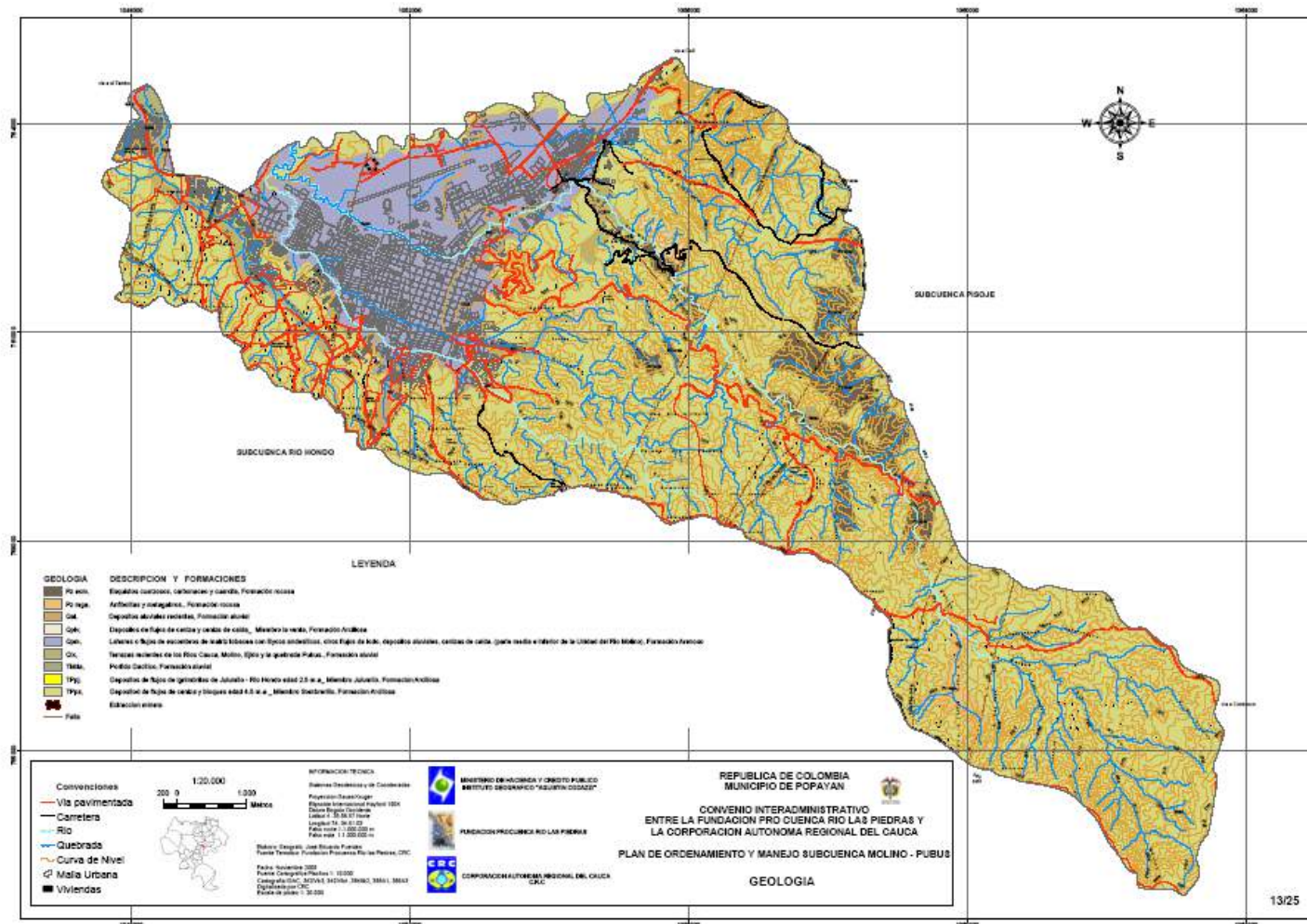


Foto 2. Afloramiento miembro sombrerillo.



### Miembro Julumito

Las ignimbritas presentan una textura porfirítica, con matriz color anaranjado debido a su desvitrificación. “Estas rocas corresponden a tobas vítreas soldadas de composición riolíticas. Las características litológicas y la cartografía de los depósitos del Miembro Julumito, permiten ubicar preliminarmente su fuente en el sector de Polindara-Paletará”<sup>15</sup>. La datación radiométrica según K/Ar para el miembro Julumito es de 2.5 m.a. (James y otros, 1986) <sup>16</sup>, lo que lo ubicaría a finales del Plioceno.

### Miembro La Venta

Corresponden a depósitos de flujos de ceniza y ceniza de caída. Se observan en casi toda la cuenca del río Molino, donde alcanzan espesores de 15m y se

<sup>15</sup> Ibid 2.

<sup>16</sup> Ibid 2.

presentan meteorizados con tonalidades ocre-naranjas (VerFoto 3). Estos depósitos se encuentran afectados por fallas normales, evidenciando actividad tectónica cuaternaria. “Este Miembro se considera del cuaternario superior, cubriendo discordantemente todos los depósitos de la Formación Popayán, excepto los del Miembro Caldon. Sin embargo, es posible que existan, en el Miembro La Venta, cenizas de caída y flujos de ceniza de edad Pliocena”<sup>17</sup>.

Foto 3. Depósitos de flujos de ceniza meteorizados con tonalidades ocre-naranjas



### 2.4.2.3 INTRUSIVOS DE COMPOSICIÓN DACÍTICA

En la zona corresponden a pequeños cuerpos intrusivos de composición dacítica de color gris claro a blanco, con textura porfiríticas con matriz de grano fino a afanítica, y con minerales

<sup>17</sup> Ibid 2.

principalmente de feldespato, cuarzo, hornblenda y/o biotita. En la gran mayoría del área, la roca se encuentra meteorizada compuesta por arcillas y con algo de alteración hidrotermal (minerales de clorita, sericita).

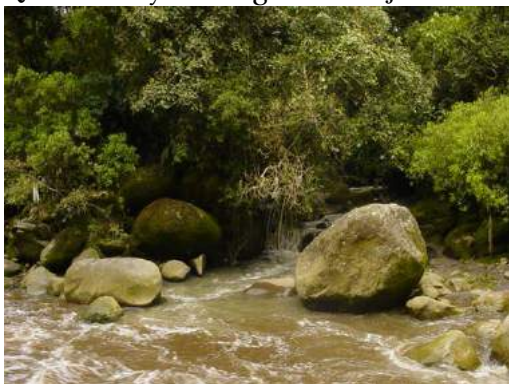
#### *2.4.2.4 DEPÓSITOS DE LAHARES*

Corresponde a lahares o flujos de matriz tobácea con líticos andesíticos, flujos de lodo y materiales de ceniza de caída.

#### 2.4.2.5 DEPÓSITOS ALUVIALES

Los depósitos aluviales están constituidos por materiales clásticos muy heterogéneos en tamaños, conformados por gravas y arenas bien seleccionadas hacia la parte alta de la cuenca, decreciendo a arenas y lodos hacia la desembocadura de los drenajes principales. Los principales depósitos aluviales en la cuenca se localizan a todo lo largo del río Molino, en la parte baja de la Qda. Pubús y a lo largo del río Ejido (Ver Foto 4).

*Foto 4.* Depósitos aluviales ubicados a todo lo largo del río Molino, en la parte baja de la Qda. Pubús y a lo largo del río Ejido.



#### 2.4.2.6 DEPÓSITOS DE TERRAZAS

Los depósitos de terrazas son depósitos aluviales que han sido modelados por la misma corriente determinando geofomas

relativamente planas y alargadas en el sentido de la corriente, formando pendientes verticales hacia la corriente. Estos cuerpos están constituidas por arenas y gravas y esporádicos niveles de limo arcilla dispuestos todos en formas lenticulares y de relleno de canal.

#### 2.4.3 ASPECTOS ESTRUCTURALES

La subcuenca Río Molino-Qda. Pubús está ubicada en la zona de influencia del sistema de fallas de Romeral y se caracteriza por presentar diaclasamientos y fallas locales. Las principales fallas que atraviezan la zona son: Cauca-Almaguer, El Crucero, Las Estrellas, Popayán y Silvia-Pijao en sentido NE y algunas fallas menores sin nombre en sentido NW.

##### 2.4.3.1 SISTEMA DE FALLAS NE

El Sistema de Falla Romeral, fue propuesto por Orrego y París (1991)<sup>18</sup>, para denominar las fallas que se localizan hacia el flanco occidental de la Cordillera Central y cuyos nombres corresponden a las fallas de San Jerónimo, Pijao-Silvia y Cauca-Almaguer, y se buscaba con ello

<sup>18</sup> Orrego A., París, G., 1991 Cuadrangulo N-8, Popayán: Geología, geoquímica y ocurrencias minerales. INGEOMINAS, Bogotá

evitar las confusiones que sobre el trazo original y su connotación presenta la Falla de Romeral (Orrego y París, 1991). Nivia (2001), propone cambiar el nombre de Romeral por el de Sistema de Fallas Cauca-Almaguer cuyo trazo más representativo de este sistema se denomina:

### **Falla Cauca-Almaguer**

La cual es cartografiada en las planchas geológicas del Cauca. Al Sistema de Fallas de Romeral están asociados varios Complejos Ofiolíticos, y de eclogitas (metamorfismo de alta presión) que han sido interpretadas como el resultado de la

colisión entre las placas de Sudamérica con las del Pacífico (Placa de Farallones)<sup>19</sup>.

### **Falla Pijao-Silvia**

Definida por Orrego y Acevedo (1984) en el sector de Paispamba con el nombre de Falla de Silvia y por McCourt (1984) en el área de la Plancha 243 - Armenia con el nombre de Falla Pijao. Según París y Sauret (1991) es de gran extensión en la Cordillera Central y su expresión topográfica es persistente por centenares de kilómetros en el flanco occidental de la Cordillera Central. El nombre compuesto, que se usa actualmente procede de Mosquera y Orrego (1990). Nivia (2001), la considera del mismo sistema de la Falla de Campanario- San Jerónimo.

La estructura sirve de límite o contacto tectónico entre los Complejos Quebradagrande, al oriente y Arquía, al occidente. Son muy evidentes las estructuras de falla como espejos, zonas de cizallas y de rocas trituradas. En algunos sitios se observaron desplazamientos de cenizas recientes. Lo último indica que la falla Pijao-Silvia es activa y que ha tenido movimientos durante el Cuaternario<sup>20</sup>.

<sup>19</sup> Op cit. Camacho. 2003.

<sup>20</sup> Op cit Camacho. 2003.

### **Fallas El Crucero y Las Estrellas**

Estas estructuras sirven de límite o contacto tectónico a la unidad denominada Granitoide Cataclizado de Bellones, de forma alargada que se emplazó tectónicamente dentro de las rocas del Complejo Arquía. Las fallas muestran características de estructuras con movimientos laterales deslizantes. La Falla de las Estrellas constituye el límite oriental del granitoide y la del Crucero es su límite occidental. Estas estructuras fueron definidas y descritas por Orrego y Acevedo (1984). Según París y Sauret (1991), a lo largo de la línea de falla se presentan geoformas tales como silletas de falla, escarpes regularmente preservados y quiebres de terreno.

#### **2.4.4 FORMACIONES SUPERFICIALES**

El análisis de las formaciones superficiales se realizó usando la metodología Hermellín, (1985)<sup>21</sup>; con el propósito de entender las características del material superficial y determinar la relación existente entre el material y la superficie de

<sup>21</sup> Hermelin, M., 1985. Suelos, rocas y formaciones superficiales. Medellín: DYNA No 106.

falla, con la generación de procesos de remoción.

Las formaciones superficiales encontradas en la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús corresponden en su gran mayoría a la meteorización de unidades volcanodetríticas de la Formación Popayán, unidades rocosas tanto ígneas como metamórficas y también a depósitos de caída piroclástica (cenizas); otras formaciones superficiales aflorantes en la subcuenca, en un porcentaje menor a las anteriores, son los coluviones y los depósitos aluviales (Ver Mapa 14).

Según la metodología de Hermelín (1985) las unidades superficiales se dividen en in situ y depósitos.



- **IN SITU:** son generados a partir de procesos de meteorización que forman perfiles, se clasifican según su textura, color y composición química. La complejidad litológica del área de estudio, hace difícil determinar las formaciones superficiales existentes con un solo modelo, por lo tanto se optó por catalogarlas de manera informal, específicamente en éste estudio, para la clasificación de la Formación Popayán.
- **DEPÓSITOS** Acumulación de material terrígeno en una cuenca. En la zona de estudio estos se referenciaron y describieron como depósitos Aluviales.

Depósitos aluviales: se dividen en conos y terrazas aluviales. Estos depósitos son el resultado de una gran agradación de cauces fluviales inducidos por el volcanismo de la cadena volcánica de los Coconucos.

Para la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús estas formaciones geológicas superficiales fueron descritas como:

#### *2.4.4.1 SUELO RESIDUAL DEL MIEMBRO LA VENTA (FORMACIÓN ARENOSA)*

Se trata de unos depósitos de flujos de ceniza y caída de ceniza, meteorizados

con textura granular y minerales de color blanco.

En la subcuenca cubren el mayor porcentaje areal (65%), desde la parte alta, media y algunos sectores en la parte baja y hacia el norte.

#### *2.4.4.2 SUELO RESIDUAL DEL MIEMBRO POLINDARA (FORMACIÓN LODOSA)*

Corresponden a suelos residuales que afloran en la parte Noroeste en cercanías del casco urbano de Popayán. En la subcuenca ocupan el (15%) del área total.

#### *2.4.4.3 DEPÓSITOS ALUVIALES*

Están restringidos a los cauces del río Molino, en la parte baja de la Qda. Pubús y a lo largo del río Ejido y sus afluentes, corresponde a depósitos de gravas y conglomerados clastosoportados mal seleccionados, con clastos redondeados de diversos tamaños, que van de pocos centímetros a metros representan el 8% en la subcuenca.

#### *2.4.4.4 FORMACIÓN GEOLÓGICA SUPERFICIAL ROCOSA*

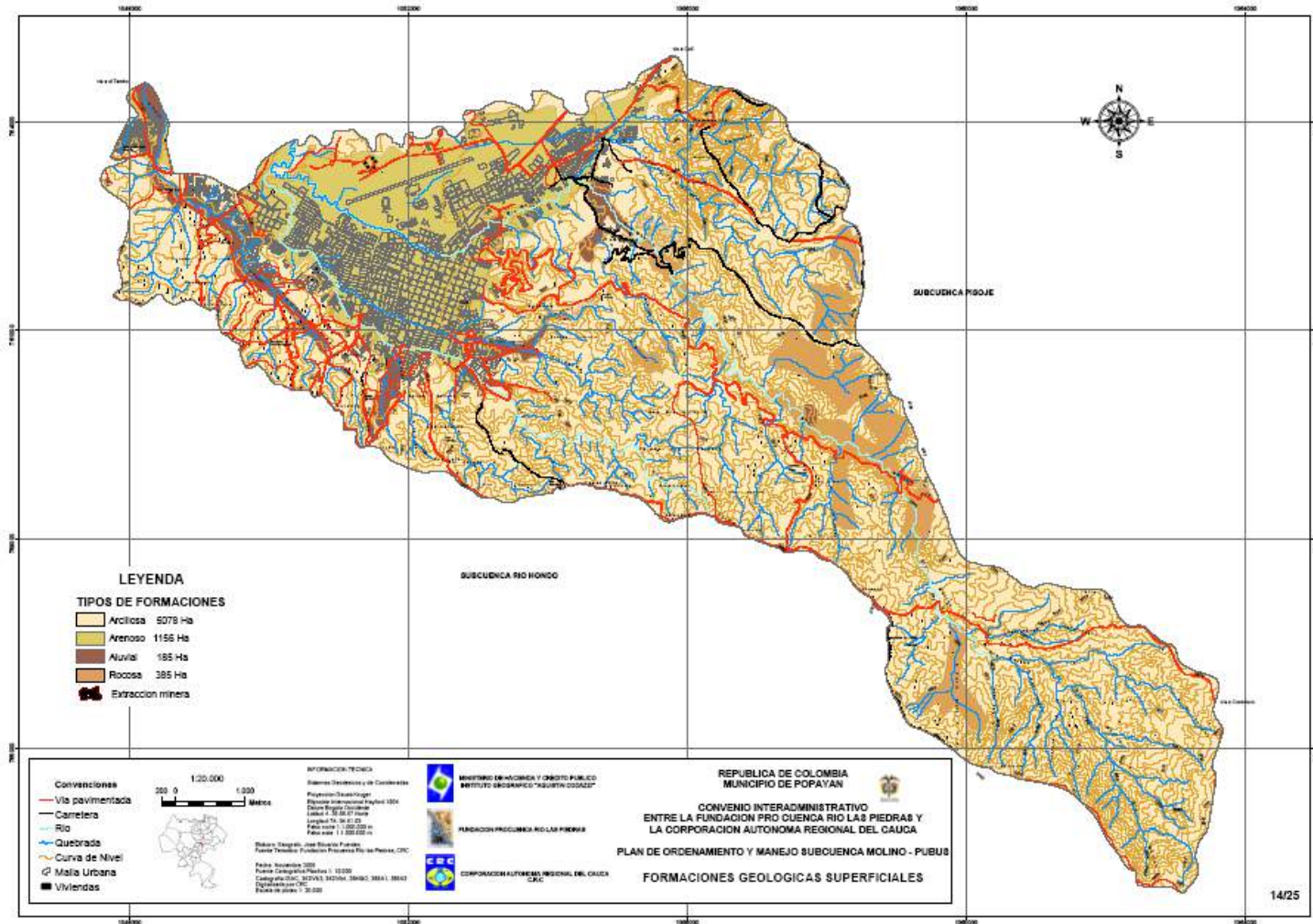
Compuesta por un conjunto de esquistos verdes o metabasitas, de color verde grisáceo y oscuro correlacionables y ligados a las rocas

del complejo Arquía y a los flujos de lava Andesítica del miembro Polindara (Formación Popayán). Representan el 12% del total de la subcuenca.

Cuadro 82. Comparativo entre unidades geológicas y formaciones superficiales

<b>TIPO DE ROCA</b>	<b>DESCRIPCIÓN INFORMAL</b>
Suelo residual del miembro La Venta	Formación Arenosa
Suelo residual del miembro Polindara	Formación Lodosa
Rocas del complejo Arquía	Formación Geológica Superficial Rocosa
Depósitos aluviales	Depósitos aluviales

Mapa 14 Formaciones geológicas superficiales



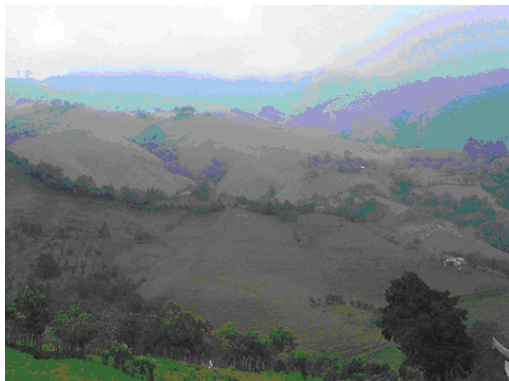
## 2.4.5 GEOMORFOLOGIA

La subcuenca Río Molino-Qda. Pubús se encuentra dividida en dos unidades geomorfológicas:

### 2.4.5.1 UNIDAD A

Debido a los rasgos estructurales se aprecian cuchillas alargadas en la dirección N-E controladas normalmente por la tectónica, con drenaje dendrítico espaciado a subparalelo con alta densidad. Corresponden a la parte Oriental de la subcuenca y se ubica entre las cotas de los 2200 y los 2800 m.s.n.m.; constituida por rocas de la Formación Popayán, Miembro La Venta (Ver Foto 5).

*Foto 5.* Geoformas asociadas a la unidad A, parte alta de la subcuenca, vereda Santa Elena.



### 2.4.5.2 UNIDAD B

Relieve de colinas redondeadas, en ocasiones con pendientes empinadas, mesetas y planicies inclinadas hacia el occidente y disectadas por las actuales corrientes de agua, drenaje paralelo a subparalelo con direcciones E-W, con densidad baja al igual que la disección. A esta unidad corresponde la planicie de Popayán o valle de Pubenza (Ver Foto 6).

*Foto 6.* Geoforma unidad B localizadas en la parte baja de la subcuenca.



## 2.4.6 FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA

La erosión es el conjunto de procesos físicos de remoción, transporte y depósito de materiales en superficie, a causa de la acción conjunta o individual de diversos agentes como la gravedad, el agua, el viento y los organismos vivos. Estos procesos modifican el paisaje y la topografía.

Las acciones del hombre como las quemas, el vertimiento inadecuado de aguas, la tala incontrolada de bosques, los movimientos de tierra, el uso inadecuado del terreno, entre otros, acelera los procesos de erosión, degradando grandes extensiones de tierra en cortos periodos de tiempo; esto es llamado erosión antrópica o acelerada.

Los procesos denudacionales se pueden clasificar en dos grandes categorías: los

procesos erosivos hídricos y los procesos erosivos hidrogravitacionales o movimientos de ladera (Ver Mapa 14).

#### 2.4.6.1 PROCESOS EROSIVOS HÍDRICOS Y PLUVIALES

##### Erosión Laminar

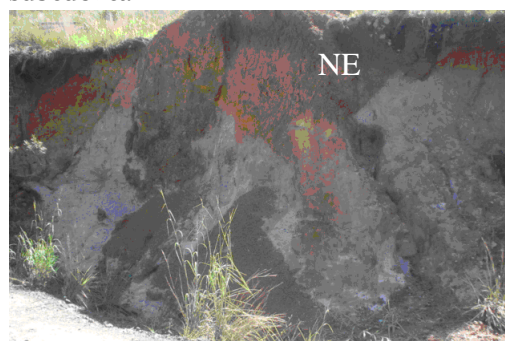
Este proceso se da sobre laderas desprotegidas donde se dio la saltación pluvial y donde el agua escurre en forma laminar en trayectos cortos, removiendo las partículas del suelo que han quedado sueltas. El agua se mueve como una lamina superficial uniforme unos pocos metros y a medida que la velocidad aumenta, el flujo se va tornando más turbulento y la escorrentía se concentra generando surcos y cárcavas. En la subcuenca se localiza en áreas dispersas en casi toda la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús (Ver Mapa 15).

##### Surcos

Cuando el flujo de agua de erosión laminar se torna turbulento, se forman pequeños canales, algunas veces serpenteantes y otras bien definidos, relativamente paralelos o anastomosados que siguen la dirección de mayor pendiente. El

incremento en la velocidad aumenta igualmente el poder erosivo del flujo, llegando a formar incisiones cada vez mas profundas, que si no son controladas pueden generar zanjones, cárcavas y hondonadas profundas. Este proceso es evidenciado en el sector norte de la subcuenca (Ver Foto 7 y Mapa 15).

Foto 7. Surcos en el sector norte de la subcuenca



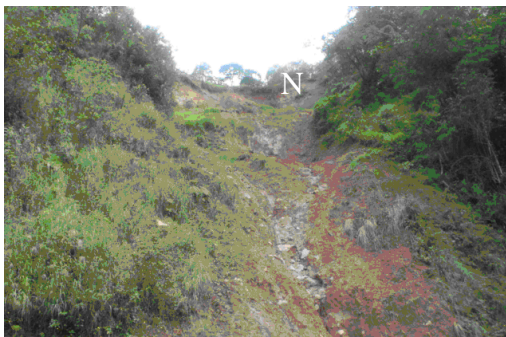
##### Cárcavas

Son canales más amplios y profundos que los surcos, por donde circula el agua durante y un poco después de los aguaceros.

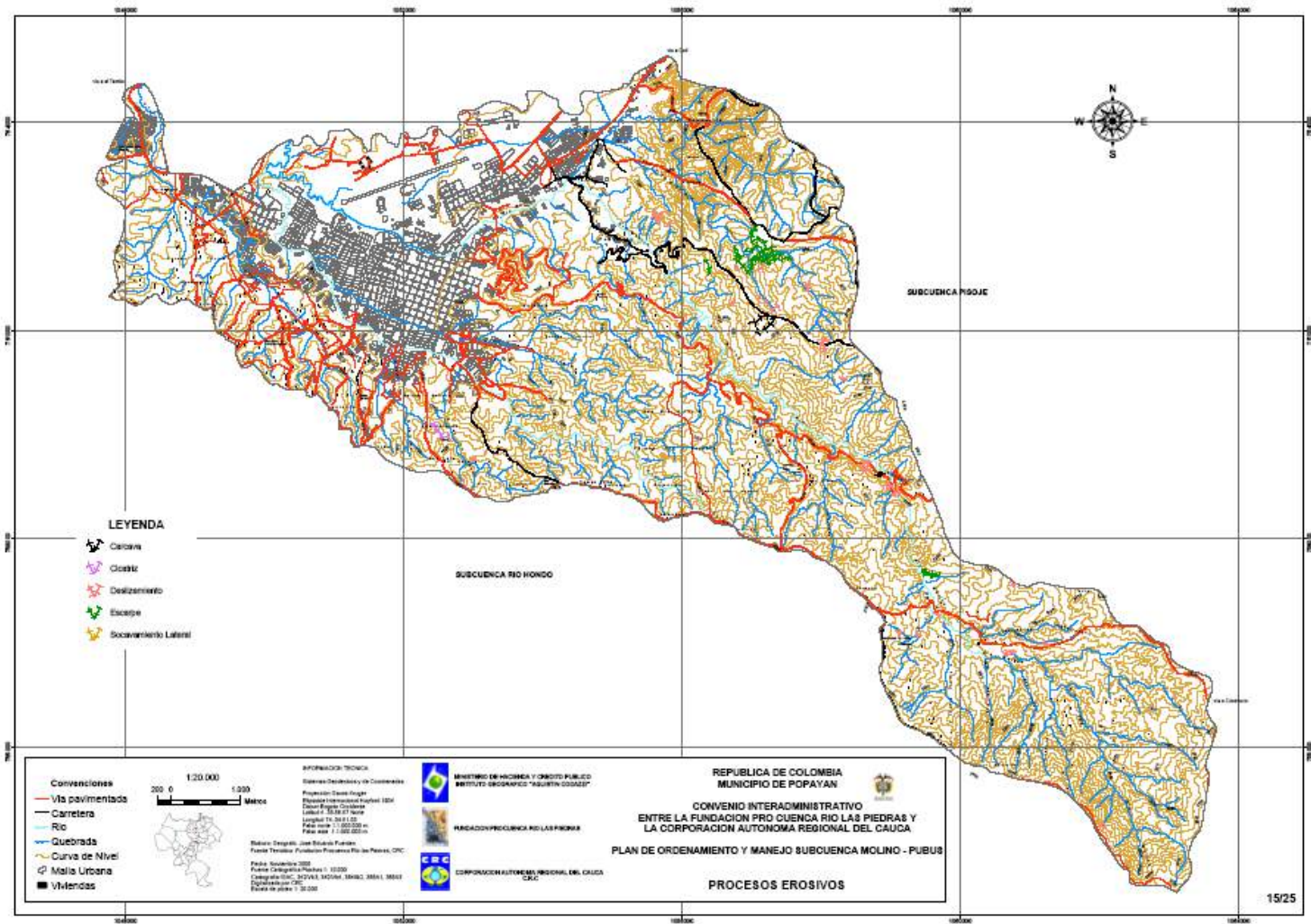
Las cárcavas se van transformando en *zanjones* mucho mas amplios y profundos, y estos a su vez con el tiempo, dan origen a una *hondonada* que se profundiza y ensancha y hasta se alarga progresivamente debido a la *erosión remontante* que sobre-empina la corona y puede hacer retroceder una ladera de 10 m a 15 m por año.

Con el aumento de la hondonada, se aumenta el área de captación de aguas de lluvia y la capacidad de concentrar mayores flujos.

Foto 8. Cárcava en un talud sobre la vía al Huila.



Mapa 15 Procesos erosivos





Así pues, lo que se inició como unos cuantos surcos y cárcavas en una ladera de pendiente homogénea y con vegetación, se transforma en una inmensa hondonada con taludes muy pendientes que generan deslizamientos principalmente en época invernal (Ver Foto 8 y Mapa 15).

### Terracetas

El continuo tránsito de ganado vacuno genera caminos en zigzag, la compactación del material que favorece la escorrentía, la destrucción de la cobertura vegetal y la disminución de la resistencia del material al cizallamiento. Es el proceso erosivo que más se presenta en la zona y el que genera otros de los procesos erosivos mencionados anteriormente (Ver Foto 9 y Mapa 15).

Foto 9. Terraceo en el norte de la subcuenca, límites con la subcuenca PISOJÉ.



### Reptación

Es el desplazamiento extremadamente lento, casi imperceptible, de los materiales de una ladera, aun en aquellas de pendientes moderadas y con cobertura vegetal. Este proceso se identifica por el aspecto rugoso del terreno, la inclinación o el crecimiento irregular de los árboles, la formación de pequeños escalones y empozamientos ocasionales de agua.

En la reptación no existe una superficie de cizallamiento definida que separe la masa en movimiento de la que se encuentra estable; sin embargo, factores como las fuertes pendientes, el tipo de material y el mal uso que se le da al terreno (como el sobrepastoreo), puede incrementar el proceso de reptación hasta tal punto que se puede desencadenar un Movimiento de Ladera. En el área se encuentra en el sector de Poblazón (Ver Foto 10 y Mapa 15).

Foto 10. Reptación en un potrero del sector de Poblazón.



*2.4.6.2 PROCESOS DENUDATIVOS  
HIDROGRAVITACIONALES O  
MOVIMIENTOS DE LADERA*

Los movimientos de ladera presentes en la zona de estudio corresponden a deslizamientos y derrumbes.

**Deslizamientos**

Un deslizamiento es un movimiento de ladera abajo de una masa de roca o suelo, que ocurre de forma dominante sobre

superficies de ruptura o sobre zonas relativamente delgadas de intensa deformación cortante. El movimiento inicialmente no ocurre en forma simultánea sobre el total de lo que finalmente llegara a ser la superficie de ruptura. (Cruden & Varnes (1996) en Franco (2003)).



### *Deslizamiento rotacional*

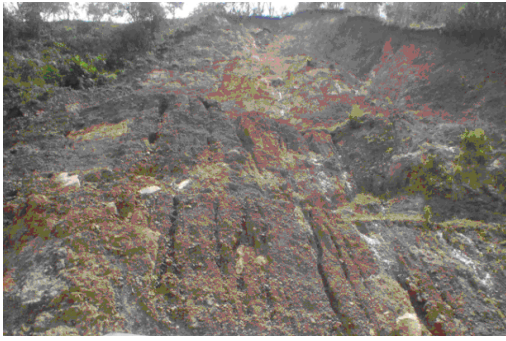
Se mueven a lo largo de una superficie de ruptura curva y cóncava. Si la ruptura es circular o cicloidal en perfil, la masa desplazada puede moverse a lo largo de la superficie con poca deformación interna. La cabeza del material desplazado puede moverse casi verticalmente hacia abajo, mientras que la superficie superior del material desplazado se inclina hacia atrás del escarpe. En el área se ubica en la Finca La Granja, actualmente este deslizamiento se encuentra reforestado con acacias (Ver Foto 11).

Foto 11. Deslizamiento rotacional ubicado en la parte media de la subcuenca.

### **Derrumbe**

“Según la definición de Varnes (1978), los materiales se desplazan sin seguir una superficie de deslizamiento definida y con movimiento más o menos independiente (caótico) entre las partes. A diferencia de los verdaderos deslizamientos (rotacionales y en plancha), los derrumbes ocurren en pendientes abruptas ( $P > 35^\circ$  grados) y con varias formas de movimientos simultáneas (traslacional, rotacional, lateral). La deformación y desintegración del material se acentúa con el movimiento” (Ver Foto 12).

Foto 12. Derrumbe en margen derecha de la vía al Huila.



## 2.4.7 FISIOGRAFIA

El análisis fisiográfico es un insumo esencial para la toma de decisiones mas acertadas en lo relacionado con el recurso suelo, su dinámica en el tiempo y en el espacio y su relación con los sistemas de producción actual, potencial, interrelacionado con los demás elementos bióticos y socioculturales.

Los eventos geomorfológicos desarrollados en la Cordillera Central en el Departamento del Cauca, están asociados por un lado a los grandes eventos tectónicos y volcánicos que dieron origen al Macizo Colombiano y por otro al desgaste de estas estructuras por medio del agua y el hielo de los períodos glaciares y interglaciares, dando como resultado la acumulación de grandes volúmenes de tierra en forma de abanicos, los cuales son retrabajados y retransportados por los drenajes dando como resultado paisajes colinados en las zonas altas y terrazas en la parte baja, por otro lado, en las laderas escarpadas es característica la sucesiva remoción y depositación de material detrítico, mezclado con un alto volumen de cenizas volcánicas provenientes de los volcanes adyacentes como es el complejo volcánico de los Coconucos.

Para facilitar la comprensión de los factores que han modelado el paisaje y por ende la formación de los suelos en la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús, se ha desarrollado bajo el concepto de modelado del relieve, que se define como el resultado de la interacción de los eventos climáticos y tectónicos que actúan en una zona determinada para configurar la forma del relieve (Ver Mapa 16).

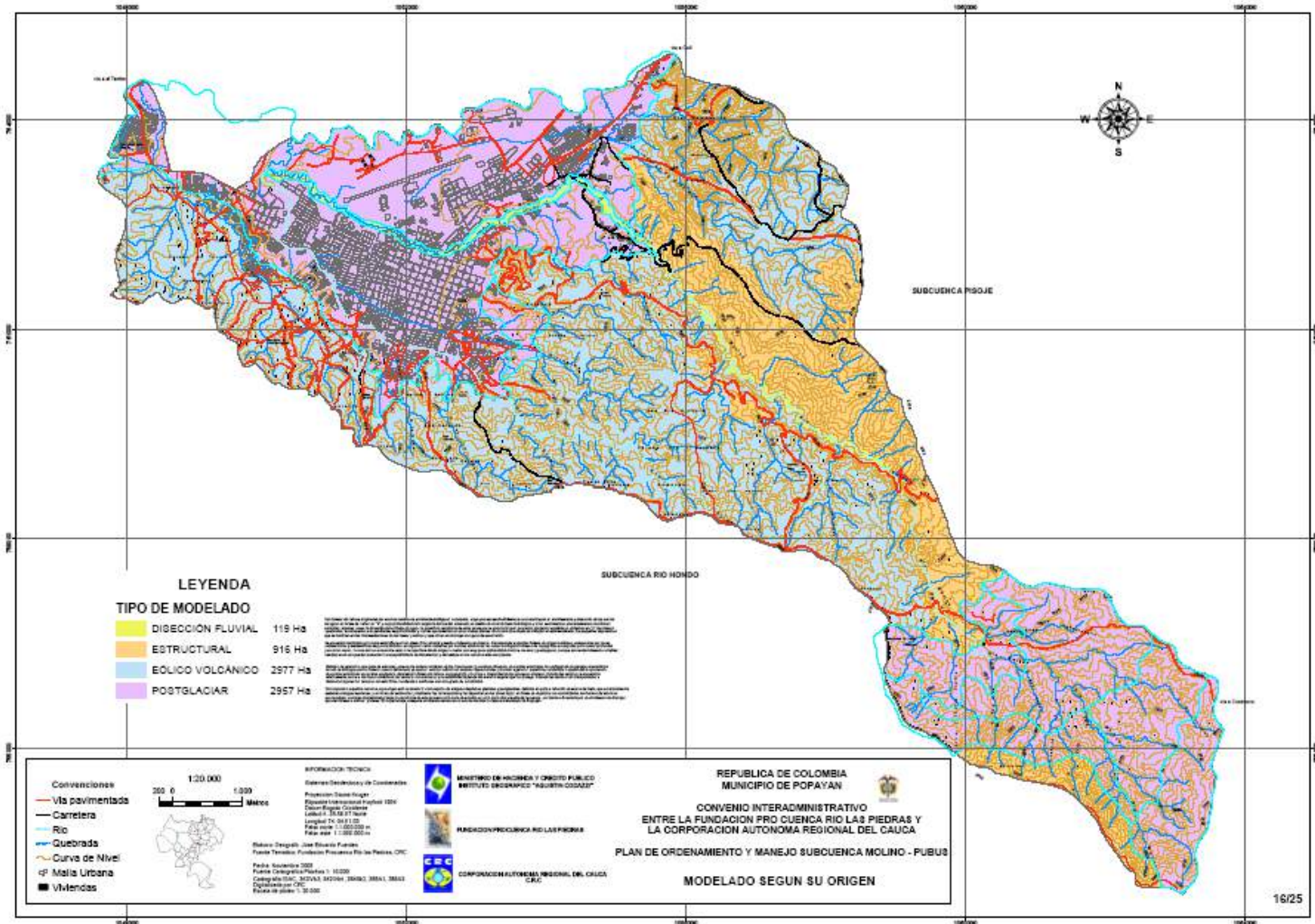
### *2.4.7.1 EL MODELADO ESTRUCTURAL*

Se encuentra localizado en la zona montañosa en el clima templado húmedo y frío húmedo con laderas. Corresponde a aquellas formas de origen tectónico, compuestos por rocas sedimentarias y metamórficas muy consolidadas, en algunos casos cubiertas por cenizas volcánicas las cuales configuran relieves de topografías escarpadas pero suelos profundos y en otros casos, la roca dura se encuentra cerca a la superficie dando origen a suelos con muy poca profundidad efectiva, rocosos y pedregosos, aunque son moderadamente estables; cambios en el uso pueden aumentar la susceptibilidad a deslizamientos y derrumbes en los sectores más escarpados (Ver Foto 13).

Foto 13. Modelado Estructural. vereda Santa Elena



Mapa 16 Modelado según su origen



### *2.4.7.2 EL MODELADO DE DISECCIÓN*

Son formas del relieve originadas por eventos tectónicos e hidroclimatológicos asociados, cuyo proceso morfodinámico se caracteriza por el entallamiento y disección de los cursos de aguas en forma de valles en "V" y cuya profundidad varía según la dureza del subsuelo; el cambio de nivel de base hidrológico y a los movimientos y levantamientos tectónicos controlan algunas veces la dirección de los flujos de agua. La superficie resultante de estos procesos se caracteriza por presentar gargantas epigénicas, vallecitos en "v" de relieves quebrados, a escarpados, con pendientes muy inclinadas y cortas que terminan en unas crestas planas. En la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús se incluyen en este modelado, las pequeñas depresiones que se localizan en las intermediaciones de las lomas y colinas y que sirven de drenajes de aguas de escorrentía (Ver Foto 14).

Foto 14. Modelado de disección. vereda Santa Elena



### *2.4.7.3 EL MODELADO EÓLICO VOLCÁNICO*

Debido a la cercanía a una serie de volcanes, como es la cadena volcánica de los Coconucos, la continua afluencia de cenizas volcánicas ha configurado un paisaje característico el cual se distingue por las formas suaves del terreno ya que las cenizas cubren los sectores depresionales y tienden a generar superficies onduladas a quebradas.

La presencia de cenizas volcánicas en un área cualquiera determina la forma del relieve, su topografía y la clase e intensidad de los procesos erosivos. Cuando las cenizas se encuentran relativamente cerca a los focos volcánicos, las texturas son arenosas y su estabilidad depende del material vegetal que las protege. Cuando las cenizas son transportadas



a distancias lejanas las texturas son más finas, tendiendo a arcillosas con otro grado de estabilidad (Ver Foto 15).

Foto 15. Modelado Eólico Volcánico



Las cenizas volcánicas tienen la característica de comportarse como un gel cuando son sobresaturadas de humedad; en este caso retienen alta humedad y dan origen a suelos con una gran productividad y con un alto grado de fragilidad, es decir son muy susceptibles al deterioro evolutivo y a la erosión, una vez son expuestos a condiciones de sequedad, debido a que al disminuir la humedad pierden sus características de gel y se convierten en suelos endurecidos altamente erosionables.

Así mismo las cenizas volcánicas tienden a generar movimientos muy lentos en masa, debido al acomodamiento de materiales una vez se mezclan con detritos de roca en zonas pendientes.

#### *2.4.7.4 EL MODELADO POST GLACIAL DENUDADO*

Corresponde a aquellos sectores cuyo origen está asociado al retransporte de antiguos depósitos glaciales y periglaciales, debidos en parte a la fusión de masas de hielo, que ocasionalmente embeben antiguas morrenas, y en forma de avalanchas y deshielos las retransportan y las depositan en las zonas bajas en forma de depósitos no consolidados con formas de abanicos que recubren sectores depresionales bajos.

La resultante de este proceso en la zona de estudio, es en la parte alta y media de la subcuenca, un abanico disectado por un sinnúmero de drenajes que dan formas a colinas y lomas. En la parte baja, compone un abanico terraza en el cual se localiza la cabecera municipal de Popayán (Ver Foto 16).

Foto 16. Modelado Postglacial



A partir de los modelados, se definieron las unidades fisiográficas de la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús, teniendo en cuenta aspectos de paisaje, subpaisaje, relieve y unidad cartográfica, tal como se presentan en el Cuadro 83, Mapa 17.

A su vez, se realizaron dos análisis de unidades de paisaje, uno general presentado en el cuerpo de este documento en donde se describen de acuerdo a los dos tipos de clima encontrados (frio húmedo y templado húmedo) y otro mas detallado

teniendo en cuenta las variaciones climáticas locales se encuentran en el Anexo de suelos. Éste último se ubicó en el Anexo dado que no existen estaciones climatológicas suficientes para corroborar la presencia de más de dos pisos térmicos (Igual caso para evaluación de tierras).



Cuadro 83. Unidades fisiograficas de la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús

CLIMA	MODELADO	PAISAJE	SUBPAISAJE	RELIEVE	SÍMBOLO
Frío Húmedo	Postglacial	Abanico	Colinas	Quebrado	LPACd3,4
				Ligeramente ondulado	LPACb1
				Ondulado	LPACc1,2
	Estructural	Montaña	Ladera	Escarpado	LEMLf3,4
	Postglacial	Abanico	Colinas	Ligeramente ondulado	LPACb1
				Quebrado	LPACd1
	Eólico Volcánico	Lomerío	Colinas	Ligeramente ondulado	LVLcb1
				Ondulado	LVLcc1
				Fuertemente Quebrado	LVLce1,2,3
	Estructural	Montaña	Laderas	Quebrado	LMCd1,2
Templado Húmedo	Estructural	Montaña	Laderas	Ligeramente ondulado	TEMLb
				Escarpado	TEMLf2,3,4
	Eólico Volcánico	Lomerío	Colinas	Quebrado	TVLCb1
				Ondulado	TVLCd1
	Postglacial	Abanico	Terraza	Plano	TVLCc1
Pié de ladera			Plano	TPATa	

### Propiedades físico-químicas de los suelos por unidad de paisaje

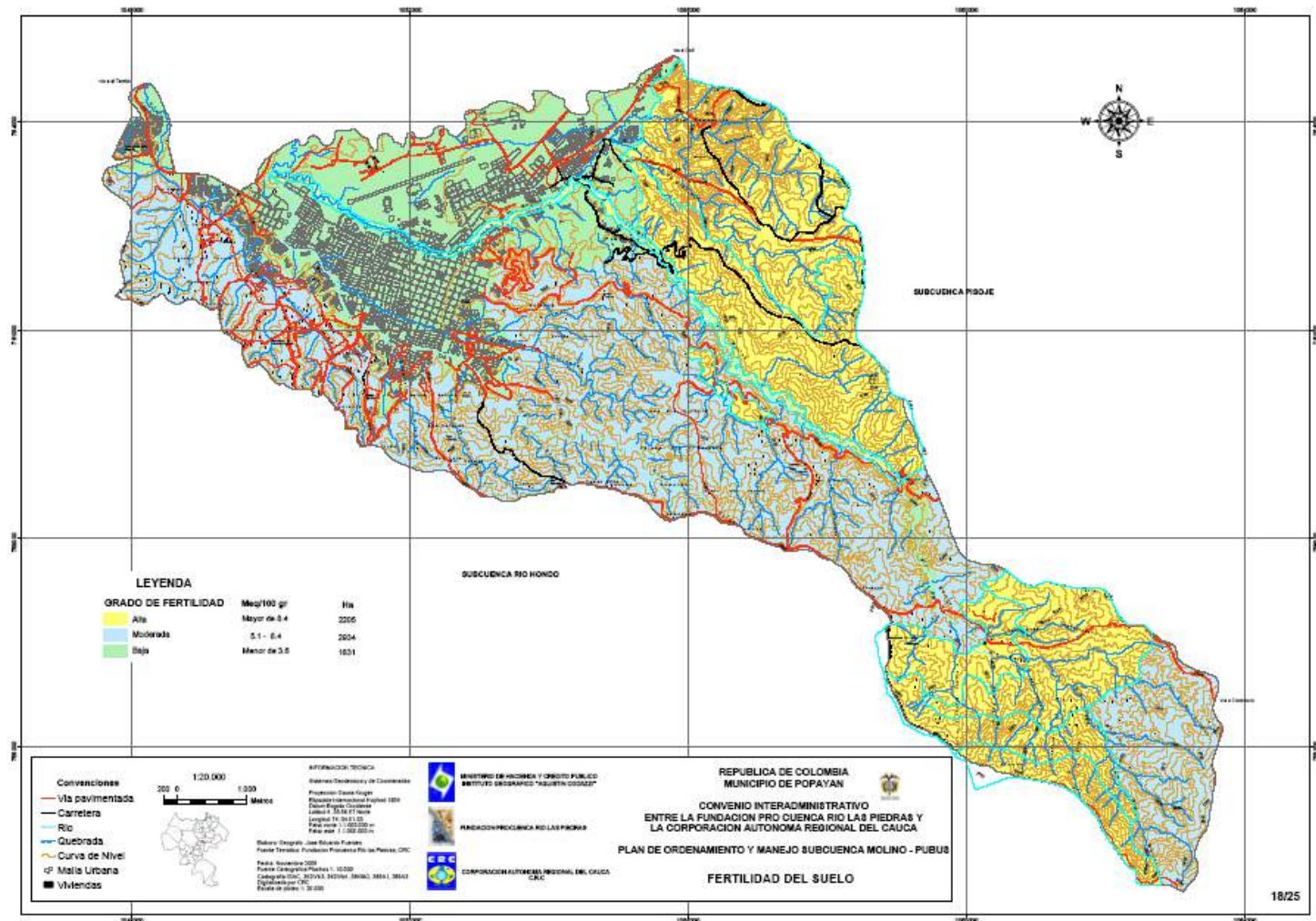
En el Cuadro 84 se sintetizan los resultados obtenidos a partir de los análisis de laboratorio de las muestras de suelo, donde se le da un calificativo a algunos parámetros que se tuvieron en cuenta para realizar el análisis de fertilidad (Ver Mapa 18) de acuerdo a la metodología emanada por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, para una profundidad de 50cm y para cada unidad de suelo, resultados indispensables para la evaluación de las tierras.

En el Anexo 3 se detalla la información correspondiente a la descripción de las calicatas realizadas durante el trabajo de campo

Cuadro 84. Resultados de las variables físico-químicas analizadas en laboratorio

CLIMA	UNIDAD CARTOGRÁFICA	RESULTADOS DE LAS VARIABLES ANALIZADAS									
		pH	Saturación de Aluminio	CIC	C.O (%)	Bases Totales (Meq/100g)	Saturación de Bases (%)	Fósforo (ppm)	Potasio (Me/100g)	Fertilidad Total a 50 cm	Riesgo a la erosión
FRÍO HÚMEDO	LPACd3,4	Moderadamente ácido	Bajo	Alta	Muy alto	Baja	Muy baja	Bajo	Mediano	Alta	Moderadamente Ato
	LPACb1	Moderadamente ácido	Bajo	Alta	Muy alto	Baja	Muy baja	Bajo	Mediano	Moderada	Bajo
	LPACc1	Moderadamente ácido	Bajo	Muy alta	Muy alto	Mediana	Muy baja	Bajo	Mediano	Moderada	Moderadamente Bajo
	LEMLf3,4	Moderadamente ácido	Bajo	Alta	Alto	Mediana	Baja	Bajo	Alto	Alta	Alto
	LPACd1	Moderadamente ácido	Bajo	Muy alta	Muy alto	Baja	Muy baja	Bajo	Mediano	Alta	Moderadamente Bajo
	LLf2,3,4	Moderadamente ácido	Alto	Alta	Medio	Muy baja	Muy baja	Bajo	Muy bajo	Baja	Alto
	LMLb1	Moderadamente ácido	Bajo	Muy alta	Alto	Baja	Mediana	Bajo	Bajo	Moderada	Bajo
	LVLcb1	Moderadamente ácido	Bajo	Muy alta	Muy alto	Baja	Muy baja	Bajo	Mediano	Moderada	Bajo
TEMPLADO HUMEDO	LVLce1,2,3	Medianamente ácido	Bajo	Muy alta	Muy alto	Muy baja	Muy baja	Bajo	Bajo	Moderada	Moderadamente alto
	LEMCd1,2	Medianamente ácido	Bajo	Muy alta	Muy alto	Baja	Muy baja	Bajo	Mediano	Alta	Moderadamente Ato
	LVLcb1	Moderadamente ácido	Bajo	Muy alta	Muy alto	Baja	Muy baja	Bajo	Mediano	Moderada	Bajo
	LVLcc1	Moderadamente ácido	Bajo	Muy alta	Alto	Mediana	Muy baja	Bajo	Mediano	Alta	Moderadamente Bajo
	HDVda1	Medianamente ácido	Bajo	Alta	Muy alto	Baja	Muy baja	Bajo	Mediano	Alta	Bajo
	TPATa	Medianamente ácido	Bajo	Alta	Medio	Baja	Muy baja	Bajo	Muy bajo	Baja	Bajo
	TPAPa	Medianamente ácido	Bajo	Alta	Medio	Mediana	Muy baja	Bajo	Bajo	Moderada	Bajo

Mapa 18. Fertilidad



## 2.4.8 USO ACTUAL DEL SUELO ZONA RURAL

El deterioro del recurso suelo por la intensificación en su uso, sin el beneficio de sus potencialidades y por la falta de conocimiento de la población acerca de prácticas de manejo adecuadas ha provocado efectos adversos como: erosión, deterioro físico-químico del suelo, disminución de la cantidad y calidad del agua disponible para consumo humano y actividades productivas causando problemas de salud pública. Factores como los anteriores inciden en el desequilibrio existente en los recursos naturales disponibles en la población.

El manejo sostenible del uso del suelo requiere de políticas correctas y de

planificación basada en su conocimiento. En éste sentido es importante el estudio del uso actual del suelo, puesto que en él se sustentan gran parte de las actividades agro ecológicas de la parte rural de la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús, el cual permite conocer el estado actual de los recursos naturales estratégicos para el Municipio de Popayán.

De acuerdo a lo observado en campo, la fotointerpretación de sensores remotos y en los talleres de diagnóstico participativo, se identificaron 13 usos del suelo en la zona rural de la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús (Ver Cuadro 85 y Mapa 19).

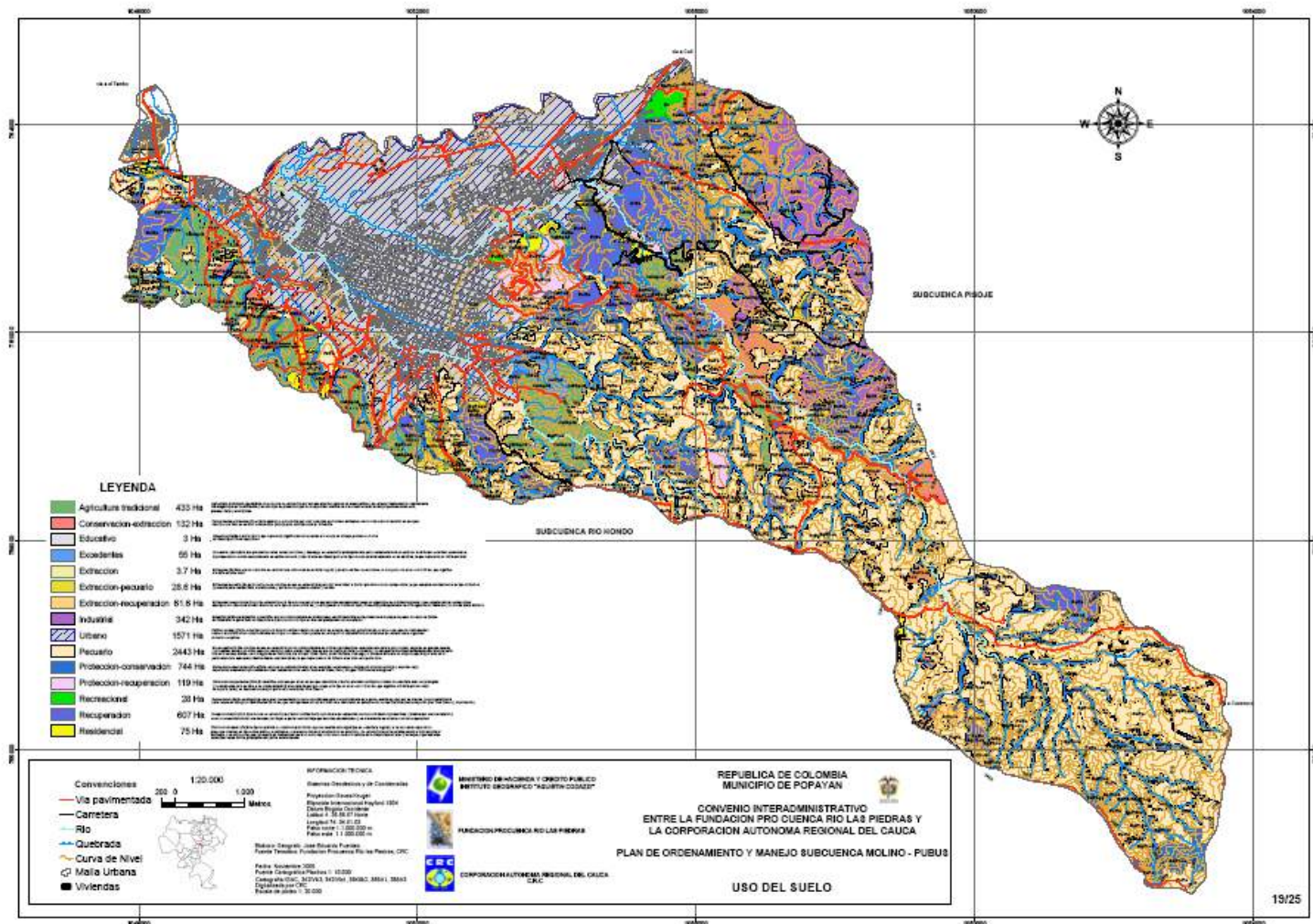
Cuadro 85. Uso actual del suelo, zona rural de la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús

USO ACTUAL DEL SUELO	UNIDAD CARTOGRÁFICA	HECTÁREAS	PORCENTAJE (%)
Pecuario	Pe	2444,58	48,13
Protección conservación	Pt-cs	749,82	14,69
Recuperación	Re	600,21	11,83
Agricultura tradicional	Ag-td	433,67	8,49
Industrial	Id	342,93	6,75
Conservación extracción	Cs-ex	127,59	2,51
Protección recuperación	Pt-re	119,55	2,35
Residencial	Rd	75,92	1,49
Extracción recuperación	Ex-re	68,6	1,35
Excedentes	Exd	55,52	1,07



Recreacional	Rc	28,14	0,55
Extracción pecuario	Ex-pe	27,37	0,53
Extracción	Ex	3,72	0,08
Educativo	Ed	3,01	0,06
<b>TOTAL</b>		<b>5080,63</b>	<b>100</b>

Mapa 19. Uso del suelo



A continuación se presenta una breve descripción de las unidades encontradas:

#### *2.4.8.1 USO PECUARIO (Pe)*

Este tipo de uso representa el 48,13% del área total rural de la subcuenca. Se caracteriza por el establecimiento de sistemas productivos esencialmente para la cría, levante, engorde de ganado vacuno y de equinos además de otras especies menores como cabras. Este tipo de uso se realiza de forma extensiva y se encuentra localizado principalmente hacia la parte alta de la subcuenca río Molino, en el Resguardo de Poblazón, las veredas Santa Elena, Santa Bárbara, Samanga, el Sendero (Ver Foto 17).

Foto 17. Uso pecuario



#### *2.4.8.2 PROTECCIÓN CONSERVACIÓN (Pt-cs)*

Este tipo de uso equivale al 14.69% del área total rural, estando distribuido en gran parte de la red de drenaje de la subcuenca.

Para este uso se consideraron las áreas ocupadas con bosque a lo largo de la red de drenaje y aquellos cuya importancia ambiental representan un valor sustancial en la conservación de fauna, flora y el agua (Ver Foto 18).

Foto 18. Uso protección conservación



#### *2.4.8.3 RECUPERACIÓN (Re)*

Este tipo de uso se caracteriza por haber sufrido fuertes presiones de campesinos en sus actividades productivas y también por causas naturales, en él se encuentran tierras erosionadas, rastrojos o pastos con rastrojo que han sido abandonados y en el momento su estado es el de recuperación.

Este tipo de uso representa el 11.83% del área rural de la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús y está distribuido en gran parte en las veredas el Hogar y Claridad en cercanía a la zona urbana de Popayán (Ver Foto 19).



Foto 19. Recuperación

#### 2.4.8.4 *AGRICULTURA TRADICIONAL (Ag-td)*

Esta clase de uso se caracteriza por ser una práctica agrícola de monocultivos, de carácter tradicional de subsistencia sin ningún tipo de tecnificación y de otro tipo de productos que los campesinos venden en el mercado en una menor proporción como café, plátano, frutas, u hortalizas.

Representa el 8.49% del área total y se encuentra principalmente en las veredas Siloe, La Paila, Torres, Puelenje y la Playa (Ver Foto 20).

Foto 20. Agricultura tradicional



#### 2.4.8.5 *INDUSTRIAL (Id)*

Este uso se identifica por el establecimiento de plantaciones con fin industrial en la producción de pulpa de papel. La empresa Cartón de Colombia es quien tiene destinada la mayor área con plantaciones de eucaliptos.

En la vereda Claridad se localiza casi la totalidad de éste tipo de uso, con un total de 342.93 ha, que corresponde al 6.75% (Ver Foto 21).

Foto 21. Uso industrial



#### *2.4.8.6 CONSERVACIÓN EXTRACCIÓN (Cs-ex)*

Esta unidad se caracteriza por estar sometida a presiones antrópicas en la extracción de material de bosques abiertos para obtener combustible (leña) o para construcción de viviendas.

En este uso se presenta el 2.51% del área total. Se ubica principalmente en el río Molino entre las veredas El Hogar, El Sendero y Santa Bárbara.

#### 2.4.8.7 *PROTECCIÓN RECUPERACIÓN (Pt-re)*

Se identifica este uso por áreas de bosque sometidas a fuertes presiones antrópicas donde la cobertura debe ser protegida y reestablecida en la medida de lo posible.

Representa el 2.35% del área total en la parte rural y se encuentra su mayor parte en la vereda las Tres Cruces.

#### 2.4.8.8 *RESIDENCIAL (Rd)*

Se consideró como uso residencial los centros poblados que se localizan en la zona rural, el área ocupada equivale al 1.49% del área total rural. Entre ellos se encuentra Poblazón, Pueblillo, Alto Puelenje o Somuel Silverio como los más representativos (Ver Foto 22).

Foto 22. Residencial



#### 2.4.8.9 *EXTRACCIÓN RECUPERACIÓN (Ex-re)*

Se caracteriza este tipo de uso por áreas que han sido abandonadas luego de algún tipo de actividad agrícola y que actualmente son utilizadas para la extracción de leña.

El área de este tipo de uso es 68.6 ha y corresponde al 1.35% del total. Se localiza principalmente en el Resguardo de Poblazón y la vereda Santa Bárbara.

#### 2.4.8.10 *EXCEDENTES (Exd)*

Este uso predomina en las veredas de Siloé y Samanga, se caracteriza principalmente por el establecimiento de cultivos tecnificados con fines comerciales, la producción se centra esencialmente en cultivos de café y lulo.

El área destinada para este tipo de uso aproximadamente es de 55.52 ha, lo que representa el 1.07% del total rural (Ver Foto 23).

Foto 23. Excedentes



#### *2.4.8.11 RECREACIONAL (Rc)*

Se catalogaron como usos recreacionales las áreas destinadas para el esparcimiento de las personas. Dentro de ellas por su tamaño y representatividad en la escala de

trabajo se identificaron 28.14 ha, ubicadas en la vereda Claridad (club campestre), las Tres Cruces (El Morro).

#### *2.4.8.12 EXTRACCIÓN PECUARIA (Ex-pe)*

Las áreas con este tipo de uso se caracterizan por estar sometidas a fuertes presiones de los campesinos ya que cumplen con funciones de tipo extractivo y pecuario para combustible, construcción y pastoreo de ganado equino y bovino.

Corresponden a este tipo de uso 27.37 ha, que equivale al 0.53% del total, se localiza en las veredas de Samanga y el Hogar (Ver Foto 24).

Foto 24. Extracción pecuaria



#### *2.4.8.13 EXTRACCIÓN (Ex)*

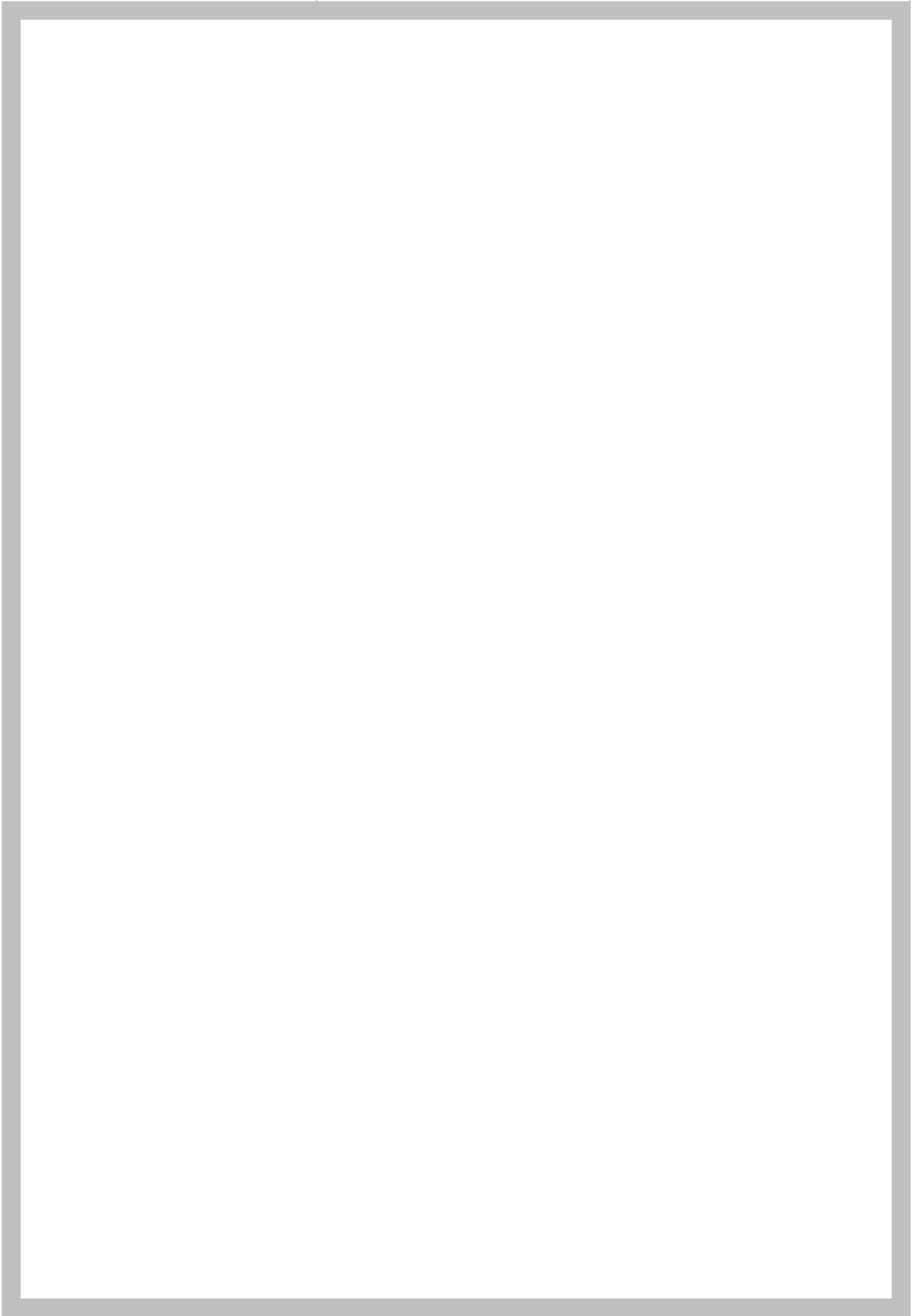
Para el uso extractivo se considero la extracción de material vegetal y piedra con fines comerciales, representando el 0.08% del área total rural.

#### *2.4.8.14 EDUCATIVO (Ed)*

En la parte rural y que representa significancia de acuerdo a la escala de trabajo, pertenece al área destinada para fines educativos.

A esta unidad de uso corresponden 3.01 ha, lo que equivale al 0.06% del área total. Se localiza en la vereda las Tres Cruces (Universidad del Cauca)





## 2.4.9 CLASIFICACIÓN DE LAS TIERRAS POR SU CAPACIDAD DE USO

La economía rural de la subcuenca del Río Molino-Qda. Pubús se sustenta del recurso tierra, principalmente a través de la explotación ganadera y agrícola.

Mediante el siguiente sistema de clasificación de tierras, se agrupan los suelos con base en su capacidad para producir plantas cultivadas (Cultivos, pastos, bosques comerciales), por largos periodos de tiempo sin que se presente deterioro del recurso; además se pueden hacer generalizaciones basadas en la potencialidad de los suelos y en las limitaciones en cuanto a su uso y manejo.

La interpretación de los estudios de suelos constituye la principal forma de comunicarse entre los reconocedores y los usuarios.

A continuación se describen las características de las clases y subclases encontradas en la subcuenca (Ver Mapa 20), que agrupan diferentes unidades cartográficas:

### 2.4.9.1 TIERRAS DE LA CLASE II

Los suelos de esta clase ofrecen pocas limitaciones y requieren prácticas fáciles de conservación para prevenir la erosión.

#### Subclase IIf

Los suelos de la clase IIf, se encuentran distribuidos en la zona urbana de Popayán, por lo cual no se tienen en cuenta desde el punto de vista productivo.

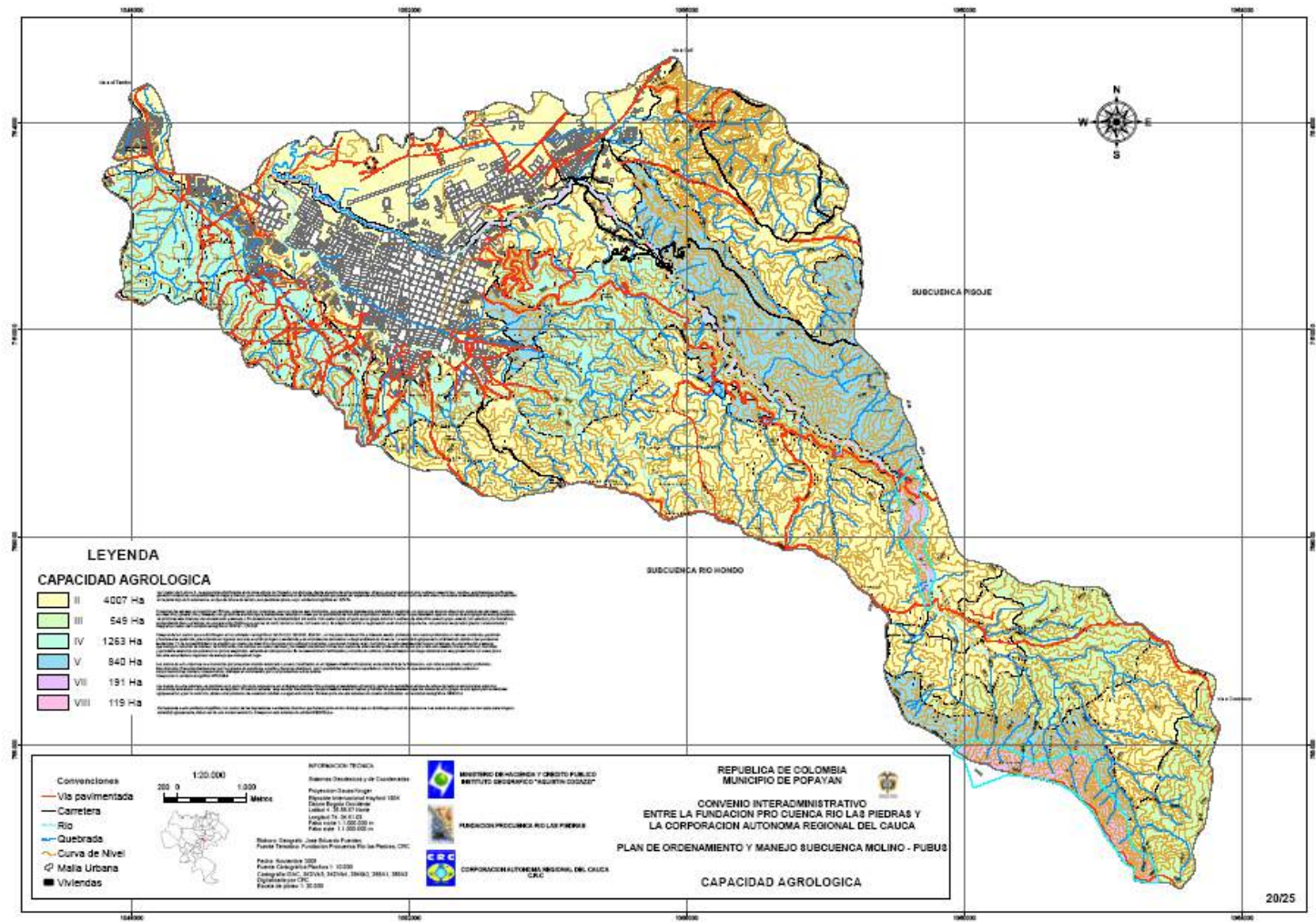
Hacen parte de esta clase, los suelos de modelado postglacial localizados en la parte baja de la subcuenca, en tipo de relieve de terraza, con pendiente plana, cuya unidad cartográfica es: TPATa.

#### Subclase IIc-E

Esta subclase agrupa los suelos localizados en paisaje de lomerío, distribuidos en las cimas de las lomas y colinas, presentando pendientes planas, profundos, bien drenados, en los pisos térmicos frío húmedo y templado húmedo.

El uso de estas tierras presenta limitaciones referidas a clima por la posibilidad de heladas esporádicas, vientos fuertes que determinan la implementación de algunas prácticas de manejo para cultivos comerciales. También limitaciones por susceptibilidad a la erosión lo cual exige de prácticas conservacionistas como labranza mínima, barreras rompeviento.

Mapa 20. Capacidad agrológica



Los suelos son aptos para cultivos de papa, cereales, maíz, fríjol, mora, durazno, curuba, arveja, plantas medicinales, reforestación comercial, ganadería intensiva o semiestabulada, pastos de corte, pasto kikuyo, alfalfa, raygrass.

Hacen parte de esta subclase, los suelos de las unidades LPACb1 y LVLCb1.

### **Subclase IIe**

Agrupar los suelos que se distribuyen en los modelados estructural y eólico volcánico, en los paisajes de lomerío con tipo de relieves plano y ligeramente ondulado, localizados en las cimas de las lomas y colinas en clima frío húmedo y templado húmedo, con suelos profundos, bien drenados pero susceptibles a procesos erosivos.

Los suelos son aptos para cultivos de café tecnificado, plátano, fríjol, tomate de mesa, yuca, piña, plantas medicinales, mora, pastos de corte, ganadería intensiva, reforestación comercial.

Hacen parte de esta subclase, los suelos localizados en las unidades TEMLb1, LPACb1, LVLCc1.

### *2.4.9.2 TIERRAS DE LA CLASE III*

Los suelos de esta clase, tienen limitaciones que reducen el número de cultivos agronómicos propios de la región; requieren de prácticas moderadas de conservación y necesitan sistemas especiales de manejo.

#### **Subclase IIIec**

Presentan las mismas características (Físicas, químicas) de los anteriores, pero en relieves mas inclinados, con pendiente ligeramente onduladas a quebrada, en paisaje de abanico disectado, subpaisaje de lomas y colinas en clima frío y pluvial, frío y húmedo, con grados de erosión ligera, limitaciones referidas a clima por la posibilidad de heladas esporádicas, vientos fuertes lo que determina que los suelos de este grupo de manejo requieren de prácticas mas intensas de conservación y manejo, a fin de mantener la productividad del suelo.

Son suelos aptos al igual que el grupo anterior a cultivos de clima frío como la papa, el maíz, los cereales y las hortalizas, respondiendo bien a prácticas de conservación (Cultivos en curvas de nivel, barreras vivas, terracetas etc). Se adaptan también a la ganadería semi intensiva tipo leche, con potreros mejorados (pastos seleccionados). Integra los suelos de la

unidad cartográficas LPACc1,  
LPACd1.

#### *2.4.9.3 TIERRAS DE LA CLASE IV*

Las tierras de esta clase tienen serias limitaciones que restringen las actividades agropecuarias, entre las cuales se encuentran las pendientes moderadas, la erosión ligera y moderada.

##### **Subclase IVe**

Comprende los suelos que se distribuyen en las unidades cartográficas LVLc1,2,3; TVLc1, TVLc1, en los pisos térmicos frío húmedo y templado húmedo ; son

suelos profundos en relieves ondulado, quebrado y fuertemente quebrado, presentando en algunos sectores erosión de ligera a moderada y ocasionalmente derrumbos o desprendimientos de masa. La actividad agropecuaria está limitada debido a las pendientes moderadas y a la susceptibilidad a la erosión.

Los suelos de clima frío son aptos para cultivos transitorios y perennes frutales, maíz, hortalizas; se debe implementar buenas prácticas de conservación y manejo que incluya la rotación de cultivos, la fertilización, los cultivos en curvas de nivel, y la siembra de barreras vivas.

Los suelos de clima templado húmedo son aptos para café con sombrero, frutales, cítricos, hortalizas y ganadería extensiva con potreros en pastos mejorados, evitando el sobrepastoreo. Es recomendable la fertilización y rotación de cultivos, cultivos limpios con riego adicional son muy promisorios así como pasto de corte con prácticas rigurosas de manejo que incluyan el riego.

#### *2.4.9.4 TIERRAS DE LA CLASE V*

Las tierras de la clase V presentan serias limitaciones principalmente por pendiente, susceptibilidad a la erosión,

régimen climático y humedad del suelo.

#### **Subclase Vec**

Los suelos de esta subclase se caracterizan por presentar erosión moderada a severa, localizados en el régimen climático frío húmedo, en la parte alta de la subcuenca, con relieve quebrado, suelos profundos, bien drenados.

Presentan limitaciones por los grados de pendiente, erosión y factores climáticos por la posibilidad de heladas esporádicas, vientos fuertes lo que determina que se requieren prácticas conservacionistas, barreras rompevientos, drenajes en coronación, para ser productivos estos suelos.

Comprende la unidad cartográfica LPACd3,4

#### **Subclase Ve**

Al igual que el anterior, son suelos susceptibles a procesos erosivos siendo esta su principal limitante para el desarrollo de sistemas productivos. El régimen climático es templado húmedo localizados en la parte media y baja de la Subcuenca.

Los suelos son aptos para cultivos semestrales como el maíz, frijol,

arveja, piña, yuca, café, plátano, cítricos, con prácticas severas de conservación como son la siembra en curvas de nivel, rotación de cultivos, labranza mínima, drenajes adecuados y ganadería; potreros en pasto mejorado evitando el sobrepastoreo.

Comprende la unidad cartográfica LEMCd1,2.

**Subclase Vs.**

Los suelos que forman parte de esta unidad, presentan serias limitaciones por la humedad del suelo referida al nivel freático superficial y fluctuaciones



dependiendo de las épocas lluviosas o de verano. Se localizan en el pie de monte o ápice del abanico aluvial en la parte baja de la subcuenca, con pendientes planas a ligeramente planas. Son suelos superficiales que limitan el normal desarrollo radicular.

Son suelos aptos para cultivos semestrales, ganadería extensiva con pastos mejorados, manejo de potreros, con prácticas de drenaje y rotación de cultivos.

Se localizan en la unidad cartográfica TPAPa.

#### *2.4.9.5 SUELOS DE LA CLASE VII*

Estas clases de tierra tienen limitaciones muy severas por las fuertes pendientes y susceptibilidad a la erosión que las hacen impropias para uso agropecuario. Solo se deben utilizar en actividades de conservación ya sea con cobertura de bosque de porte bajo o de bajo peso y de alto amarre disminuir los riesgos a la erosión.

##### **Subclase VIIec**

Los suelos de esta subclase, se localizan en la parte alta de la subcuenca, en el régimen climático

frío húmedo en modelado estructural, paisaje de montaña en el tipo de relieve de laderas estructurales cubiertas con cenizas volcánicas con pendientes escarpadas. Presentan además muy severas limitaciones de tipo climático vientos fuertes y heladas lo que determina que los suelos de este grupo no son aptos para actividades agropecuarias y por lo contrario, deben estar provistos de cobertura arbórea o vegetación natural.

Forman parte de esta subclase los suelos distribuidos en la unidad cartográfica LEMLf 3,4

##### **Subclase VIIs**

En esta unidad se distribuyen suelos con serias limitaciones para el desarrollo de sistemas productivos agropecuarios ya que son muy superficiales, con pendientes escarpadas localizados en la ladera de las colinas estructurales residuales, de origen ígneo metamórfico, de pendientes escarpadas que se localizan en la parte media de la subcuenca en clima frío húmedo.

Estos suelos son aptos para el cultivo multi estrata, agroforestería, así como para el mantenimiento de la vegetación natural, la reforestación y el refugio de fauna.

Integra esta subclase la unidad LEMLf  
2,3,4.

#### *2.4.9.6 SUELOS DE LA CLASE VIII*

Corresponde a esta unidad cartográfica, los suelos de las depresiones o vellecitos aluviales que forman parte de los drenajes que se distribuyen en toda la subcuenca. Los suelos de este grupo, no son aptos para ninguna actividad agropecuaria, deben ser de uso conservacionista. Componen esta subclase la unidad L/TDVDa,b,c.



*“La subcuenca de mi vereda era muy bonita y saludable. Se respiraba aire puro y el agua era abundante al igual que la flora y la fauna. Existían muchas especies nativas de animales y de árboles; como armadillos, tigrillos, águilas, venados, loros. Árboles como el roble, cedro, jigua, yarumos y también me contaron que en los cerros cerca de la laguna llegaban los cóndores y se llevaban los terneros recién nacidos, pero de todas formas todos vivían contentos”.*

*Niño WILSON LEVAZA*



# Cobertura Vegetal,

# Flora y Fauna

## 2.5 COBERTURA VEGETAL RURAL, FLORA Y FAUNA

### 2.5.1 METODOLOGIAS POR COMPONENTE

#### 2.5.1.1 COBERTURA VEGETAL RURAL

El levantamiento de cobertura vegetal de la parte rural de la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús se desarrolló bajo el mismo método utilizado en el levantamiento de Uso Actual del suelo rural, por tanto se referencia al lector al punto 2.4.1. de este documento.

#### 2.5.1.2 FLORA

Teniendo en cuenta el panorama biofísico de la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús se decidió utilizar metodologías rápidas (RAP) y complementarias que suministraran información representativa tanto de la riqueza y composición de especies como de la estructura vegetal, que brindaran la posibilidad de obtener información cualitativa y cuantitativa de la subcuenca.

Teniendo en cuenta lo anterior, se diferenciaron los Metodología en:

- Composición florística de bosques de galería.
- Estructura de dos relictos de bosque

Igualmente se identificaron los posibles usos de las especies identificadas, con el propósito de brindar a las comunidades

humanas una orientación sobre las posibilidades de bienes y servicios ambientales que el componente flora nos brinda.

#### Composicion floristica

Entre los Metodología existentes se escogió el denominado “Colecta libre” o “Colecciones generales de plantas”, el cual, de acuerdo a Villareal et al (2004)<sup>22</sup>, consiste en coleccionar las especies de la zona de estudio que presenten flores y/o frutos, con el fin de hacer una aproximación a la composición florística de la localidad en general.

En la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús se aplicó este método a través de recorridos en las siguientes áreas:

---

<sup>22</sup> Villareal H et al. 2004. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de inventarios de biodiversidad del Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia

- Vereda Santa Elena, en las márgenes del río Molino a altitudes entre 2400 y 2600 msnm
- Vereda Santa Bárbara, en las márgenes de la Qda. La Honda a altitudes entre 2000 y 2100 msnm
- Vereda Claridad, márgenes del río Molino a altitudes entre 1900 y 2000 msnm
- Qda. Molanga a altitudes entre 1700 y 1800 msnm.
- Vereda Pueblillo Alto, bocatoma del Acueducto del río Molino a 1800 msnm.

Como se puede observar las distribuciones altitudinales de las colectas comprenden desde 1700 msnm hasta 2700 msnm, es decir, cubren el rango altitudinal de la subcuenca.

### Estructura de relictos de bosque

El estudio de la estructura de los bosques de la subcuenca río Molino se realizó bajo la aplicación *del método propuesto por A. Gentry (1982)* en los bosques representativos existentes de la siguiente forma:

- Se levantaron 10 transectos, cada uno de 2,0 m de ancho y 50 m de largo, separados cada 5 metros completando de esta manera un área total de muestreo de 1000 m<sup>2</sup> (0,1 ha).
- Al interior de cada transecto se registraron todos los individuos con diámetro mayor o igual a 2,5 cm. Para cada individuo se colectaron tres muestras botánicas para el secado y determinación en el Herbario de la Universidad del Cauca. Se registraron datos de altura total, altura al fuste, cobertura de la copa, posición dentro de la parcela, diámetro a la altura del pecho (DAP).

Con respecto a la *selección de relictos de bosque*, se tuvieron en cuenta aspectos como:

- Ubicación: áreas boscosas en zonas rurales o urbanas
- Representatividad en cobertura: áreas boscosas que presentaran una cobertura notable, pero que no estuvieran ubicadas en márgenes del río Molino. En este sentido es necesario destacar que los relictos de bosque son muy escasos y de poca cobertura.
- Altitud: áreas ubicadas en altitudes diferentes a 2800 msnm, en donde Toro (2003)<sup>23</sup> ya había realizado levantamientos de Estructura.
- Acceso: áreas de relativo fácil acceso teniendo en cuenta aspectos como: orden público, cercanía a vías o viviendas, consentimiento de la comunidad local para desarrollar el muestreo.

Estos aspectos permitieron seleccionar dos bosques, el primero ubicado en el nacimiento del río Molino (2700 msnm) y el segundo en el Batallón José Hilario López (1750 msnm), este último representa uno de los pocos bosques que subsisten en el área

<sup>23</sup>Toro, M.2003. Inventarios forestales. Ecosistemas estratégicos. Fuentes de abastecimiento del municipio de Popayán. Fundación pro Cuenca Río Las Piedras.

urbana y por ello fue considerado en el levantamiento.

### *2.5.1.3 FAUNA*

En la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús se establecieron cuatro estaciones de muestreo a diferente altura sobre el nivel del mar: dos a 1.750 m en la ciudad de Popayán y en la vereda el Hogar Bajo, una 2.200 m en la vereda Santa Bárbara y otra a 2.800 m. en la vereda Santa Elena. Cada muestreo se realizó en un periodo de 4 días consecutivos, donde se colectaron los animales que se consideraron necesarios para realizar una identificación taxonómica apropiada (tres machos y tres hembras de las especies más abundantes).



Estos se depositaron en las colecciones de referencia del Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca, los otros ejemplares capturados fueron marcados y liberados en el sitio de muestreo (Ver Mapa 21).

A continuación se describe el método utilizado por grupo de fauna estudiado: pequeños y medianos mamíferos, aves, anfibios y reptiles, peces y macroinvertebrados bentónicos.

### **Muestreo de pequeños y medianos mamíferos**

Los pequeños mamíferos voladores o murciélagos se capturaron con redes de niebla, instaladas desde las 17:30 hasta las 23:00 horas, que fueron revisadas a intervalos de media hora. El esfuerzo total de captura acumulado fue de 441 Horas-Red, distribuido de manera homogénea en los tres sitios de muestreo: vereda Santa Elena, vereda Santa Bárbara y vereda EL Hogar, teniendo en cuenta que el número de de noches (3), horas (7) y redes (7) fue igual en cada uno.

Para calcular la diversidad de murciélagos se aplicó el índice de Shannon-Wiener, cuyos valores oscilan entre 0,0 y 5,0 y se interpreta así: de 0,0 a 1,5 baja diversidad, de 1,6 a 3,0 mediana diversidad y de 3,1 a 5,0 alta diversidad.

Los pequeños mamíferos no voladores se muestrearon con trampas tipo Sherman utilizando cebo convencional de avena y maní, y se revisaron cada 12 horas. De manera similar pero empleando trampas Tomahawk se muestreó a los mamíferos medianos y se hicieron trampas de huellas con esencias frutales para reportar mamíferos grandes.

### **Muestreo de aves**

Las aves se capturaron con redes de niebla de las 05:00 a las 10:00 horas y se revisaron cada media hora, después de cerrar las redes se realizó observaciones con binoculares.

### **Muestreo de anfibios y reptiles**

Se realizó un muestreo libre desde las 17:00 a las 23:00 horas, que consistió en ubicar anfibios acústica y visualmente, los cuales se colectaron manualmente. Por su parte, desde las 10:00 a las 13:00 horas se buscaron lagartos y debajo de troncos y piedras serpientes, que se capturaron con la ayuda de ganchos especiales.

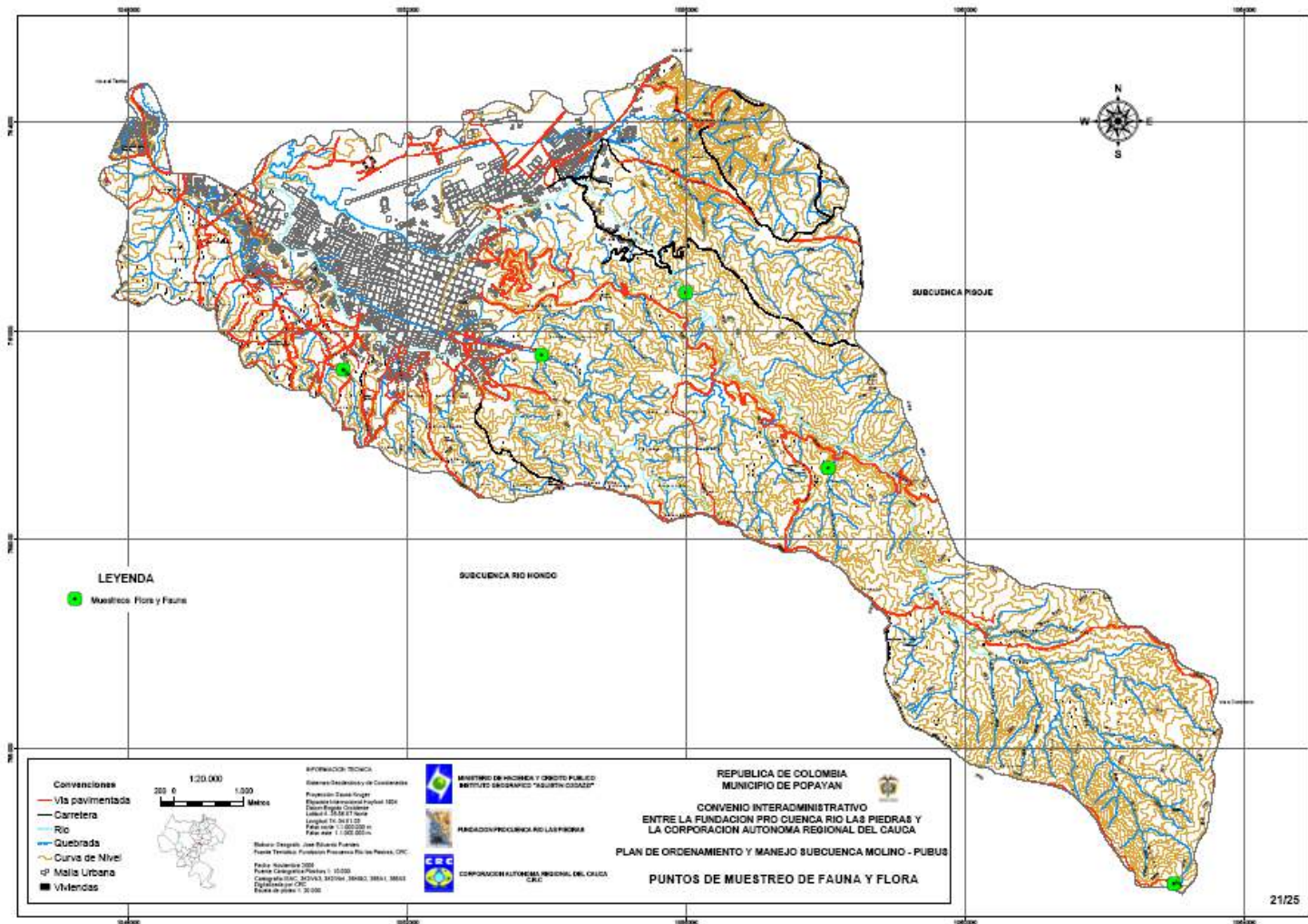
### **Muestreo de peces**

Los peces se muestrearon empleando redes de arrastre y cubriendo los distintos hábitats en el río, en cada sitio se realizaron 10 estaciones de muestreo.

### **Caracterización del hábitat**

Para las comunidades de pequeños mamíferos, se tomaron diferentes variables de hábitat (DAP, altura del dosel, número de especies de árboles, cobertura del suelo, cobertura del dosel, número de especies de arbustos, número de estratos, altura de los estratos) que permiten establecer su estado de conservación o deterioro.

Mapa 21. Puntos demuestro de fauna y flora

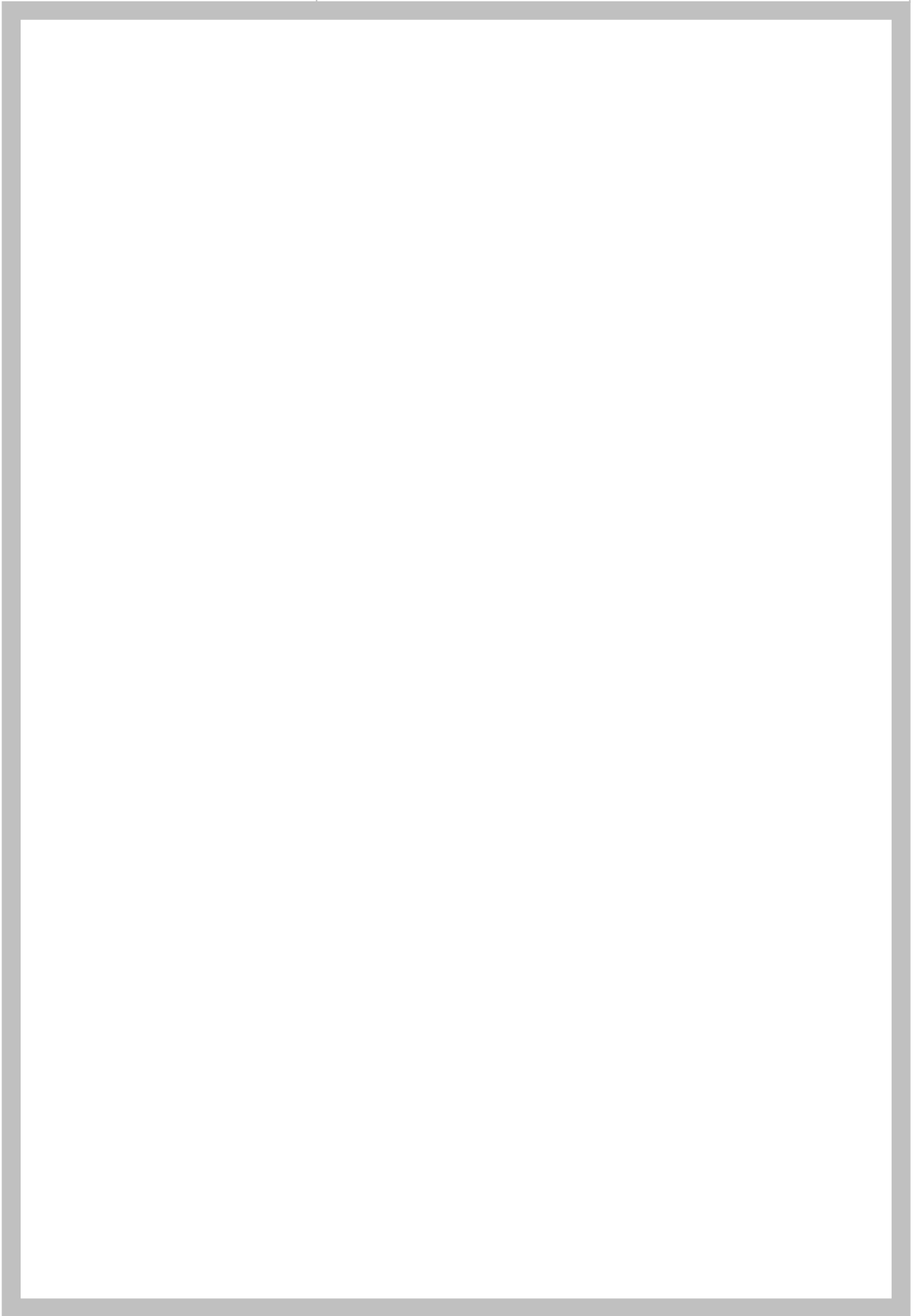


### **Trabajo de laboratorio**

La determinación taxonómica se realizó empleando claves dicotómicas específicas para cada grupo de fauna y comparando con los especímenes depositados en las colecciones de referencia del Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca.

### **Índices de riqueza y diversidad**

El número de especies y la abundancia de individuos fueron usados para calcular valores de diversidad mediante el índice de Shannon-Wiener y se comparó las comunidades con índices de similitud como el de Sorenson o Morisita-Horn. Adicionalmente se estimó el índice BMWP para los macroinvertebrados bentónicos.



## 2.5.2 COBERTURA VEGETAL DE LA ZONA RURAL

Las unidades de cobertura encontradas y cartografiadas de acuerdo con lo planteado por la C.R.C. para la parte rural de la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús comprenden 16 unidades que se detallan a continuación.

En algunos casos se subdividieron los grupos con coberturas inferiores a una hectárea teniendo en cuenta su conformación a través de las dinámicas físico-bióticas de la subcuenca y del carácter socioeconómico y conformación cultural de los individuos que la habitan.

En el Cuadro 86 y Mapa 22 se presenta de forma consolidada la cobertura vegetal de la subcuenca.

### 2.5.2.1 COBERTURA NATURAL

La distribución espacial de las unidades de cobertura natural se pueden observar en el Mapa 22.

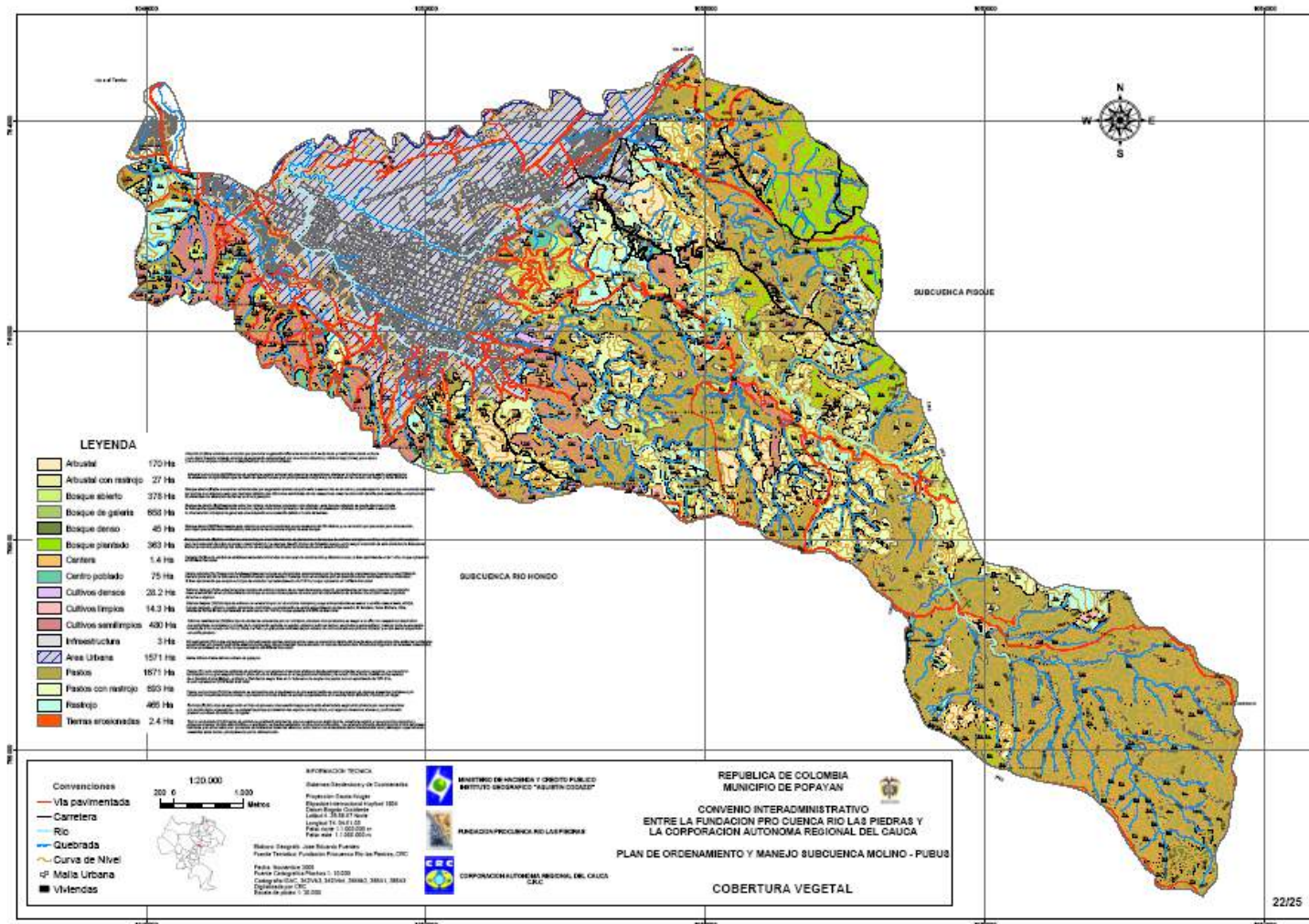
En este sentido, las subunidades de la cobertura natural son las siguientes:

Cuadro 86. Cobertura vegetal natural e intervenida de la zona rural de la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús

TIPO	ÁREA (Ha)	PORCENTAJE (%)	CLASIFICACIÓN	SÍMBOLO	ÁREA (Ha)	PORCENTAJE (%)
COBERTURA NATURAL	2853,4	56,15	Pastos	Pa	1671,2	32,89
			Bosque de galería	Bg	658,6	12,96
			Bosque abierto	Ba	378,5	7,45
			Arbustal	Ar	170,1	3,35
			Bosque denso	Bd	45,8	0,9
COBERTURA INTERVENIDA	2228	43,85	Pastos con rastrojo	Pr	693,8	13,65
			Cultivos semilimpios	Csl	480,4	9,45
			Rastrojo	Ra	465,6	9,16
			Bosque plantado	Bp	363,8	7,16
			Centro poblado	Cp	75,8	1,49
			Arbustal con rastrojo	ArR	28,5	0,56
			Cultivos densos	Cd	28,1	0,55
			Cultivos limpios	Cl	14,3	0,28

			Infraestructura	If	3	0,06
			Tierras erosionadas	Te	2,5	0,05
			Cantera	Ca	1,4	0,03
<b>TOTAL</b>					<b>5081,4</b>	<b>100</b>

Mapa 22. Cobertura vegetal





### Pastos (Pa)

Esta unidad se conforma de gramíneas con algunos elementos arbóreos donde pastorean animales vacunos y equinos. Se encuentran localizados en su gran mayoría hacia la parte alta de la subcuenca en el Resguardo de Poblazón y la vereda Santa Elena, también en las veredas El Sendero, Santa Bárbara, El Hogar y La Claridad.

La mayor área en la subcuenca la ocupan los pastos con un aproximado de 1671.2 ha, el cual representan 32.89 % del área total (Ver Foto 18)

Foto 18. Pastos



### Bosque de galería (Bg)

Comprende todos los relictos de bosque asociados a los drenajes, este tipo de cobertura se puede observar en toda la subcuenca especialmente hacia el centro y la parte alta en el nacimiento. Se conforma de

elementos arbóreos de porte más o menos alto. La intervención antrópica ha generado una reducción en su tamaño debido a la tala del mismo.

Estos bosques ocupan el segundo rango en tamaño después de los pastos representando el 12.96% del área total dentro del tipo de cobertura natural (Ver Foto 19).

Foto 19. Bosque de galería



### Bosque abierto (Ba)

Se encuentran conformados por vegetación arbórea de porte más o menos alto en el cual se pueden apreciar espacios que van siendo ocupados por pastos o en algunos casos por rastrojos debido a las diferentes actividades de los campesinos como la extracción de leña para combustible, construcción de viviendas o la extensión de tierras en el uso pecuario.

Los bosques abiertos principalmente se encuentran en el margen derecho del río Molino entre las veredas el Hogar, Santa Bárbara y El Sendero. El área que ocupan estos bosques equivale al 7.45% de área total rural (Ver Foto 20).

Foto 20. Bosque abierto



### Arbustal (Ar)

Esta unidad se caracteriza por presentar vegetación leñosa de menos de 5 m de altura y ramificados desde su base y con dosel irregular además este tipo de vegetación caracterizada por un estrato arbustivo y arbóreo bajo (2-4 m), poco denso y de carácter un poco xerofítico acompañado por un estrato herbáceo.

La presencia de arbustales se pueden observar en las veredas de Santa Bárbara, Samanga o el Hogar en su parte baja. Los campesinos extraen leña para combustible. El área representa el 3.3% del área total rural (Ver Foto 21).

Foto 21. Arbustal



### Bosque denso (Bd)

Prácticamente esta unidad se encuentra localizada en el nacimiento del río Molino y se caracteriza por presentar poca intervención, sus copas presentan una continuidad y aún persiste la estructura original de este bosque.

Este tipo de unidad por sus características representa una gran importancia para la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús. El área representada por esta cobertura equivale al 0.9% del área total rural (Ver Foto 22).

Foto 22. Bosque denso



### *2.5.2.2 COBERTURA INTERVENIDA*

La distribución espacial de las unidades de cobertura natural se pueden observar en el Mapa 22. Las subunidades de la cobertura intervenida se describen a continuación:

#### **Pastos con rastrojo (Pr)**

Esta cobertura se caracteriza por el predominio de una matriz herbácea con la presencia de algunos elementos herbáceos y/o arbustivos frecuentemente invasores.

Se presentan en toda la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús especialmente en la vereda Santa Bárbara, Claridad y el Hogar.

Dentro del tipo de cobertura intervenida esta unidad abarca la mayor área representando el 13.65% del área total rural (Ver Foto 23).

Foto 23. Pastos con rastrojo



### Cultivos semilimpios (Csl)

Este tipo de unidad se caracteriza por ser de origen antrópico, donde el ciclo productivo es mayor a un año. Los campesinos desarrollan sus actividades económicas a través de la explotación agrícola presentando cultivos mixtos, asociados o monocultivos. La mayor parte se encuentra localizada en las veredas de Torres, Siloé, La Paila, conformada en su mayoría por cultivos de café asociado con plátano, frutales y en una menor proporción con caña panelera.

El área que ocupan este tipo de unidad equivale al 9.45% del área total rural, es decir, la segunda área con mayor área dentro de la cobertura intervenida (Ver Foto 24).

Foto 24. Cultivos semilimpios



### Rastrojo (Ra)

Este tipo de vegetación es fruto de procesos de sucesión luego que ha sido eliminada la vegetación primaria por causas naturales o la acción de los campesinos. Se caracteriza porque predominan especies de porte bajo con algunos elementos arbóreos y su fisonomía presenta un docel discontinuo e irregular.

Los rastrojos se distribuyen en una mayor parte hacia el centro de la parte rural de la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús en las veredas del Hogar, El Sendero, Pueblillo y hacia el margen izquierdo de la Qda. Las Chozas

Este tipo de unidad representa el 9.16% de área total rural (Ver Foto 25).

Foto 25. Rastrojos



### **Bosque plantado (Bp)**

Esta unidad se caracteriza por el establecimiento de plantaciones de bosque con fines de explotación maderera para la producción de pulpa de papel a nivel industrial. La empresa Smurfit Carton de Colombia cuenta con la mayor extensión de esta unidad en la Suncuenca de los ríos Molino-Pubús. En un alto porcentaje los cultivos son de eucaliptos localizados prácticamente en la vereda Claridad.

Estas plantaciones equivalen al 7.165% del área total rural.

### **Centro poblado (Cp)**

Comprende fundamentalmente los lugares urbanizados caracterizados por la presencia de asentamientos humanos como Poblazón hacia la parte alta de la subcuenca, Pueblillo hacia la parte media o Puelenje hacia el occidente para el desarrollo de las actividades de los individuos. Representa el 1.49% de área total rural.

### **Arbustal con rastrojo (Arr)**

Este tipo de cobertura vegetal achaparrada presenta características similares al arbustal con una matriz predominante de elementos de tipo

leñoso que se ramifican desde su base y un porte promedio de (2-4 m), se localiza en las veredas del Hogar y Santa Bárbara.

El área de esta unidad comprende aproximadamente 28.5 ha, que constituye el 0.56% del área total rural (Ver Foto 26).

Foto 26. Arbustal con rastrojo



### **Cultivos densos (Cd)**

La cobertura para este tipo de cultivo requiere de un nivel de manejo especial, generalmente se hace con especies introducidas como el maralfalfa en el establecimiento de lo que se conoce como pastos de corte para el sostenimiento de animales de establo como el ganado de leche o equinos (Ver Foto 27).

Este tipo de coberturas representa el 0.55% del área total rural.

Foto 27. Cultivo denso





### **Cultivos limpios (Cl)**

Este tipo de cultivos se caracteriza por ser de carácter antropico y cuyo ciclo productivo es menor a un año como el maíz, el fríjol, la papa, lechuga, cilantro, repollo, zanahoria y hortalizas, su producción se centra especialmente en las veredas El Sendero, Santa Bárbara, Siloe, Vereda de Torres.

El área aproximada en este uso es de 14.3 ha, lo que equivale al 0.28% de área total rural.

### **Infraestructura (If)**

Lo que corresponde a infraestructura son las construcciones que se encuentran dentro del área de éste estudio entre ellas están las residencias estudiantiles y la nueva facultad de administración de la Universidad del Cauca ubicadas al costado derecho de la Facultad de Ingeniería de la misma, el área aproximada es de 3 ha, lo que representa el 0.06% del área total rural.

### **Tierras erosionadas (Te)**

Este tipo de unidad se estableció para tierras que no cuentan con algún tipo de cobertura vegetal y a su vez están expuestas a procesos erosivos de tipo

eólico hídrico, o antrópico, se pueden evidenciar un alto nivel de deterioro. Se caracterizan por la pérdida parcial o total del primer horizonte y en otros casos con presencia de fenómenos como las cárcavas, estas áreas son el resultado de los inadecuados usos y manejos a que han sido sometidas estas tierras, principalmente por la deforestación (Ver Foto 28).

Estas tierras representan el 0.03% del área total rural y se localizan en la parte baja de la vereda Claridad.

Foto 28. Tierras erosionadas



### **Cantera (Ca)**

En esta unidad se establecen materiales triturados de roca para la construcción y diferentes usos, el área aproximada es de 1.4 ha, lo que representa el 0.03% de área total rural.

### 2.5.3 FLORA

El paisaje general de la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús se encuentra dominado por áreas intervenidas, quedando algunos parches de bosques aislados y bosques de galería ubicados en las márgenes del río Molino y en las quebradas que le drenan, los cuales prestan bienes y servicios de importancia para sus habitantes.

En cuanto a la composición y estructura florística de la subcuenca, se presenta a continuación los detalles respectivos.

#### 2.5.3.1 COMPOSICIÓN FLORÍSTICA

Los bosques de galería se encuentran constituidos por las plantas ubicadas

en las márgenes de los ríos, las cuales generalmente sobresalen por presentar un estrato arbóreo relativamente continuo. Entre los servicios ambientales que prestan se encuentra la protección del suelo, disminución de la temperatura del agua y alimento para animales silvestres, motivo por el cual han sido propuestos como posibles “vías” para el establecimiento de corredores biológicos.

En este sentido el determinar la composición florística que albergan constituye un insumo importante no solo para el conocimiento sino también para su manejo futuro.

De acuerdo al Cuadro 87, en términos de hábitat, se encontraron 93 especies en los bosques de galería y 64 en los relictos de bosque.

El comportamiento de la información permite afirmar que existe una diferenciación entre la composición florística de estos dos hábitats, dado que solamente comparten 9 especies: *Allophyllus sp 1*, *Piptocarpha sp 1*, *Viburnum lehmannii*, *Clusia sp 2* (Cucharó), *Meriania speciosa* (Mayo), *Miconia desmantha* (Mortiño), *Mimosopsis quitensis* (Guarango), *Geissanthus sp 1* (Garrocho) y *Freziera canescens*. Este hecho

imprime dinámicas de regeneración y aporte de bienes y servicios diferentes tanto a animales silvestres como al hombre y corrobora la necesidad de separar los hábitats para el desarrollo de muestreos (tema que requiere ser tratado desarrollando estudios mas detallados).

Un aspecto que debe tomarse con sumo cuidado es la utilización de los árboles de estas especies con propósitos de repoblación vegetal, siempre se deben cumplir con los procesos de selección y requerimientos de un “árbol semillero” si no se desea continuar homogeneizando el paisaje y deteriorando la calidad genética en él contenida.

Cuadro 87. Composición florística de la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	HÁBITAT		
			Bosque de Galeria	Relicto boscoso	Espinel (1983)
Acanthaceae	<i>Aphelandra acanthus</i>		x		
Acanthaceae	<i>Trichantera gigantea</i>	Nacedero	x		
Acanthaceae	<i>Thunbergia alata</i>	Anteajo de poeta			x
Actinidaceae	<i>Saurauia sp 1</i>	Maco	x		
Actinidaceae	<i>Saurauia sp 2</i>			x	
Actinidaceae	<i>Saurauia scabra</i>			x	
Amaranthaceae	<i>Iresine diffusa</i>	Pulmonaria	x		
Amaryllidaceae	<i>Bomarea vestita</i>	Cortapicos	x		
Anacardiaceae	<i>Toxicodendron striatum</i>	Caspi, manzanillo	x		
Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i>	Mango			x
Araceae	<i>Anthurium pedatum</i>	Anturio	x		
Araceae	<i>Anthurium sp</i>	Anturio	x		
Araceae	<i>Anthurium popayanense</i>	Anturio	x		
Araliaceae	<i>Oreopanax sp</i>		x		
Asteraceae	<i>Austropeatorium inulifolium</i>		x		
Asteraceae	<i>Condylopodium cuatrecassasi</i>		x		
Asteraceae	<i>Dendrophorbium sp 1</i>	Cushé	x		
Asteraceae	<i>Liabum sp 1</i>		x		
Asteraceae	<i>Liabum sp 2</i>			x	
Asteraceae	<i>Liabum vulcanicum</i>				x
Asteraceae	<i>Mikania sp</i>	Bejuco	x		
Asteraceae	<i>Pentacalia sp 1</i>		x		
Asteraceae	<i>Piptocarpha sp 1</i>		x	x	
Asteraceae	<i>Verbesina sp</i>			x	
Asteraceae	<i>Chaptalia nutans</i>	Lengua de vaca			x
Asteraceae	<i>Montanoa quadrangularis</i>	Arboloco			
Betulaceae	<i>Alnus jorullensis</i>	Aliso		x	x
Bignoniaceae	<i>Amphilophium paniculatum</i>	Bejuco de oroto	x		
Bignoniaceae	<i>Tabebuia chrysantha</i>	Guayacán amarillo	x		
Bignoniaceae	<i>Tabebuia pentaphylla</i>	Guayacán rosado			x
Bignoniaceae	<i>Tecoma mollis</i>	Flor amarillo			x
Bignoniaceae	<i>Tecoma stans</i>	Flor amarillo	x		
Bignoniaceae	<i>Delostoma roseum</i>	Nacedero	x	x	x
Bignoniaceae	<i>Jacaranda caucana</i>	Gualanday	x		x
Bignoniaceae	<i>Spatodea campanulata</i>	Tulipán africano	x		x
Bombacaceae	<i>Spirotheca sp</i>	Tachuelo			x
Bombacaceae	<i>Ochroma pyramidalis</i>	Balso	x		x
Boraginaceae	<i>Cordia acuta</i>			x	
Brunelliaceae	<i>Brunellia comocladifolia</i>	Yuco, pata de gallina	x		x
Caesalpiniaceae	<i>Senna sp</i>			x	
Caprifoliaceae	<i>Viburnum lehmanii</i>		x	x	

Caricaceae	<i>Carica papaya</i>	Papaya			x
------------	----------------------	--------	--	--	---

Continuación Cuadro 87

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	HÁBITAT		
			Bosque de Galeria	Relicto boscoso	Espinel (1983)
Cecropiaceae	<i>Cecropia angustifolia</i>	Yarumo	x		
Chloranthaceae	<i>Hedyosmum bonplandianum</i>	Granizo	x		
Chloranthaceae	<i>Hedyosmum goudotianum</i>	Granizo		x	
Chloranthaceae	<i>Hedyosmum racemosum</i>	Granizo		x	
Cunoniaceae	<i>Weinmannia pubescens</i>	Encenillo	x		x
Cunoniaceae	<i>Weinmannia balbisiiana</i>	Encenillo			x
Ericaceae	<i>Befaria matewsi</i>		x		
Ericaceae	<i>Psammisia macrophylla</i>			x	
Ericaceae	<i>Psammisia sp 1</i>		x		
Euphorbiaceae	<i>Acalypha macrostachya</i>		x		
Euphorbiaceae	<i>Alchornea latifolia</i>			x	
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia sp</i>		x		
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia laurifolia</i>	Lechero			
Euphorbiaceae	<i>Hyeronima macrocarpa</i>	Charmolán			
Euphorbiaceae	<i>Phyllanthus salviifolius</i>	Yuco	x		
Euphorbiaceae	<i>Phyllanthus salviaefolius</i>	Cedrillo			x
Fagaceae	<i>Quercus humboldtii</i>	Roble			x
Gesneriaceae	<i>Besleria solanoides</i>		x		
Graminae	<i>Guadua angustifolia</i>	Guadual	x		
Graminae	<i>Dichromena ciliata</i>	Pasto			
Graminae	<i>Lasiacis sp</i>		x		
Graminae	<i>Taraxacum officinale</i>	Diente de león			x
Gramineae	<i>Chusquea sp</i>			x	
Guttiferae	<i>Clusia sp 2</i>	Cucharo	x	x	
Guttiferae	<i>Clusia sp x</i>	Simpalo	x		
Guttiferae	<i>Vismia sp 1</i>			x	
Guttiferae	<i>Vismia lauriformis</i>		x		
Guttiferae	<i>Vismia baccifera subsp. ferruginea</i>	Mandur	x		
Labiatae	<i>Hyptis sp</i>		x		
Lauraceae	<i>Cinnamomum triplinerve</i>			x	
Lauraceae	<i>Nectandra sp</i>			x	
Lauraceae	<i>Ocotea sp</i>	Laurel		x	
Lauraceae	<i>Persea americana</i>	Aguacate			x
Lythraceae	<i>Lafoensia speciosa</i>	Roble amarillo			x
Malvaceae	<i>Wissadula sp</i>		x		
Melastomataceae	<i>Meriania speciosa</i>	Mayo	x	x	
Melastomataceae	<i>Meriania sp</i>		x		
Melastomataceae	<i>Meriania nobilis</i>	Amarraboyo		x	
Melastomataceae	<i>Meriania splendens</i>		x		

Melastomataceae	<i>Meriania phlomidoides</i>			x	
Melastomataceae	<i>Miconia aeruginosa</i>		x		
Melastomataceae	<i>Miconia brachycalix</i>		x		

Continuación Cuadro 87.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	HÁBITAT		
			Bosque de Galeria	Relicto boscoso	Espinel (1983)
Melastomataceae	<i>Miconia caudata</i>	Lanzo, danto		x	x
Melastomataceae	<i>Miconia desmantha</i>		x	x	
Melastomataceae	<i>Miconia notabilis</i>	Mortiño			x
Melastomataceae	<i>Miconia theaezans</i>	Mortiño		x	
Melastomataceae	<i>Miconia sp 1</i>			x	
Melastomataceae	<i>Miconia sp 2</i>			x	
Melastomataceae	<i>Miconia sp 3</i>		x		
Melastomataceae	<i>Miconia sp 4</i>			x	
Melastomataceae	<i>Miconia lehmannii</i>			x	
Melastomataceae	<i>Tibouchina mollis</i>		x		
Meliaceae	<i>Guarea kunthiana</i>	Maco		x	
Meliaceae	<i>Guarea sp</i>	Maco		x	
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	x		
Mimosaceae	<i>Inga magnifolia</i>	Guamo		x	
Mimosaceae	<i>Acacia mollissima</i>	Acacia	x		
Mimosaceae	<i>Calliandra pittieri</i>	Carbonero	x		
Mimosaceae	<i>Leucaena leucocephala</i>	Leucaena	x		
Mimosaceae	<i>Mimosopsis quitensis</i>	Guarango	x	x	x
Mimosaceae	<i>Inga sp</i>			x	
Monimiaceae	<i>Siparuna echinata</i>	Cojón de chucha	x		
Moraceae	<i>Ficus sp</i>	Matapalo		x	
Moraceae	<i>Ficus sp 1</i>	Matapalo	x		
Moraceae	<i>Ficus cf andicola</i>		x		
Myricaceae	<i>Myrica pubescens</i>	Laurel de cera	x		x
Myrsinaceae	<i>Geissanthus sp 1</i>	Garrocho	x	x	
Myrsinaceae	<i>Cybianthus sp</i>			x	
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>	Guayabo		x	
Myrtaceae	<i>Myrcia sp 2</i>		x	x	
Myrtaceae	<i>Myrcianthes sp</i>	Arrayán			
Myrtaceae	<i>Syzygium jambos</i>	Pomorroso	x		
Papaveraceae	<i>Bocconia frutescens</i>	Trompeto			x
Papilionaceae	<i>Aeschynomene sp</i>		x		
Papilionaceae	<i>Erythrina edulis</i>	Chachafruto	x		
Passifloraceae	<i>Passiflora sp</i>	Granadillo		x	
Phytolaccaceae	<i>Phytolacca rivinoides</i>	Jaboncillo			x
Piperaceae	<i>Piper barbatum</i>	Cordoncillo	x		
Piperaceae	<i>Piper sp 1</i>	Cordoncillo		x	
Piperaceae	<i>Piper sp 2</i>	Cordoncillo	x		
Piperaceae	<i>Piper lacunosum</i>	Cordoncillo	x		

Polygalaceae	<i>Monnina pulchra</i>		x		
Polygalaceae	<i>Monnina cestriifolia</i>		x		
Polygalaceae	<i>Monnina fastigiata</i>		x		
Proteaceae	<i>Roupala glabriflora</i>	Carne fiambre			x

Continuación Cuadro 87.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	HÁBITAT		
			Bosque de Galeria	Relicto boscoso	Espinel (1983)
Proteaceae	<i>Roupala obovata</i>		x		
Proteaceae	<i>Panopsis polystachya</i>	Umuy	x		
Proteaceae	<i>Panopsis sp</i>	Sombrerillo		x	
Rhamnaceae	<i>Rhamnus pubescens</i>	Cabo de hacha			x
Rosaceae	<i>Rubís porphyromallus</i>	Mora			x
Rosaceae	<i>Rubís glaucus</i>	Mora de Castilla			x
Rosaceae	<i>Prunus sp</i>			x	
Rubiaceae	<i>Cinchona pubescens</i>	Quina, cascarillo		x	x
Rubiaceae	<i>Coffea arabica</i>		x		
Rubiaceae	<i>Coccocypselum lanceolatum</i>		x		
Rubiaceae	<i>Galium hypocarpicum</i>	Yerba de bruja	x		
Rubiaceae	<i>Notopleura sp</i>		x		
Rubiaceae	<i>Palicourea amethystina</i>	Palo hueso		x	
Rubiaceae	<i>Palicourea angustifolia</i>			x	
Rubiaceae	<i>Palicourea heterochroma</i>		x		
Rubiaceae	<i>Palicourea polystachya</i>			x	
Rubiaceae	<i>Palicourea sp 1</i>			x	
Rubiaceae	<i>Palicourea sp 2</i>		x		
Rubiaceae	<i>Palicourea thyriflora</i>	Azulejo		x	
Rutaceae	<i>Zanthoxylum quindiuense</i>		x		
Salicaceae	<i>Salix humboldtiana</i>	Sauce llorón	x		
Sapindaceae	<i>Allophylus sp 1</i>		x	x	
Sapindaceae	<i>Allophylus sp 2</i>			x	
Saxifragaceae	<i>Escallonia paniculata</i> var. <i>floribunda</i>	Chilco colorado	x		x
Solanaceae	<i>Brugmansia aurea</i>	Borrachero	x		
Solanaceae	<i>Cestrum mariquitae</i>		x		
Solanaceae	<i>Cestrum megalophyllum</i>			x	
Solanaceae	<i>Cestrum ochraceum</i>		x		
Solanaceae	<i>Cestrum tomentosum</i>		x		
Solanaceae	<i>Dunalia solanacea</i>			x	
Solanaceae	<i>Jaltomata sp</i>			x	
Solanaceae	<i>Juanulloa speciosa</i>		x		
Solanaceae	<i>Nicotiana tabacum</i>		x		
Solanaceae	<i>Solanum hispidum</i>	Pepo		x	
Solanaceae	<i>Solanum sp</i>			x	
Solanaceae	<i>Solanum sp 1</i>		x		
Solanaceae	<i>Solanum nigrum</i>	Hierba mora			
Styracaceae	<i>Styrax sp</i>			x	

Theaceae	<i>Freziera sericea</i>	Cerezo de monte			x
----------	-------------------------	-----------------	--	--	---

Continuación Cuadro 87.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	HÁBITAT		
			Bosque de Galería	Relicto boscoso	Espinel (1983)
Theaceae	<i>Freziera canescens</i>		x	x	
Tiliaceae	<i>Heliocarpus popayanensis</i>	Palo bobo		x	x
Urticaceae	<i>Phenax sp</i>			x	
Valerianaceae	<i>Valeriana sp</i>		x		
Verbenaceae	<i>Lantana sp</i>	Lantana		x	
Verbenaceae	<i>Duranta sprucei</i> var. <i>colombiensis</i>	Totocal	x		x

Desde un punto de vista mas general, el Cuadro 87 permite tener un *listado consolidado* de composición vegetal a partir de la información proveniente de los resultados obtenidos en los levantamientos de estructura vertical en relictos boscosos y de composición florística en los bosques de galería además de las especies citadas por Espinel (1981) para Popayán y por Toro (2003) para dos bosques de la parte alta de la subcuenca.

Dicho listado, permite determinar la presencia en la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús de 173 especies, 114 géneros y 58 familias. Las familias mas representativas en cuanto a número de especies son en orden descendente: Melastomataceae (17 especies), Solanaceae (13 especies), Rubiáceae (12 especies), Asteraceae (12 especies), Bignoniaceae (8 especies), Euphorbiaceae (7 especies) y

Mimosaceae (6 especies). Estas familias representan tan solo el 12,1% y comprenden el 43% de la composición florística.

Las familias restantes, es decir el 87,9%, presentan de 1 -5 especies y representan el 56,7% de la composición florística. En el mismo sentido, los géneros más representativos en número de especies son en orden descendente: *Miconia* (11

especies), *Palicourea* (7 especies), *Meriania* (3 especies) y *Solanum*, *Cestrum*, *Piper* (4 especies), los cuales constituyen el 4,4% y representan el 21% de las especies.

Los géneros restantes, es decir el 95,6%, presentan de 2 a 3 especies que equivalen el 79% de las especies.



En síntesis, estos resultados determinan que las familias y géneros predominantes son los característicos de bosques andinos y subandinos que imprimen gran parte de la dinámica florística de la subcuenca, además de homogeneidad y por ende se requiere fomentar procesos de conservación y recuperación de los bosques, teniendo en cuenta las recomendaciones realizadas anteriormente en cuanto a selección de árboles semilleros.

### *2.5.3.2 ESTRUCTURA DE RELICTOS DE BOSQUE*

En este componente se hace referencia a los relictos de bosque como aquellas áreas sean naturales o intervenidas que presentan una cobertura vegetal representativa distribuida en “parches” que no necesariamente deben encontrarse en las márgenes de los ríos.

Es así, que estos bosques actúan ya no como “conectores” de corredores biológicos sino como refugios de hábitat tanto para especies vegetales como animales y por tanto cuentan con una estructura definida a diferencia de los bosques de galería.

#### **Estructura vertical de los relictos de bosque**

El primer bosque seleccionado se encuentra ubicado en la vereda Santa Elena a 2° 21' 57,0" de latitud Norte y a 76° 30' 36,1" de longitud Oeste en un rango altitudinal de 2700 a 2800 msnm. Representa un área que cuenta con diferentes momentos de intervención, especialmente para extracción de leña y para pastorear el ganado vacuno, lo que determina, de acuerdo a las observaciones realizadas en campo, variaciones internas tanto en estructura como en composición vegetal.

Por su parte el bosque del área urbana de la subcuenca es un relicto ubicado en predios del Batallón Jose Hilario López a 2° 27' 42,8" de latitud Norte y 76° 37' 12,89" a 1750 msnm. Este relicto constituye un área intervenida que ha sido dejada para protección de la piscina de tratamiento de aguas residuales de dicho lugar, intervención que se refleja en los resultados de estructura y composición.

La estructura vertical de un bosque hace referencia a la presencia de estratos de acuerdo a la altura total de los árboles. De acuerdo a Melo & Vargas (2003)<sup>24</sup> para visualizar la presencia de estratos, Ogawa et al (1965) propuso la construcción del

<sup>24</sup> Melo, O, Vargas, R. 2003. Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos. Universidad del Tolima. CRQ-CARDER-CORPOCALDAS-CORTOLIMA. Ibagué

diagrama de dispersión de copas, el cual corresponde a una gráfica cartesiana, en donde los árboles se representan por coordenadas generadas por los valores de la altura total (eje de las ordenadas) y la altura al fuste (en abscisas). Dependiendo de las tendencias de la nube de puntos se determina la presencia o no y número de estratos.

En este caso, el diagrama de dispersión del bosque ubicado en el nacimiento del río Molino determina la presencia de 4 estratos, (Ver Figura 19 y Cuadro 88).

Cuadro 88. Posición sociológica de especies del bosque ubicado en el nacimiento del río Molino, vereda Santa Elena. 2700 msnm.

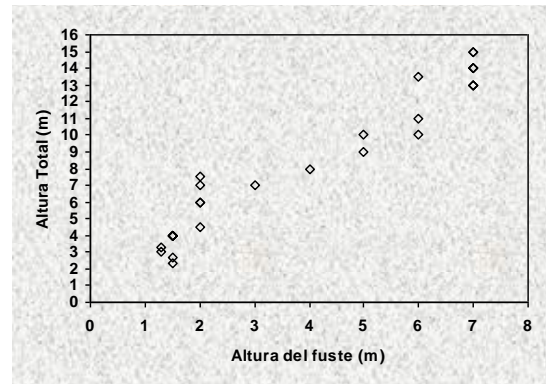
ESTRATO	NÚMERO ÁRBOLES	NÚMERO ESPECIES	ESPECIES
I (2-4 m)	6	6	<i>Nectandra sp</i> , <i>Miconia lehmannii</i> , <i>Jaltomata sp</i> , <i>Cinchona pubescens</i> , <i>Piper barbatum</i>
II (6-8 m)	5	4	<i>Piper barbatum</i> , <i>Geissanthus sp</i> ,
III (9-12 m)	4	2	<i>Saurauia sp</i> , <i>Geissanthus sp</i>
Emergente (> 12 m)	4	4	<i>Piper barbatum</i> , <i>Geissanthus sp</i>
<b>TOTAL</b>	<b>19</b>		

Nota: información correspondiente a un área de 100 m<sup>2</sup>

El número de estratos encontrados responde a la condición de intervención, en donde se presentan en los estratos inferiores (I y II) plántulas de crecimiento rápido que tienden a ser suprimidas por los estratos arbóreos (III) y emergentes.

Por su parte el diagrama de dispersión de copas correspondiente al bosque

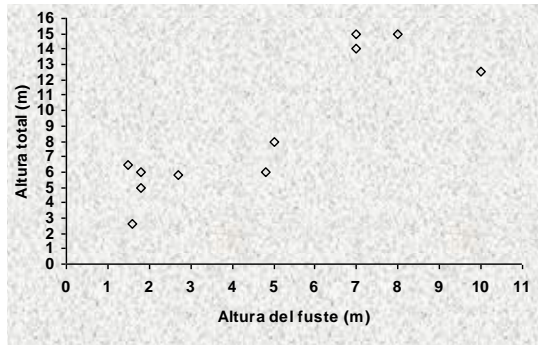
Figura 19. Estratificación del bosque ubicado en el nacimiento del río Molino, vereda Santa Elena. 2700 msnm



ubicado en el área urbana de la ciudad de Popayán, determina la presencia de 3 estratos (Ver Figura 20 y Cuadro 89)

Como se puede observar en el Cuadro 89, es notable la escasez de especies de plantas en una altitud que bajo condiciones naturales aportaría mayor riqueza que el bosque del nacimiento del río Molino.

Figura 20. Estratificación del bosque ubicado en el Batallón José Hilario López. 1750 msnm.



Índice de Valor de Importancia (IVI), el cual determina el peso ecológico de una especie dentro de un ecosistema basándose en las abundancias, frecuencias y dominancias.

Cuadro 89. Posición sociológica de especies del bosque ubicado en el Batallón José Hilario López. 1750 msnm

ESTRATO	NÚMERO ÁRBOLES	NÚMERO ESPECIES	ESPECIES
I (2 m)	1	1	<i>Miconia sp 1</i>
II (5-8 m)	6	3	<i>Palicourea sp,</i> <i>Asteraceae,</i> <i>Miconia sp 1</i>
III (10-15 m)	4	3	<i>Clusia sp,</i> <i>Palicourea sp,</i> <i>Miconia sp 1</i>
<b>TOTAL</b>	<b>11</b>		

NOTA: Información correspondiente a un área de 100 m<sup>2</sup>

### 2.5.3.3 ESTRUCTURA HORIZONTAL

De acuerdo a Melo & Vargas (2003) la estructura horizontal permite evaluar el comportamiento de los árboles individuales y de las especies en la superficie del bosque. Dicha estructura se evalúa a través del

En el caso del bosque ubicado en el nacimiento del río Molino, se cuenta con información proveniente del inventario realizado por Toro (2003) a 2800 msnm. En el Cuadro 90 se puede observar que las especies de menor peso ecológico son las catalogadas como raras, las cuales constituyen tan solo el 20,33% del índice total, valor que determina que este sea un bosque homogéneo, reflejo de la intervención antrópica ejercida.

Entre las especies de mayor peso ecológico se encuentran *Critoniopsis sp*, *Brunellia sp*, *Miconia sp*, *Ficus sp*, *Hieronima macrocarpa*, *Roupala sp*, entre otras (Ver Cuadro 90).

Al igual que el muestreo anterior, el levantamiento realizado por Paz (2005) en el bosque ubicado a 2700 msnm también refleja condiciones de intervención antrópica tal como se puede apreciar en el Cuadro 91.

Cuadro 90. Índice de Valor de Importancia en el bosque ubicado en el nacimiento del río Molino, vereda Santa Elena. 2800 msnm.<sup>25</sup>

ESPECIE	FRECUENCIA	ABUNDANCIA	DOMINANCIA	IVI
	VALORES RELATIVOS			
<i>Critoniopsis sp</i>	5,3571	14,36	9,25	28,97
<i>Brunellia sp</i>	3,5714	3,31	12,77	19,65
<i>Miconia sp 1</i>	5,3571	7,73	2,99	16,09
<i>Ficus sp</i>	1,7857	2,21	10,69	14,69
<i>Hieronima macrocarpa</i>	3,5714	3,87	7,15	14,59
<i>Roupala sp</i>	1,7857	3,31	9,27	14,37
<i>Maytenus sp</i>	1,7857	3,31	6,75	11,85
<i>Geissanthus sp 1</i>	3,5714	4,97	2,75	11,30
<i>Panopsis polystachya</i>	1,7857	1,66	7,00	10,44
<i>Hedyosmum racemosum</i>	3,5714	4,97	1,82	10,37
<i>Viburnum sp</i>	1,7857	7,18	1,23	10,20
<i>Mauria sp</i>	1,7857	4,42	2,35	8,56
<i>Miconia sp 2</i>	3,5714	2,76	0,86	7,19
<i>Siparuna echinata</i>	3,5714	2,76	0,63	6,96
<i>Mollinedia sp</i>	3,5714	2,21	1,04	6,83
<i>Myrcianthes sp 1</i>	3,5714	2,21	0,92	6,71
<i>Guarea sp</i>	1,7857	3,87	0,93	6,58
<i>Ocotea sp</i>	1,7857	1,66	2,80	6,24
<i>Clusia sp</i>	3,5714	1,11	1,27	5,94

<sup>25</sup> Nota aclaratoria: El análisis y discusión de resultados a partir de la información de Toro (2003) han sido realizados por Paz (2005) y por ende no constituyen citas del documento original, excepto los valores de las Tablas 4 y 6.

<i>Myrcinathes sp 3</i>	1,7857	1,11	2,70	5,59
<i>Miconia theaezans</i>	3,5714	1,66	0,24	5,47
<i>Palicourea amethystina</i>	1,7857	1,66	1,81	5,25
<i>Panopsis sp</i>	1,7857	0,55	2,73	5,07
Especies raras	33,9283	17,13	10,04	61,10
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>300,00</b>

Cuadro 91. Índice de valor de importancia de las especies del bosque del nacimiento del río Molino, vereda Santa Elena. 2700 msnm.

ESPECIE	FRECUENCIA	ABUNDANCIA	DOMINANCIA	IVI
	VALORES RELATIVOS			
<i>Miconia s p2</i>	6,90	13,24	25,61	45,75
<i>Aliphyllus sp 1</i>	6,90	6,39	27,99	41,28
<i>Palicourea sp 1</i>	6,90	10,05	7,63	24,57
<i>Cinchona pubescens</i>	8,05	8,68	5,98	22,70
<i>Hedyosmun sp 1</i>	6,90	8,68	6,56	22,14
<i>Myrcianthes sp</i>	3,45	4,57	10,51	18,52
<i>Solanum sp 1</i>	5,75	4,11	6,46	16,32
<i>Geissanthus sp 1</i>	5,75	3,20	1,18	10,13
<i>Piper barbatum</i>	4,60	4,57	0,66	9,83
<i>Chusquea sp 1</i>	3,45	5,02	0,37	8,84
<i>Muestra destruida</i>	2,30	3,20	1,89	7,38
<i>Duranta sprucei</i>	2,30	3,65	0,09	6,04
<i>Ficus sp 1</i>	2,30	2,28	1,38	5,96
<i>Piptocarpha sp 1</i>	3,45	2,28	0,19	5,92
<i>Meriania phlomoides</i>	2,30	2,74	0,04	5,08
Especies raras	28,74	17,35	3,48	49,57
<b>TOTAL</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>300,00</b>

Nota: la mayor parte de muestras de herbario no se pudieron determinar hasta especie por encontrarse el material estéril y en algunos casos por no contar con el ejemplar de referencia.

De acuerdo a las observaciones de campo, el área muestreada ha sido intervenida con mayor intensidad, posiblemente por su cercanía a viviendas y por estar rodeado de caminos tradicionales (trochas) y de ganado vacuno, aspectos que se reflejan en los siguientes resultados encontrados:

El menor peso ecológico lo continúan presentando las especies raras (16,52%) evidenciando mayor homogeneidad que el levantamiento anterior. Igualmente se observa un cambio en la composición de especies dominantes, en donde solamente se comparten 5 géneros: *Miconia*, *Hedyosmum*, *Myrcinathes*, *Geissanthus* y *Ficus*.

Por su parte las especies que presentan mayor peso ecológico y por tanto imprimen la dinámica de este bosque son:

*Miconia sp, Alophyllus sp, Palicourea sp, Cinchona pubescens, Hedyosmum sp, Myrcinathes sp y Solanum sp.*

En el muestreo realizado por Toro (2003), en el bosque ubicado a 2800 msnm, en el predio del señor Heliodoro Bonilla, se presenta el mismo comportamiento anterior, en donde las especies raras presentan el menor peso ecológico (11,42%) y dominan especies como: *Freziera sp, Suarauia scabra, Hedyosmum goudotianum, Alchornea coelophylla, Cordia sp, Brunellia comocladifolia, Guettarda sp y Viburnum lehamnii* (Ver Cuadro 92).

En este caso solamente e comparten con los demás muestreos tan solo 2 especies: *Siparuna echinata y Durante sprucei.*

En síntesis, el comportamiento de la información colectada permite determinar que los bosques de la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús se encuentran en condiciones de deterioro ecológico al tender hacia la homogeneidad, motivo por el cual se requiere que la presión ejercida sobre ellos cese, que se considere la recuperación con especies nativas de procedencia garantizada y se identifiquen mecanismos de conexión entre parches de bosque que favorezcan el intercambio de material vegetal.

Cuadro 92. Índice de Valor de Importancia de las especies del bosque del predio del señor Heliodoro Bonilla. Vereda Santa Elena, subcuenca río Molino. 2800 msnm.

ESPECIE	FRECUENCIA	ABUNDANCIA	DOMINANCIA	IVI
	VALORES RELATIVOS			
<i>Freziera sp</i>	6,1224	12,66	14,22	39,57
<i>Saurauia scabra</i>	2,0408	0,42	0,10	39,47
<i>Hedyosmum goudotianum</i>	4,0816	4,64	1,67	33,00
<i>Alchornea coelophylla</i>	6,1224	3,38	4,00	20,80
<i>Cordia sp</i>	4,0816	5,49	4,01	13,58
<i>Brunellia comocladifolia</i>	4,0816	11,39	24,10	13,49
<i>Guettarda sp</i>	2,0408	0,42	0,56	13,32
<i>Viburnum lehmannii</i>	2,0408	3,38	2,17	13,28
<i>Vismia sp</i>	2,0408	1,27	0,39	11,88
<i>Escallonia paniculata</i>	2,0408	0,84	1,20	10,39
<i>Meriania nobilis</i>	2,0408	2,11	2,06	9,33
<i>Guatteria cuatrecasii</i>	2,0408	0,84	0,25	7,89
<i>Alnus acuminata</i>	2,0408	0,84	1,18	7,88
<i>Palicourea angustifolia</i>	2,0408	0,42	0,10	7,58
<i>Siparuna echinata</i>	6,1224	1,27	0,50	6,86
<i>Duranta sprucei</i>	6,1224	2,53	0,68	6,21
<i>Nectandra sp</i>	2,0408	2,95	6,88	6,00
<i>Delostoma roceum</i>	4,0816	3,38	5,82	5,20
Especies raras	38,7753	41,77	30,11	34,27

<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>300,00</b>
--------------	------------	---------------	---------------	---------------



### 2.5.3.4 DIVERSIDAD DE ESPECIES

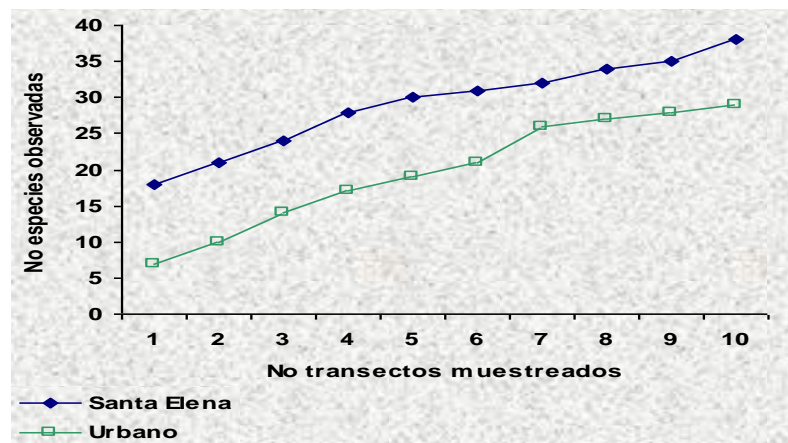
#### Curvas especies area

Las curvas especies-área también se conocen como curvas de acumulación de especies, las cuales se construyen a partir de la relación del número de especies observadas en forma acumulada sobre una serie de unidades de muestreo (número de parcelas levantadas). Su utilidad radica en que sirve para comparar la riqueza específica de dos lugares que hayan sido muestreados bajo los mismos criterios, en este caso: áreas

equivalentes de muestreo (0,1 ha) e iguales categorías mínimas de medición (DAP 2,5 cm).

La Figura 21 compara la riqueza de especies entre los bosques de Santa Elena y el área urbana, evidenciando que el bosque del área urbana presenta menor riqueza específica, situación que refleja nuevamente la gran intervención a la que ha sido sometido dicho bosque, dado que por encontrarse a menor altitud debería presentar mayor riqueza de especies.

Figura 21. Curva especies- área de dos bosques: vereda Santa Elena y área urbana de la subcuenca río Molino.



#### Riqueza de especies

La riqueza de especies se determina como el número de especies encontradas en un área específica. En este caso se realizan comparaciones

con resultados encontrados en unidades de muestreo de 0,1 ha teniendo como punto de referencia los valores presentados por Gentry (1993) para áreas naturales poco intervenidas (Ver Cuadro 93).

Como se puede observar Gentry (1993), en un bosque ubicado en La Planada (Nariño), el cual se encuentra poco intervenido encontró 121 especies y 252 individuos en 0,1 hectárea, cifras que al ser comparadas con las encontradas en el levantamiento de Toro (2003) y Paz (2005) refleja una vez más las condiciones de intervención a la cual se encuentran sometidos los bosques de la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús.

Cuadro 93. Riqueza específica de los bosques de la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús

LOCALIDAD	ALTITUD (MSNM)	AUTOR	NÚMERO ESPECIES	NÚMERO INDIVIDUOS
Vereda Santa Elena	2800	Toro (2003)	48	181
Vereda Santa Elena	2800	Toro (2003)	16	183
Vereda Santa Elena	2700	Paz (2005)*	40	219
Area urbana	1750	Paz (2005)*	29	128
La Planada	1700	Gentry (1993)	121	252

\*Información obtenida durante este estudio.

### 2.5.3.5 USOS DE ESPECIES VEGETALES

Con el propósito de identificar los usos y rutas de comercialización de las plantas se consultó a diferentes actores locales tanto en los talleres de Diagnóstico realizados como en las salidas de campo. Esta información fue complementada con referencias bibliográficas de usos documentados para diferentes especies.

En total se presentan 82 especies con usos reportados por la bibliografía (Ver Cuadro 94), de los cuales las comunidades humanas que habitan la subcuenca identifican 22 (26,9%), aspecto que refleja el desconocimiento de las potencialidades de las especies, principalmente arbóreas, que los rodean.

En lo relacionado con rutas de comercialización como tal no se presentan, pero es necesario mencionar que se está ejerciendo una fuerte presión por parte de los

pobladores del área rural para la consecución de la leña, tanto en los relictos de bosque como en los bosques de galería. Esta situación en un futuro cercano agudizará el estado ecológico que como anteriormente se observó se encuentra en proceso de degradación.

A su vez, la subcuenca cuenta con una especie de gran importancia no solo

económica sino ecológica, el *Quercus humboldti*, especie catalogada como amenazada que está siendo utilizada como combustible y que representa el único posible caso de comercialización a partir de recursos maderables. Su destino final es la galería del Barrio Bolívar en la ciudad de Popayán.

Cuadro 94. Usos reportados para las especies vegetales de la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús, tanto por la bibliografía como por las comunidades locales

<b>NOMBRE CIENTÍFICO</b>	<b>Protección</b>	<b>Alimento</b>	<b>Medicina</b>	<b>Construcción</b>	<b>Maderable</b>	<b>Combustible</b>	<b>Ornamental</b>	<b>Forrajera</b>	<b>Alimento animales silvestres</b>	<b>Melífero/ Apicultura</b>	<b>Taninos</b>	<b>Cercas vivas</b>	<b>Industrial</b>
<i>Acacia mollissima</i>	x (suelo y potrero)				x	x	x	x		x	x	x	x
<i>Allophylus sp 2</i>									x				
<i>ubís jorullensis</i>	x (suelo y cauces)			x	x	x		x			x	x	
<i>Anthurium popayanense</i>									x				
<i>Calliandra pittieri</i>	x (suelo y agua)			x			x						
<i>Carica papaya</i>		x	x							x			x
<i>Cecropia angustifolia</i>													
<i>ubís 1 odorata</i>	x (suelos)		x	x	x	x	x			x			x
<i>Chaptalia nutans</i>		x	x										
<i>ubís la sp</i>	x (suelo)											x	x
<i>Clusia sp 1</i>	x				x	x			x				
<i>Clusia sp 2</i>									x				
<i>Coffea arabica</i>		x				x							
<i>Dichromena ciliata</i>			x										
<i>ubís la edulis</i>	x (suelos)	x							x				
<i>Escallonia ubís lada var. Floribunda</i>	x (potreros)			x	x	x		x	x			x	
<i>Euphorbia laurifolia</i>	x (cauces)			x	x	x						x	
<i>Galium hypocarpicum</i>			x						x				

<i>Guadua angustifolia</i>	x (cauces)												
<i>Hedyosmum bonplandianum</i>	x (cuencas)	x	x						x				x
<i>Heliocharis popayanenses</i>	x (cauces y suelos)		x	x	x								x
<i>Inga magnifolia</i>		x											
<i>Inga sp</i>	x (suelo)	x					x						
<i>Iresine difusa</i>		x	x					x	x				

## Continuación Cuadro 94

NOMBRE CIENTIFICO	Protección	Alimento	Medicina	Construcción	Maderable	Combustible	Ornamental	Forrajera	Alimento animales silvestres	Melífero/ Apicultura	Taninos	Cercas vivas	Industrial
<i>Jacaranda caucana</i>	x (suelo)		x		x	x	x	x				x	
<i>Leucaena leucocephala</i>	x (suelo)	x			x	x	x			x			x
<i>Meriania nobilis</i>	x (cuencas suelos y potreros)						x		x			x	
<i>Meriania speciosa</i>	x (cauces)			x									
<i>Miconia aeruginosa</i>					x				x				
<i>Miconia brachycalix</i>									x				
<i>Miconia caudata</i>									x				
<i>Miconia desmantha</i>									x				
<i>Miconia</i>									x				

<i>lehmannii</i>													
<i>Miconia notabilis</i>									x				
<i>Miconia sp 1</i>									x				
<i>Miconia sp 2</i>									x				
<i>Miconia sp 3</i>									x				
<i>Miconia sp 4</i>									x				
<i>Miconia theaezans</i>									x				
<i>Mimosopsis quitensis</i>	x		x	x	x	x							
<i>Monnina cestrifolia</i>									x				
<i>Monnina fastigiata</i>									x				
<i>Monnina pulcra</i>									x				
<i>Montanoa quadrangularis</i>	x (suelos)			x						x		x	

## Continuación Cuadro 94

NOMBRE CIENTIFICO	Protección	Alimento	Medicina	Construcción	Maderable	Combustible	Ornamental	Forrajera	Alimento animales silvestres	Melífero/ Apicultura	Taninos	Cercas vivas	Industrial
<i>Myrcianthes sp</i>	x (cauces)	x				x							
<i>Myrica pubescens</i>	x (cauces y suelos y potreros)			x			x		x			x	x
<i>Nicotiana tabacum</i>													x
<i>Ochroma piramidalis</i>					x								
<i>Palicourea</i>									x				

<i>amethystina</i>													
<i>Palicourea angustifolia</i>									x				
<i>Palicourea heterochroma</i>									x				
<i>Palicourea polystachya</i>									x				
<i>Palicourea sp 1</i>									x				
<i>Palicourea sp 2</i>									x				
<i>Palicourea thyrsoiflora</i>									x				
<i>Persea americana</i>	x (suelos)	x			x	x		x				x	x
<i>Phyllanthus salviaefolius</i>	x (cuencas)							x					
<i>Phytolacca rivinoides</i>									x				
<i>Piper barbatum</i>			x										
<i>Piper lacunosum</i>	x (cauces)								x				
<i>Psidium guajava</i>	x (suelos)	x	x		x	x	x	(frutos)			x	x	
<i>Quercus humboldtii</i>	x (cauces)			x	x	x		x	x		x	x	x
<i>ubis glaucus</i>		x							x				
<i>ubis porphyromallus</i>	x(cauces)	x							x				
<i>Salix humboldtiana</i>	x(cauces)		x	x	x	x	x				x	x	x

Continuación Cuadro 94

NOMBRE CIENTIFICO	Protección	Alimento	Medicina	Construcción	Maderable	Combustible	Ornamental	Forrajera	Alimento animales	Meliífero/ Apicultura	Taninos	Cercas vivas	Industrial
-------------------	------------	----------	----------	--------------	-----------	-------------	------------	-----------	-------------------	-----------------------	---------	--------------	------------

									silvestres				
<i>Siparuna echinata</i>									x				
<i>Solanum hispidum</i>									x				
<i>Solanum nigrum</i>			x										
<i>Solanum sp</i>									x				
<i>Solanum sp 1</i>									x				
<i>Spatodea campanulata</i>			x		x	x	x			x		x	
<i>Syzygium jambos</i>	x (cauces)	x							x			x	
<i>Tabebuia chrysantha</i>	x (suelo)				x	x	x					x	
<i>Tabebuia pentaphylla</i>	x (suelo)		x	x	x		x					x	
<i>Taraxacum officinale</i>		x	x										
<i>Tecoma stans</i>	x (humedales y potreros)		x			x			x			x	
<i>Thunbergia alata</i>			x				x						
<i>Tibouchina mollis</i>	x (potreros)			x					x				
<i>Toxicodendron striatum</i>									x				
<i>Trichantera gigantea</i>	x	x											
<i>Vismia baccifera subsp. Ferruginea</i>	x (cuencas)			x	x	x			x				
<i>Weinmannia pubescens</i>	x (suelos y potreros)		x	x	x			x	x			x	x





## 2.5.4 FAUNA

Con el propósito de realizar el inventario de fauna se muestrearon mamíferos, aves, anfibios, reptiles, peces y macroinvertebrados bentónicos en la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús a diferentes alturas sobre el nivel del mar, 1.750 m, 2.200 m y 2.800 m, durante 4 días consecutivos por punto de muestreo. De esta manera se obtuvo un listado confiable pero preliminar de los grupos de fauna anteriormente mencionados, teniendo en cuenta que los levantamientos se realizaron durante los meses de julio y agosto de 2005, época de intenso verano en esta zona del país. Para obtener una mejor información sobre la biodiversidad de una región es importante muestrear y comparar entre las temporadas de lluvias y verano.

Por otro lado, la información generada en este inventario puede ser usada por las comunidades regionales e indígenas para el planteamiento de planes de manejo y uso de fauna de los diferentes sitios de muestreo, así mismo, otros usuarios directos de esta información es la comunidad científica del país y del Departamento del Cauca, y los organismos privados y gubernamentales que promueven el estudio y la conservación de la fauna y los ecosistemas que la contienen.

### 2.5.4.1 AVIFAUNA

En la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús se reportan 31 familias con 107 especies (Ver Cuadro 95), de las cuales 3 no poseen definida su ubicación dentro de una familia (*Pachyramphus polychopterus*, *Tiaris bicolor* y *Tiaris olivaceus*).

Del total de las especies registradas, dos se encuentran en la categoría de amenaza En Peligro (EN) (*Penelope perspicax* y *Harpyhaliaetus solitarius*), una es Vulnerable (VU) (*Andigena hypoglauca*) y una es Casi Amenazada (NT) (*Eriocnemis derbyi*) (Renjifo *et al.*, 2002). Se registró además una especie endémica de Colombia (*Ramphocelus flammigerus*) y una especie de hábitos acuáticos (*Aramides cajanea*). Estos registros determinan la necesidad de tomar medidas para la conservación de estas especies y de ampliar áreas boscosas que les brinden un mejor hábitat.

*Foto 29. Especie capturada*



Cuadro 95. Especies de aves en la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús por localidad

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	LOCALIDAD			
		SANTA ELENA	SANTA BÁRBARA	EL HOGAR	POPAYÁN
ACCIPITRIDAE	<i>Accipiter striatus</i>		X		X
ACCIPITRIDAE	<i>Buteo magnirostris</i>		X		X
ACCIPITRIDAE	<i>Harpyhaliaetus solitarius</i>	X			
APODIDAE	<i>Streptoprocne zonaris</i>		X	X	X
ARDEIDAE	<i>Ardea alba</i>			X	
ARDEIDAE	<i>Bubulcus ibis</i>		X	X	X
ARDEIDAE	<i>Egretta thula</i>		X		X
CAPRIMULGIDAE	<i>Nyctidromus albicollis</i>		X		
CARDINALIDAE	<i>Saltador atripennis</i>		X		X
CARDINALIDAE	<i>Saltator striatipectus</i>				X
CATHARTIDAE	<i>Cathartes aura</i>		X	X	X
CATHARTIDAE	<i>Coragyps atratus</i>	X	X		
CHARADRIIDAE	<i>Vanellus chilensis</i>		X	X	X
COLUMBIDAE	<i>Columba livia</i>		X	X	X
COLUMBIDAE	<i>Columbina talpacoti</i>		X	X	X
COLUMBIDAE	<i>Geotrygon montana</i>	X			
COLUMBIDAE	<i>Leptotila verreauxi</i>		X		
COLUMBIDAE	<i>Patagioenas cayennensis</i>		X		X
COLUMBIDAE	<i>Patagioenas fasciata</i>		X	X	X
COLUMBIDAE	<i>Zenaida auriculata</i>		X		
CORVIDAE	<i>Cyanocorax yncas</i>	X	X	X	X
CRACIDAE	<i>Chamaepetes goudotii</i>	X	X		
CRACIDAE	<i>Penelope perspicax</i>	X			
CUCULIDAE	<i>Crotophaga ani</i>		X		X
CUCULIDAE	<i>Piaya cayana</i>		X	X	X
DENDROCOLAPTIDAE	<i>Lepidocolaptes lacrymiger</i>	X			
EMBERIZIDAE	<i>Atlapetes albinucha</i>		X		X
EMBERIZIDAE	<i>Atlapetes schistaceus</i>		X		
EMBERIZIDAE	<i>Buarremon brunneinucha</i>		X		
EMBERIZIDAE	<i>Haplospiza rustica</i>	X			
EMBERIZIDAE	<i>Sicalis flaveola</i>		X		X

EMBERIZIDAE	<i>Sporophila nigricollis</i>		X	X	X
EMBERIZIDAE	<i>Volatinia jacarina</i>				X
EMBERIZIDAE	<i>Zonotrichia capensis</i>	X	X	X	X
FALCONIDAE	<i>Caracara plancus</i>		X		X

Continuación del Cuadro 95

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	LOCALIDAD			
		SANTA ELENA	SANTA BÁRBARA	EL HOGAR	POPAYÁN
FALCONIDAE	<i>Falco sparverius</i>		X		
FALCONIDAE	<i>Milvago chimachima</i>		X		
FURNARIIDAE	<i>Margarornis squamiger</i>	X			
FURNARIIDAE	<i>Synallaxis azarae</i>			X	
HIRUNDINIDAE	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>		X	X	X
ICTERIDAE	<i>Molothrus bonariensis</i>		X		X
ICTERIDAE	<i>Sturnella militaris</i>				X
INCERTAE SEDIS	<i>Pachyramphus polychopterus</i>			X	
INCERTAE SEDIS	<i>Tiaris bicolor</i>			X	
INCERTAE SEDIS	<i>Tiaris olivaceus</i>			X	
MOMOTIDAE	<i>Momotus momota</i>		X	X	
PANDIONIDAE	<i>Pandion haliaetus</i>			X	
PARULIDAE	<i>Basileuterus coronatus</i>		X		
PARULIDAE	<i>Myioborus miniatus</i>		X	X	X
PICIDAE	<i>Campephilus melanoleucus</i>			X	
PICIDAE	<i>Campephilus pollens</i>	X			
PICIDAE	<i>Melanerpes formicivorus</i>		X	X	X
PICIDAE	<i>Piculus rivolii</i>	X	X		
PICIDAE	<i>Piculus rubiginosus</i>		X		
PICIDAE	<i>Veniliornis fumigatus</i>		X		
PSITTACIDAE	<i>Forpus conspicillatus</i>				X
RALLIDAE	<i>Aramides cajanea</i>				X
RAMPHASTIDAE	<i>Andigena hypoglauca</i>	X			
RAMPHASTIDAE	<i>Aulacorhynchus haematopygus</i>	X			
RAMPHASTIDAE	<i>Aulacorhynchus prasinus albilatera</i>	X			
STRIGIDAE	<i>Megascops choliba</i>		X		
THRAUPIDAE	<i>Anisognathus somptuosus</i>	X	X		

THRAUPIDAE	<i>Buthraupis montana</i>	X			
THRAUPIDAE	<i>Diglossa albilatera</i>		X		
THRAUPIDAE	<i>Ramphocelus flammigerus</i>		X		X
THRAUPIDAE	<i>Tachyphonus rufus</i>			X	X
THRAUPIDAE	<i>Tangara arthus</i>		X		X
THRAUPIDAE	<i>Tangara cyanicollis</i>		X	X	
THRAUPIDAE	<i>Tangara gyrola</i>		X		X
THRAUPIDAE	<i>Tangara heinei</i>		X		X

Continuación del Cuadro 95

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	LOCALIDAD			
		SANTA ELENA	SANTA BÁRBARA	EL HOGAR	POPAYÁN
THRAUPIDAE	<i>Tangara labradoriles</i>		X		
THRAUPIDAE	<i>Tangara vassorii</i>	X			
THRAUPIDAE	<i>Tangara vitriolina</i>		X	X	X
THRAUPIDAE	<i>Tangara xanthocephala</i>		X		
THRAUPIDAE	<i>Thraupis cyanocephala</i>		X		
THRAUPIDAE	<i>Thraupis episcopus</i>		X	X	X
THRAUPIDAE	<i>Thraupis palmarum</i>		X		X
THRAUPIDAE			X		
TROCHILIDAE	<i>Adelomyia melanogenys</i>	X	X	X	
TROCHILIDAE	<i>Amazilia saucerrottei</i>		X		
TROCHILIDAE	<i>Amazilia saucerrottei</i>				X
TROCHILIDAE	<i>Boissonneaua flavescens</i>	X			
TROCHILIDAE	<i>Chlorostilbon mellisugus</i>		X	X	X
TROCHILIDAE	<i>Coeligena coeligena</i>	X	X	X	
TROCHILIDAE	<i>Coeligena torquata</i>	X			
TROCHILIDAE	<i>Dorifera ludovicae</i>		X		
TROCHILIDAE	<i>Eriocnemis derbyi</i>	X			
TROCHILIDAE	<i>Hylocharis grayi</i>		X		
TROCHILIDAE	<i>Metallura tyrianthina</i>	X			
TROGLODYTIDAE	<i>Troglodytes aedon</i>		X		X
TROGONIDAE	<i>Trogon personatus</i>	X			
TURDIDAE	<i>Catharus aurantiirostris</i>				X
TURDIDAE	<i>Myadestes ralloides</i>		X	X	
TURDIDAE	<i>Turdus fuscater</i>		X		
TURDIDAE	<i>Turdus ignobilis</i>		X		X
TURDIDAE	<i>Turdus serranus</i>	X			

TYRANNIDAE	<i>Elaenia flavogaster</i>		X		X
TYRANNIDAE	<i>Elaenia frantzii</i>	X			
TYRANNIDAE	<i>Knipolegus poecilurus</i>			X	
TYRANNIDAE	<i>Mecocerculus poecilocercus</i>	X			
TYRANNIDAE	<i>Myiarchus cephalotes</i>	X	X		
TYRANNIDAE	<i>Myiozetetes cayanensis</i>		X		X
TYRANNIDAE	<i>Ochthoeca cinnamomeiventris</i>	X			

Continuación del Cuadro 95

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	LOCALIDAD			
		SANTA ELENA	SANTA BÁRBARA	EL HOGAR	POPAYÁN
TYRANNIDAE	<i>Pitangus sulphuratus</i>			X	X
TYRANNIDAE	<i>Pyrocephalus rubinus</i>			X	X
TYRANNIDAE	<i>Sayornis nigricans</i>			X	
TYRANNIDAE	<i>Todirostrum cinereum</i>		X		
TYRANNIDAE	<i>Tyrannus melancholicus</i>		X		X
TYRANNIDAE	<i>Zimmerius chrysops</i>		X		

### Diversidad de especies

En síntesis, en la subcuenca los puntos de muestreo que presentan mayor riqueza, tanto de especies como de familias son en orden descendente: Santa Bárbara, Popayán, El Hogar y Santa Elena (Ver Cuadro 96). Este comportamiento es

corroborado por los valores de diversidad encontrados al aplicar el índice de Shannon-Wiener, en donde la vereda Santa Bárbara reflejó una mayor diversidad (3.12), mientras que Santa Elena (2.44) y Popayán (2.80) presentaron mediana diversidad.

Cuadro 96. Valores de riqueza y familias de aves predominantes por localidad de muestreo. Subcuenca Río Molino-Qda. Pubús

LOCALIDAD	NÚMERO FAMILIAS	NÚMERO ESPECIES	ÍNDICE Shannon-Wiener	FAMILIAS DOMINANTES
SANTA ELENA	15	30	2.44	Trochilidae, Tyrannidae, Ramphastidae, Thraupidae

EL HOGAR	19	35		Tyrannidae, Trochilidae, Columbidae	Thraupidae, Incertaesedis,
POPAYÁN	22	48	2.80	Thraupidae, Emberizidae, Columbidae	Tyrannidae,
SANTA BÀRBARA	24	68	3.12	Thraupidae, Trochilidae, Columbidae, Picidae	Tyrannidae, Emberizidae,

A pesar que el índice de Shannon-Wiener reporta el valor más bajo de diversidad en la vereda de Santa Elena, se debe anotar que en esta zona se realizaron registros visuales de *Penelope perspicax* y de *Harpyhaliaetus solitarius*. Sin embargo es de vital importancia la búsqueda de un soporte real (registro fotográfico o

grabación) que ratifique la presencia de estas especies en dicha zona.

De confirmar la presencia de *Penelope perspicax*, es importante realizar un estudio de su población en la zona y plantear estrategias de conservación para la especie, ya que esta se encuentra calificada por la UICN a nivel global como



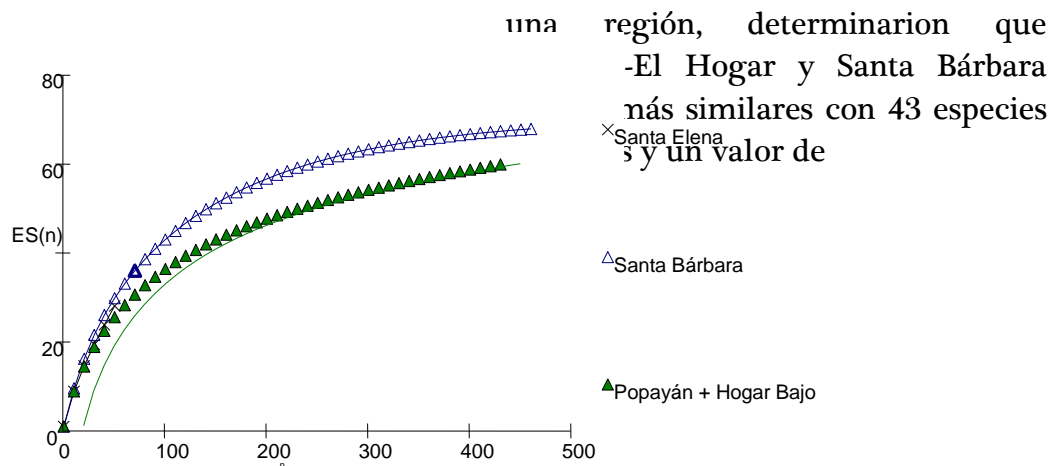
En Peligro (EN), debido a que ha perdido hasta un 95% de su hábitat original y a que este se encuentra seriamente fragmentado, por otro lado es una especie sometida a cacería y además es necesario resaltar que es una especie Endémica de la región (Renjifo *et al.*, 2002).

Así mismo, si se ratifica la presencia de *Harpyhaliaetus solitarius*, en la vereda de Santa Elena es importante conservar la zona, debido a que esta especie también se encuentra En Peligro (EN) según los reportes de la

UICN; esta especie ha perdido el 64% de su hábitat y está bajo grandes presiones de cacería (Renjifo *et al.*, 2002).

Es necesario considerar que el registro de especies puede aumentar en caso de realizar inventarios durante la época de migración y en la medida que se intensifiquen los estudios, teniendo en cuenta que la curva de rarefacción no se estabilizó con el esfuerzo de muestreo realizado (Ver Figura 22).

Figura 22. Curvas de rarefacción para las comunidades de aves en la subcuenca río Molino.



## Similaridad

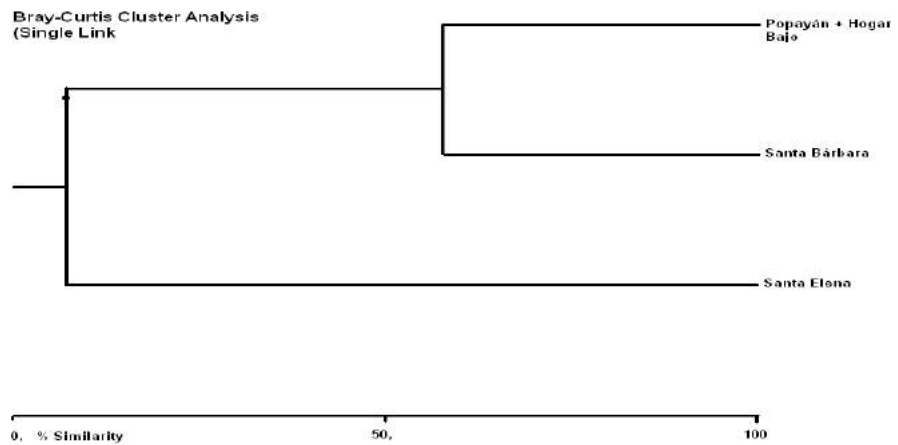
La aplicación del Índice de Sorenson y el análisis de Bray-Curtis, los cuales se utilizan para determinar la similaridad de las comunidades en

similaridad del 67%, mientras que Santa Elena se comporta como un grupo individual (Ver Cuadro 97 y Figura 23). Este hecho está determinado por la diferencia de calidad de hábitat que cada lugar dentro de la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús ofrece a las especies, aspecto que igualmente se refleja en su composición.

Cuadro 97. Comparación entre las comunidades de aves en la subcuenca río Molino.

COMPARACIÓN COMUNIDADES	NÚMERO ESPECIES	ÍNDICE SORENSON
Santa Elena - Popayán	5	0.110
Santa Elena - Santa Bárbara	9	0.182
Santa Bárbara - Popayán	43	0.672

Figura 23. Análisis de cluster para las comunidades de aves en la subcuenca río Molino



#### 2.5.4.2 MAMÍFEROS

Los pequeños mamíferos voladores (murciélagos) y los mamíferos medianos se registraron por técnicas indirectas, como huellas y rastros. En el método de trabajo se planteó también el inventario de pequeños mamíferos no voladores principalmente roedores, pero no se obtuvo ningún registro de estos.

#### Murciélagos

Se colectó un total de 108 individuos, 7 géneros y 11 especies pertenecientes a dos Familias: Vespertilionidae y Phyllostomidae. De la Familia Vespertilionidae se capturaron dos individuos: *Histiotus montanus* y *Myotis*

*oxyotus*, de la familia Phyllostomidae, se capturó un total de 106 individuos pertenecientes a 3 subfamilias, 5 géneros y 9 especies. De la subfamilia Stenodermatinae se colectaron 52 individuos de 6 especies

pertenecientes a 3 géneros: *Sturnira*, *Platyrrhinus*, *Artibeus* y *Artibeus* subgénero *Dermanoura*. De la subfamilia Carolliinae se colectaron 42 individuos de 2 especies pertenecientes al género *Carollia*. De la subfamilia Glossophaginae se Cuadro 98. Especies de murciélagos colectadas.

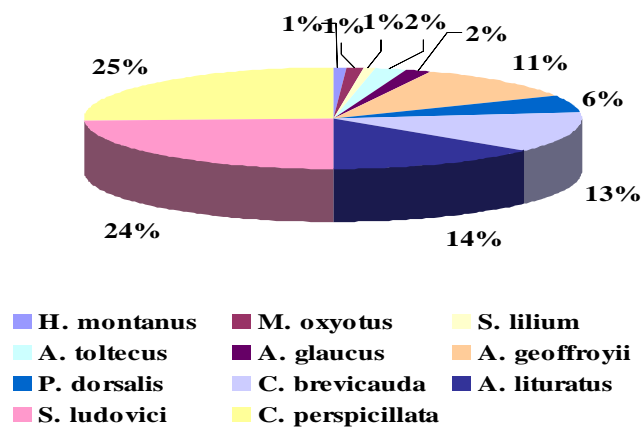
colectó un total de 12 individuos, de la especie *Anoura geoffroyi* (Ver Cuadro 98).

FAMILIA / SUBFAMILIA	ESPECIE	NÚMERO ESPECIES COLECTADAS POR PUNTO DE MUESTREO			TOTAL COLECTA/ESPECIE
		SAN TA ELE NA	SANTA BÁRBARA	EL HOGAR-POPAYÁN	
<b>FAMILIA Vespertilionidae</b>					
	<i>Myotis oxyotus</i>	1	-	-	1
	<i>Histiotus montanus</i>		-	1	1
<b>FAMILIA Phyllostomidae</b>					
SUBFAMILIA Stenodermatinae	<i>Sturnira lilium</i>		-	1	1
	<i>Sturnira ludovici</i>	26	-	-	26
	<i>Artibeus lituratus</i>	-	2	13	15
	<i>Artibeus glaucus</i>	2	-	-	2
	<i>Artibeus c.f. toltecus</i>	-	-	2	2
	<i>Platyrrhinus dorsalis</i>	-	-	6	6
SUBFAMILIA Glossophaginae	<i>Anoura geoffroyi</i>	5	4	3	12
SUBFAMILIA Carollinae	<i>Carollia brevicauda</i>	1	13	-	14
	<i>Carollia perspicillata</i>	-	-	28	28
<b>TOTAL COLECTAS POR PUNTO DE MUESTREO</b>		<b>35</b>	<b>19</b>	<b>54</b>	<b>108</b>

Las especies *C. perspicillata* y *S. liliium* presentan el mayor porcentaje de especies colectadas con el 25 y 24% respectivamente, seguidas por *A. lituratus* y *C. brevicauda* con el 14 y 13% cada una. Las demás especies presentan menores porcentajes (Ver Figura 24)

En cuanto al número de individuos colectados para cada uno de los sitios, se observó que en la vereda Santa Elena, se capturó un total de 35 individuos pertenecientes a 2 familias: familia Vespertilionidae con la especie *Myotis oxyotus*, y la familia Phyllostomidae con tres subfamilias, 4 géneros y 4 especies.

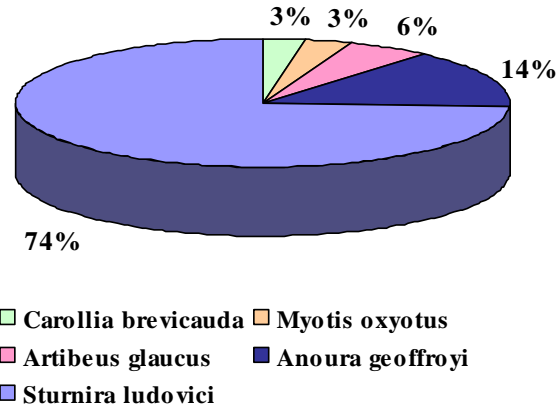
Figura 24. Total de especies de murciélagos colectados.



La especie *Sturnira ludovici* presenta el mayor porcentaje de capturas, representando el 74%, seguida por la especie *Anoura geoffroyi* que cuenta con el 16%, seguida por la especie

*Artibeus glaucus* con el 6% y por último las especies *Carollia brevicauda* y *Myotis oxyotus* con el 3% cada una. (Ver Figura 25).

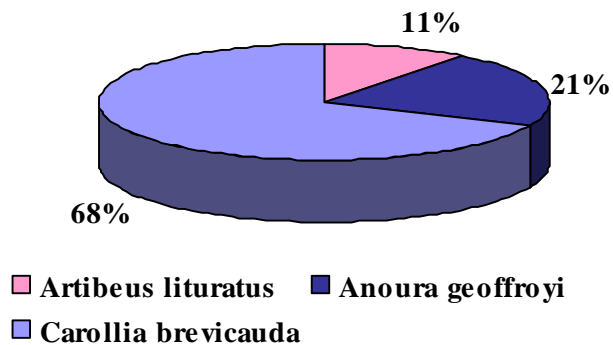
Figura 25. Especies de murciélagos de la vereda Santa Elena



En la vereda Santa Bárbara se colectó un total de 19 individuos pertenecientes a la familia Phyllostomidae, con un total de tres subfamilias, tres géneros y tres especies colectadas.

La especie con mayor porcentaje de captura fue *Carollia brevicauda* con el 68%, seguida por la especie *Anoura geoffroyi* con 21% y por último la especie *Artibeus lituratus* con el 11%. (Ver Figura 26).

Figura 26. Especies de murciélagos de la vereda Santa Bárbara



En la vereda el Hogar, se capturó un total de 54 individuos pertenecientes a dos familias: la familia Vespertilionidae con la especie *Histiotus montanus* y la familia Phyllostomidae de la cual se

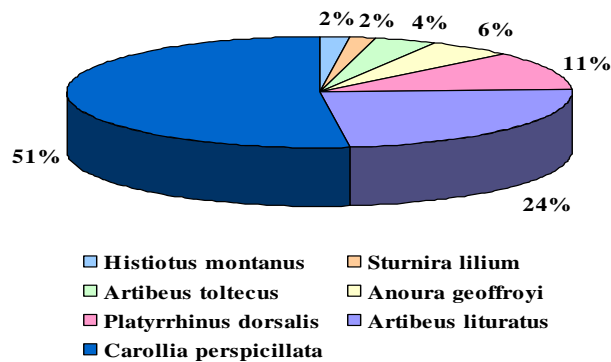
colectaron representantes de tres subfamilias, 5 géneros y 6 especies.

Las especies con mayor porcentaje de captura son *Carollia perspicillata* con

el 51%, *Artibeus lituratus* con el 24% y *Platyrrhinus dorsalis* con el 11%, las

demás especies se colectaron en menores porcentajes. (Ver Figura 27).

Figura 27. Especies de murciélagos de Popayán, vereda El Hogar



### *Esfuerzo y éxito de captura*

El éxito de captura para los 108 individuos y las 11 especies colectadas en redes, fue de 0.24 individuos y 0.08 especies. La vereda El Hogar fue el sitio con mayor éxito de captura en

cuanto a número de individuos y especies con 0.37 individuos y 0,05 especies (Ver Cuadro 99). Esta variación es reflejo de la disponibilidad potencial de los recursos y otras características propias de cada hábitat.

Cuadro 99. Éxito de captura total y para cada sitio. Mamíferos voladores.

SITIO	ESFUERZO (HORAS- RED)	NÚMERO DE		ÉXITO DE CAPTURA	
		INDIVID.	ESPECIES	INDIVID.	ESPECIES
SANTA ELENA	147	35	5	0.24	0.03
SANTA BÁRBARA	147	19	3	0.13	0.02
EL HOGAR	147	54	7	0.37	0.05
<b>TOTAL</b>	<b>441</b>	<b>108</b>	<b>12</b>	<b>0.24</b>	<b>0.08</b>

La presencia de un mayor número de especies frugívoras es un reflejo de aspectos ecológicos como la

disponibilidad de alimento, los rangos de actividad y los patrones de forrajeo de estas especies. Debido a que el

muestreo fue realizado en zonas del bosque y en un período de tiempo que favorece la captura de estas especies en detrimento de otras cuya actividad se realiza en otros estratos del bosque y en períodos de tiempo diferentes, como es el caso de las especies insectívoras aéreas, cuyos picos de actividad se encuentran en el crepúsculo y el amanecer en sitios muy altos ya que estos forrajean por encima de la vegetación (Heithaus *et al*, 1975; Norberg y Rayner, 1987).

### *Composición de gremios tróficos*

Según los reportes bibliográficos, las especies de la Subcuenca del Río Molino-Qda. Pubús se pueden agrupar en los siguientes gremios tróficos: insectívoros aéreos (2 especies), frugívoros (8 especies), nectarívoros-polinívoros (1 especie). El gremio de los frugívoros es el más común con el 73% del total de las especies colectadas (Ver Cuadro 100).

Cuadro 100. Gremios tróficos de las especies de murciélagos colectados

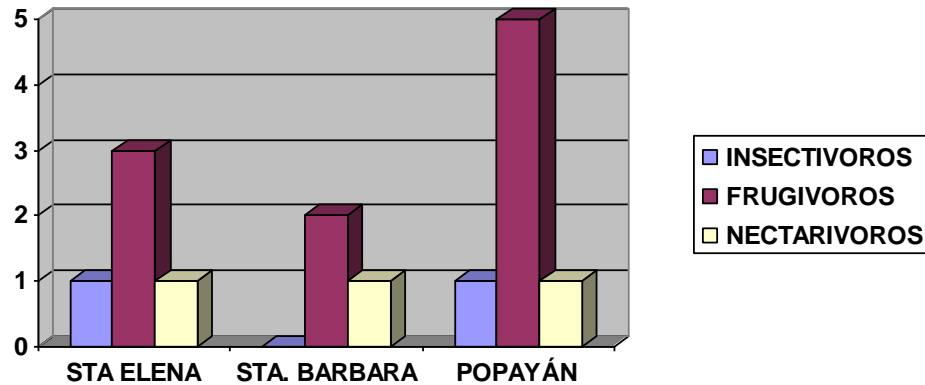
FAMILIA	SUBFAMILIA	ESPECIE	GREMIO TRÓFICO
VESPERTILIONIDAE		<i>Myotis oxyotus</i>	Insectívoro aéreo
		<i>Histiotus montanus</i>	Insectívoro aéreo
PHYLLOSTOMIDAE	Stenodermatinae	<i>Sturnira lilium</i>	Frugívoro sedentario
		<i>Sturnira ludovici</i>	Frugívoro sedentario
		<i>Artibeus lituratus</i>	Frugívoro nómada
		<i>Artibeus glaucus</i>	Frugívoro nómada
		<i>Artibeus c.f. toltecus</i>	Frugívoro nómada
		<i>Platyrrhinus dorsalis</i>	Frugívoro
	Carollinae	<i>Carollia brevicauda</i>	Frugívoro sedentario
		<i>Carollia perspicillata</i>	Frugívoro sedentario
	Glosophaginae	<i>Anoura geoffroyi</i>	Nectarívoro

En cuanto a la composición de gremios tróficos en cada uno de los sitios de muestreo se determinó que los nectarívoros esta representado de igual manera en los tres sitios con la especie *Anoura geoffroyi*, los frugívoros tienen una representación importante en todos los sitios siendo

Figura 28. Comparación de la composición de gremios tróficos en cada uno de los sitios muestreados.

más representativos en cuanto a número de especies en Popayán-vereda El Hogar. El gremio de los insectívoros estuvo presente en dos de los tres sitios y fue representado por las especies *Myotis oxyotus* e *Histiotus montanus* pertenecientes a la familia Vespertilionidae (Ver Figura 28).





### *Diversidad*

El índice de diversidad de Shannon encontrado para los tres sitios de la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús, determina una baja diversidad general. Dentro de este rango bajo, la vereda El Hogar fue la más diversa en murciélagos, seguida por la vereda Santa Elena y la vereda Santa Bárbara (Ver Cuadro 101). Esto se debe básicamente a la pérdida de la cobertura vegetal por la intensa deforestación, mientras que la diversidad diferencial entre los sitios es un reflejo de la variación altitudinal entre ellos, ya que a mayor altura menor diversidad de murciélagos.

Cuadro 101. Índice de diversidad de mamíferos voladores

LUGAR	ÍNDICE
	Shannon H'
	Log Base 10

SANTA ELENA	0,376
SANTA BÁRBARA	0,358
POPAYAN- EL HOGAR	0,59

### *Riqueza de especies*

La riqueza de especies calculada para la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús, determinó que el sitio que presenta la mayor riqueza de especies es Popayán, vereda El Hogar con un valor de 11, seguido por Santa Bárbara con 6,8 y por último la vereda Santa Elena con 4,6.

Esta diferenciación en la riqueza de especies entre los sitios de muestreo se debe a la ubicación altitudinal, aspecto que afecta la distribución y la diversidad de las especies, ya que a mayor altura disminuye el número de especies de murciélagos; así mismo los sitios que presentan una menor

diferencia en cuanto a altura tienen una riqueza de especies semejante.

Foto 30. Especie capturada



### Similaridad

De la aplicación del índice de Bray Curtis se determina que el porcentaje de similaridad de las especies entre los sitios es baja (18% entre la vereda Santa Elena y la vereda Santa Bárbara) (Ver Figura 29). Estos resultados son confirmados al aplicar los índices de Sorensen y Morisita (Ver Cuadro 102).

De las 11 especies capturadas sólo la especie *Anoura geoffroyi* fue común para los tres sitios presentando un porcentaje de abundancia muy similar entre estos. Entre los tres sitios se presentaron 8 especies exclusivas: *Myotis oxyotus*, *Sturnira ludovici* y

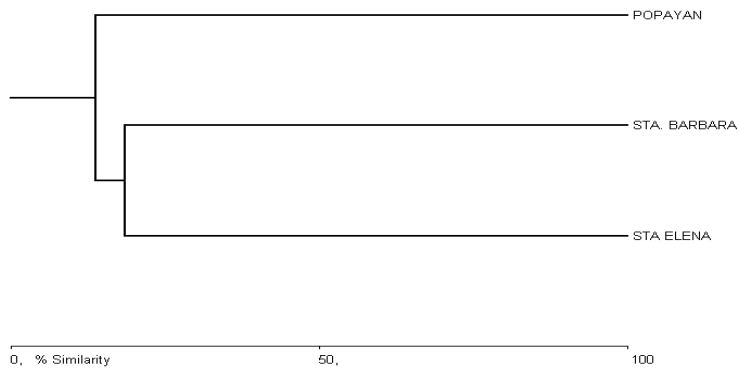
*Artibeus glaucus* se registraron solo en la vereda Santa Elena; *Histiotus montanus*, *Sturnira lilium*, *Artibeus c.f. toltecus*, *Carollia perspicillata* y *Platyrrhinus dorsalis*, estuvieron presentes solo en Popayán-vereda el Hogar.

Cuadro 102. Índices de similaridad, mamíferos voladores de la subcuenca

	Santa Elena - Popayán	Santa Elena - Santa Bárbara	Santa Bárbara - Popayán
Sp comunes	1	2	3
Sorensen	0.067	0.185	0.137
Morisita	0.017	0.09	0.085

En orden de abundancia estas especies son: *Sturnira ludovici*, *Carollia perspicillata*, *Platyrrhinus dorsalis*, *Artibeus glaucus*, *Artibeus toltecus* y *Sturnira lilium* (familia Phyllostomidae); *Myotis oxyotus* e *Histiotus montanus* (familia Vespertilionidae).

Figura 29. Similaridad de especies de murciélagos entre tres sitios de muestreo.



Los sitios más similares en cuanto a riqueza de especies son aquellos que presentan una menor diferencia en cuanto a su rango altitudinal, así las Veredas santa Bárbara y vereda el

Hogar, Municipio de Popayán tienen un diferencia altitudinal de 200m mientras que la diferencia altitudinal respecto a la vereda Santa Elena es de 800 a 1000 m

### Mamíferos medianos

El uso de trampas Tomahawk, las observaciones, los rastros y la revisión de la colección de referencia del Museo de Historia Natural (MHN) de la Universidad del Cauca, permitieron registrar un total de 14 especies agrupadas en 8 familias de mamíferos medianos en la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús (Ver Cuadro 103). De éstas las especies que ya no se registran en el área son: la chucha *Metachirus nudicaudatus* (Geoffroy, 1803), el conejo *Sylvilagus sp*, la nutria *Lontra longicaudis* (Olfers,

1818), la comadreja *Eira barbara* (Linnaeus, 1758) y el gato de monte *Herpailurus yagouaroni* (Lacépède, 1809), situación que refleja el deterioro ambiental al que se ha visto sujeta la subcuenca.

Desde otro punto de vista, durante el desarrollo de los levantamientos la colaboración de las personas del sector fue un componente muy útil para identificar algunos de los animales y esclarecer algunas de los rastros encontrados en campo.

Cuadro 103. Mamíferos medianos de la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús

FAMILIA/ ESPECIE	NOMBRE COMÚN	PUNTOS DE MUESTREO			ESTRUCTURA TRÓFICA	ESTADO *
		SANTA ELENA	SANTA BARBARA	POPAYÁN		

FAMILIA DIDELPHIDAE						
<i>Didelphis albiventris</i>	Chucha	X	-	-	OMNÍVORO	BR
<i>Didelphis marsupialis</i>	Chucha	-	-	X		BR
<i>Chironectes minimus</i>		-	-	X		BR
FAMILIA DASYPODIDAE						
<i>Dasyus novemcinctus</i>	Armadillo	X	-	-	INSECTÍVORO	VU
FAMILIA CANIDAE						
<i>Cerdocyon thous</i>	Zorro	X	X	-	CARNÍVORO	VU
FAMILIA FELIDAE						
<i>Leopardus tigrinus</i>	Tigrillo	X	-	-		EP
FAMILIA SCIURIDAE						
<i>Sciurus granatensis</i>	Ardilla	X	X	X	FRUGÍVORO	BR
FAMILIA ERETHIZONTIDAE						
<i>Coendou rufescens</i>	Erizo o puerco espín	X	-	-		EP
FAMILIA MUSTELIDAE						
<i>Mustela frenata</i>	Comadreja, chucuro	-	X	X	CARNÍVORO	VU

\*Según las categorías de la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza) BR: Bajo Riesgo, VU: Vulnerable y EP: En Peligro.

La primera zona muestreada, a una altura de 2800 m.s.n.m, nacimiento del río Molino presenta un mejor estado de conservación, ya que se encuentra auslada como área de protección, se registraron 6 especies de las cuales 2 pertenecen al orden Carnívora (*Cerdocyon thous* y *Leopardus tigrinus*), individuos que por su comportamiento esquivo, solitarios y nocturno, son difíciles de observar en su medio silvestre; además de registrarse animales como Chucha o fara (*Didelphis albiventris*), armadillo (*Dasyus novemcinctus*), ardilla (*Sciurus granatensis*) y puerco espín o erizo (*Coendou rufescens*) que por su importancia ecológica, ayudan

a mantener el equilibrio dentro del hábitat, especialmente como dispersores de semillas y controladores de otras poblaciones, Guzmán y Camargo (2004). Sin embargo se observan zonas de pastoreo que alteran y amenazan el hábitat de las especies presentes.

Foto 31. Especie capturada



En las otras zonas, con altitudes de 1750 m.s.n.m. (Popayán) y 2086 m.s.n.m. (vereda Santa Bárbara) se observó una mayor influencia antrópica, viviendas, áreas de cultivo, animales domésticos, y ganadería entre otros, que reflejan una disminución del hábitat y por lo tanto de la fauna que se encuentra asociada a este, solo 3 especies fueron registradas para cada una de las zonas (Cuadro 103), en consecuencia las especies encontradas podrían denominarse oportunistas, ya que son capaces de usar medios variables,

impredecibles o transitorios, entre estas especies tenemos a la chucha (*Didelphis marsupialis*), ardilla (*Sciurus granatensis*) y al chucuro o comadreja (*Mustela frenata*).

La especie común a todos los sitios de muestreo es la ardilla (*Sciurus granatensis*), la cual vive en bosques primarios o intervenidos, tanto en territorios secos como húmedos, invadiendo territorios semiurbanos; se distribuye de 0 a 3200 m.s.n.m. Navarro y Muñoz (2000).

#### *Similaridad*

Las comunidades de mamíferos medianos registradas en las zonas de muestreo de la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús, se analizaron empleando un índice cualitativo como se indica en el Cuadro 104.

Cuadro 104. Similaridad de mamíferos medianos entre las zonas de muestreo.

ZONAS DE MUESTREO COMPARADAS	ESPECIES COMUNES	ÍNDICE APLICADO	
		JACCARD	SORENSEN
SANTA ELENA - POPAYÁN	1	0.111	0.200
SANTA ELENA - SANTA BÁRBARA	2	0.286	0.444
SANTA BÁRBARA - POPAYÁN	2	0.400	0.571

Aplicación software Símil, FRANJA, 1993.

El índice de similaridad (Jaccard y Sorenson), expresa el grado en que dos o más muestras son semejantes por las especies presentes en ellas (Moreno, 2001). Los resultados del Cuadro 104 reflejan el mismo comportamiento encontrado para los murciélagos, en donde el gradiente altitudinal y grado de antropización determinan la respuesta a la aplicación de los índices, los cuales expresan baja similaridad entre los sitios. Bajo esta categoría de baja similaridad, las zonas más similares son Santa Elena-Santa Bárbara (28% y 44%) y Santa Bárbara-Popayán (40% y 57%).

Resulta evidente el alto grado de perturbación antrópica de los ecosistemas de la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús haciendo que domine cada vez más las especies oportunistas, pero cabe resaltar que las especies de mamíferos medianos encontrados cumplen un papel importante en la regulación de los ecosistemas, además la mayoría de ellos presentan algún grado de amenaza en el país, reafirmando la importancia de la conservación,

recuperación y reforestación principalmente de los bosques dentro de esta subcuenca como hábitat indispensable para estos individuos.

#### 2.5.4.3 ANFIBIOS

En la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús se registraron 10 especies de anfibios, pertenecientes a 3 géneros y tres familias (Ver Cuadro 105, Fotos 35 y 36).

Los resultados del Cuadro 105 determinan una gran diferencia de las comunidades de anfibios en composición de especies entre los puntos de muestreo, dado que en ninguno de ellos se comparten especies, aspecto que determina la singularidad de hábitat y la necesidad de su conservación. Esto se refleja en la presencia de *Hyla larinophygion* y *Gastrotheca trachyceps* que son especies indicadoras de zonas conservadas, mientras que *Bufo marinus* refleja condiciones de perturbación.

Cuadro 105. Riqueza de anfibios en la subcuenca Río Molino – Qda. Pubús

FAMILIA	ESPECIE	RIQUEZA (Número individuos colectados)		
		SANTA ELENA	SANTA BARBARA	POPAYAN, HOGAR
HYLIDAE	<i>Hyla larinopygion</i>	4	-	-
	<i>Hyla columbiana</i>	-	4	-

	<i>Gastrotheca trachyceps</i>	1	-	-
LEPTODACTYLIDAE	<i>Eleutherodactylus sp1.</i>	6	-	-
	<i>Eleutherodactylus sp2.</i>	4	-	-
	<i>Eleutherodactylus thectopternus</i>	-	1	-
	<i>Eleutherodactylus w-nigrum</i>	-	1	-
	<i>Eleutherodactylus sp3.</i>	-	-	3
	<i>Eleutherodactylus sp4.</i>	-	-	5
BUPHONIDAE	<i>Bufo marinus</i>	-	-	3
<b>TOTAL</b>		<b>15</b>	<b>6</b>	<b>11</b>

Foto 32. Especie capturada



Wiener, cuyos valores por debajo de la unidad indican una escasa diversidad de anfibios (Ver Cuadro 106)

Cuadro 106. Índice de Shannon Wiener para los anfibios colectados en la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús

LUGAR	ÍNDICE
SANTA ELENA	0,544
SANTA BÁRBARA	0,377
POPAYÁN- EL HOGAR	0,463

Foto 33. Especie capturada



### Diversidad

El número de datos no es representativo para aplicar adecuadamente algún índice de diversidad, pero con el ánimo de ratificar la baja diversidad de anfibios en la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús, se aplicó el índice de Shanonn

### 2.5.4.4 REPTILES

En la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús se registraron cinco especies de serpientes, pertenecientes a cinco géneros y dos familias, resaltando la especie *Micrurus mipartitus popayanenses* reportada en los bosques relictuales de la vereda Pueblillo, que posee un veneno de tipo neurotóxico muy peligroso para el ser humano. Con relación a los lagartos solo se reporta una especie *Prionodactylus vertebralis* (Ver Cuadro 107).

La mayoría de anfibios y de reptiles reportados para esta subcuenca, son de hábitats muy intervenidos Renjifo

y Lundberg (1999), Páez y Bock, (2002), reflejando el alto grado de deforestación.

Cuadro 107. Reptiles de la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús

FAMILIA	ESPECIE	PUNTOS DE MUESTREO	
		V. SANTA BARBARA	POPAYÁN
COLUBRIDAE	<i>Sibon nebulata</i>	-	X
	<i>Lampropeltis triangulum</i>	X	-
	<i>Clelia clelia</i>	X	-
	<i>Chironius munticula</i>	X	-
ELAPIDAE	<i>Micrurus mipartitus popayanensis</i>	X	-
GYMNOPHTHALMIDAE	<i>Prionodactylus vertebralis</i>	X	-

Nota: durante el muestreo en la vereda Santa Elena no se reportaron especies de reptiles

#### 2.5.4.5 ICTIOFAUNA

Durante los muestreos icticos realizados en la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús se colectaron en total seis especies de las cuales *Poecilia reticulata* y *Xiphophorus helleri* son introducidas (Ver Cuadro 108 y Figura 30).

En el nacimiento del río Molino ubicado en la vereda Santa Elena no se capturaron ejemplares, posiblemente por que en esta localidad el caudal es mínimo.

Además, para esta altura (2800 msnm) es poco frecuente encontrar peces porque al ascender la cordillera, el número de especies desciende muy rápidamente; salvo circunstancias topográficas particulares solo existen entre 5 y 10 especies a 1000 m, y hasta 2 especies a 2000 m (Galvis 1997).

En la vereda Santa Bárbara no se reportan peces los registros que se tienen son de la Qda. Pata de Venado, la cual desemboca en el río Molino. Su contaminación se refleja en la presencia de las especies encontradas.

Cuadro 108. Peces de la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús.

FAMILIA	ESPECIE	PUNTOS DE MUESTREO (NÚMERO DE INDIVIDUOS COLECTADOS)			
		Qda. Pata de Venado	Río Ejido	Bocatoma Rio Molino	Qda. Pubús

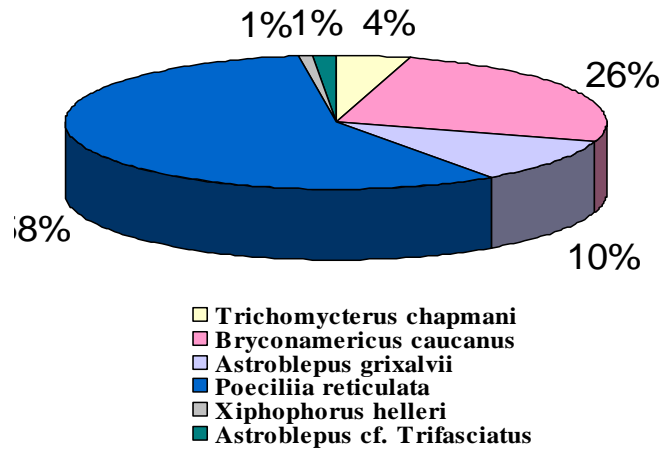


ORDEN SILURIFORMES					
ASTROBLEPIDAE	<i>Astroblepus grixalvii</i>	9	2	3	-
	<i>Astroblepus trifasciatus</i> cf.	2	-	-	-
TRICHOMYCTERIDAE	<i>Trichomycterus chapmani</i>	3	3	-	-
ORDEN CHARACIFORMES					
CHARACIDAE	<i>Bryconamericus caucanus</i>	-	16	19	-
ORDEN CYPRINODONTIFORMES					
POECILIIDAE	<i>Poecilia reticulata</i>	-	-	-	77
	<i>Xiphophorus helleri</i>	-	-	-	1
<b>TOTAL</b>		<b>14</b>	<b>21</b>	<b>22</b>	<b>78</b>

En la zona urbana de la subcuenca se muestrearon las quebradas Tinajas y Molanga que forman el río Ejido, el cual a su vez desemboca en el río Molino. En este lugar se colectaron tres especies pertenecientes a tres familias: *Astroblepus grixalvii*,

*Trichomycterus chapmani* y *Bryconamericus caucanus*. Adicionalmente se muestreó la quebrada Pubús en la cual se encontraron dos especies, *Poecilia reticulata*, *Xiphophorus helleri*.

Figura 30. Abundancia relativa de peces en la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús



En la Bocatoma del acueducto de Popayán, el río Molino incrementa su caudal y nutrientes debido a las aguas que recibe en su recorrido, colectando ejemplares de *Astroblepus grixalvii* y *Bryconamericus caucanus*, aunque los habitantes de la zona también reportan la presencia de una especie de la familia Trichomycteridae. Cabe resaltar que 500 metros después de la bocatoma se observa la extracción de arena del río, fuente principal de subsistencia de los habitantes de este sector, actividad que afecta el hábitat, de los peces, causando desplazamientos o disminución de la riqueza íctica local.

#### *Diversidad*

Según el análisis del índice de Shannon-Wiener los cuatro sitios muestreados presentaron valores por debajo de 1.0 lo que indica una baja diversidad y baja calidad de agua. En orden descendente, la riqueza

específica de los puntos de muestreo es: Qda. Pata de Venado (0,387), río Ejido (0,308), río Molino (0,178), Qda. Pubús (0,03).

Apoyados en la importancia ecológica de los peces en los ecosistemas acuáticos se hace necesario la preservación y mantenimiento de los hábitats que estos organismos requieren para su desarrollo y futura protección.

Se encontró que las área que tienen una mejor calidad de agua son la zona de Sta Elena que además tiene una mayor cobertura de bosque que la encontrada en la Parte alta del río Molino que tiene alto grado de intervención antrópica y transformación del suelo para uso ganadero principalmente y la zona de Popayán donde la contaminación por residuos sólidos líquidos es evidente.

Es necesario realizar análisis complementarios que generen procesos de conservación de la cuenca

en estudio y permitan ampliar las zonas con cobertura boscosa encontradas alrededor de esta fuente hídrica.

### Similaridad

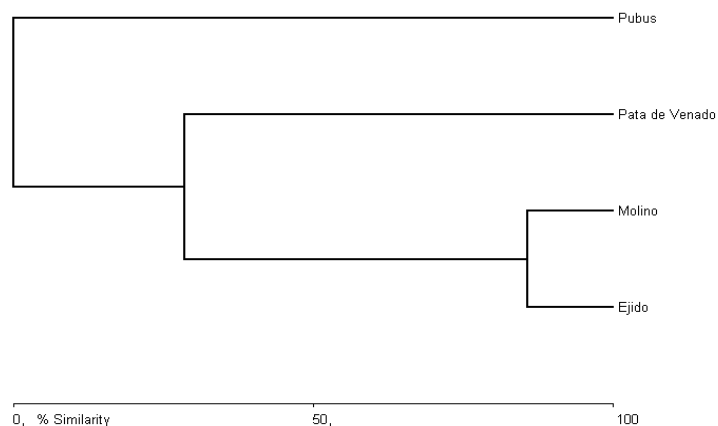
Las comunidades de peces encontradas en las diferentes zonas de muestreo fueron comparadas entre si utilizando diferentes índices como Sorenson, Morisita-Horn y Bray Curtis, determinando que los lugares

con mayor similaridad son el río Molino-río Ejido seguido por río Ejido-Qda Pata de Venado y río Molino-Qda Pata de Venado. La Qda. Pubús no presenta similaridad con los demás puntos de muestreo dado que no cuenta con especies comunes (Ver Cuadro 109 y Figura 31).

Cuadro 109. Similaridad de peces en la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús

COMUNIDAD	ESPECIES COMUNES	ÍNDICE		
		SORENSEN CUALITATIVO	MORISITA-HORN CUANTITATIVO	BRAY CURTIS
Río Molino- Río Ejido	2	0,800	0,97	85,7%
Río Ejido - Qda Pata de Venado	2	0,667	0,169	28,5%
Río Molino- Qda. Pata de Venado	1	0,400	0,149	17,1%
Qda. Pubús	0	0	0	0%

Figura 31. Análisis de cluster de especies de peces en las zonas de muestreo.



### 2.5.5 ÁREAS PROTEGIDAS

En la subcuenca Río Molino-Qda Pubús, la fundación Pro Cuenca Río Las Piedras y la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán S.A. E.S.P. han liderado el proceso de constitución de Reservas de la Sociedad Civil en la parte alta de la subcuenca. Este proceso adelantado desde el año 2004, condujo a que el 27 de enero del año 2005 la comunidad de la vereda Santa Elena, de común acuerdo, firmara un acta de compromiso cuyo propósito era conformar la Red de Reservas de la Sociedad Civil de la subcuenca río Molino. En dicha acta se establecieron compromisos como:

- Establecer la finca o predio como reserva natural de la sociedad civil.
- Cuidar el bosque, no talarlo ni hacer rozas en él con el fin de proteger la fauna, las fuentes de agua y no contaminarlos, cultivar con respeto el suelo y no reemplazar la diversidad de plantas que poseen por monocultivos.
- Educar a los hijos con conciencia y amor por la naturaleza involucrnado

la curiosidad por conocerla y el deseo de protegerla.

- Procurar organizar con los vecinos el manejo de las reservas en forma de red

En total se firman 37 actas de compromiso correspondiendo cada una a un predio. Estos predios diligenciaron las respectivas fichas de inscripción y elaboraron la caracterización y zonificación respectiva.

Bajo este proceso actualmente se consolidan en total 40 reservas de la sociedad civil que cobijan un área de 437,1 Ha (Ver Cuadro 110), las cuales una vez cumplidos los requisitos exigidos por el Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, mediante el Decreto 1996/1999, han sido reconocidos legalmente a través de las resoluciones correspondientes.

En el marco de las 40 reservas se encuentran participando no solo comunidades campesinas (30

propietarios), sino también indígenas de la etnia coconuco (10 propietarios) quienes se han articulado a través del fomento de procesos de conservación y desarrollo productivo sostenible liderado a través de la Fundación Pro Cuenca río Las Piedras.

Es necesario destacar la labor y continuidad de estas personas en esta iniciativa, quienes representan el modelo a seguir y han determinado, con su primer paso, el comienzo del establecimiento de la red de Reservas de toda la subcuenca río Molino.

Cuadro 110. Reservas de la sociedad civil de la subcuenca río Molino

	<b>NOMBRE DEL PROPIETARIO DEL PREDIO</b>	<b>NOMBRE DE LA RESERVA</b>	<b>ÁREA (Ha)</b>	<b>GRUPO ÉTNICO</b>
1	JOSE TITO QUILINDO	SAN VICENTE	8	INDIGENA
2	ELVIA SANCHEZ	SAN FRANCISCO	7	INDIGENA
3	ADOLFO LEON VIDAL	VILLA DE SANTA TERESA	25	INDIGENA
4	JAVIER LEVAZA	INCORA	6	INDIGENA
5	JOSE MARIA LULIGO	SAN ALCIBIADES BAJO	6	INDIGENA
6	GENER BONILLA	BELEN	7	INDIGENA
7	ANGEL A RIVERA	SAN RAFAEL	6,8	INDIGENA
8	MIGUEL A CASAMACHIN	CHARCO HONDO	8	INDIGENA
9	JOSE MARIA CASAMACHIN	SAN VICENTE	10	INDIGENA
10	JOSE SIXTO LEVAZA	LA AZUCENA	10	INDIGENA
11	VENTURA LEONEL QUILINDO	SAN LEONARDO	7	INDIGENA
12	JULIO LEON	SAN ANTONIO	9	CAMPESINO
13	ODULIA BONILLA	LA PALMA	16	CAMPESINO
14	MODESTO SISMALES	LOS PINOS	15,5	CAMPESINO
15	GERARDO BONILLA	BRISAS DE SANTA ELENA	15,5	CAMPESINO
16	JOSE MARIA BONILLA	LA PRADERA	12	CAMPESINO
17	OTONIEL JOSE BONILLA	LA ESTELLA	9	CAMPESINO
18	MIGUEL A BONILLA	EL PORTAL	9	CAMPESINO
19	VALENTIN SANJUAN CALDON	LOS ARRAYANES	15	CAMPESINO
20	CARLOS ALBERTO LEON	EL CEDRO	23	CAMPESINO
21	ROSALIANO BONILLA	EL PEDREGAL	15	CAMPESINO
22	DIOMEDES SANCHEZ	BUENA VISTA	9	CAMPESINO
23	MARIA NARCISA BONILLA	LOS ARRAYANES	5	CAMPESINO
24	MARIA ELDA BONILLA	EL EUMUI	8	CAMPESINO
25	SAUL BONILLA	EL GUAVITO	11,3	CAMPESINO

26	MARIA IRENE SANCHEZ	EL CARMEN	2,8	CAMPESINO
27	RUFINO CHICUE	PARCELA No 6	31.3	CAMPESINO
28	FRANCISCO CHICUE	SANTA TERESA	27	CAMPESINO
29	JUAN NEPOMUSENO	CIRUELOS	8	CAMPESINO
30	MARIA YANED JALVIN	LA FORTUNA	8	CAMPESINO
31	DEOGRACIO BONILLA	SANTO DOMINGO	15	CAMPESINO
32	RAMIRO BONILLA	EL AVEJERO	7	CAMPESINO
33	RICAUURTE CASAMACHIN	PILA ALTA	8	CAMPESINO
34	JUAN ANTONIO BONILLA	CONSUELO	10	CAMPESINO
35	EZEQUIEL VIDAL	EL SAUCE	14	CAMPESINO
36	FERNANDO CASAMACHIN	AGUA DULCE	15	CAMPESINO
37	JESUS MARIA QUILINDO	LA GRANJA GRANDE	14	CAMPESINO
38	HUMBERTO BONILLA	LA ESTRELLA	11	CAMPESINO
39	RAUL BONILLA	LOS NARANJOS	16	CAMPESINO
40	GUILLERMO SISMALES	LOS PINOS	15	CAMPESINO
	<b>TOTAL</b>		<b>437,1</b>	

Fuente: documentación red de reservas de la sociedad civil, subcuenca río Molino, marzo 2005



*“El abuelo cuenta que ellos hacían paseos y cocinaban a la orilla del río molino. Se bañaban y jugaban en los árboles. Había grandes llanuras. Pero nosotros hoy no vemos como podemos hacerlo porque lo llenaron de basuras, animales muertos, colchones. Hay muchas casas que lo rodean, las carretillas tiran los escombros. Quisiera que pronto vuelvan a dejarlo como estaba para pode jugar, pescar, con muchos caminitos llenos de flores, maripositas y animalitos que puedan*



## AMENAZAS POR INUNDACIÓN



# Y SUSCEPTIBILIDAD A LA EROSIÓN

## **2.6 AMENAZAS POR INUNDACIÓN Y SUSEPTIBILIDAD A LA REMOSIÓN EN MASA**

### **2.6.1 METODOLOGIA AMENAZAS POR INUNDACION**

El presente Plan de Ordenación y Manejo de la subcuenca hidrográfica del Río Molino-Qda. Pubús presenta dentro de sus objetivos realizar el análisis de las inundaciones provocadas por estas dos corrientes. Para ser precisos sobre el alcance de un estudio de inundaciones, se menciona este tipo de estudios requiere información de campo detallada de la zona, específicamente en trabajos de topografía que dan la precisión en los resultados, adicionalmente se requiere información hidrológica de las corrientes referente a niveles de flujo.

La información relacionada es necesaria para valorar un área que pueda estar o esta sometida a los eventos de crecientes por sus cauces aledaños, esto porque cualquier modelo hidráulico que se trabaje para obtener los resultados requiere como mínimo los datos mencionados.

Para el caso de estudio de las corrientes de los río Molino-Pubús, la información requerida no se encuentra en la precisión deseada en cuanto a topografía, no hay secciones

detalladas del cauce, las curvas a nivel tienen una diferencia de cota de 2.5 m en la zona urbana y no existes estaciones hidrométricas en las corrientes. Por tanto el estudio de inundaciones se concentra únicamente en analizar los resultados de estudios anteriores, los cuales tiene iguales falencias, y tratar de valorar sus resultados.

Los estudios básicos que han compilado la información del tema son: el Plan de Ordenamiento Territorial de Popayán (2001) y el “*Estudio de vulnerabilidad por inundación en el área urbana del municipio de Popayán (zona piloto quebrada pubús)*” realizado por JJ GALARZA Z. y JJ ZEMANATE, como trabajo de investigación de la Universidad del Cauca, Facultad de ciencias humanas y sociales programa de geografía del desarrollo regional y Ambiental, Popayán, (2004).

Especialmente el primer estudio será retomado puesto que se convierte en la información más completa que se ha consultado en el desarrollo del presente trabajo para el Plan de Ordenamiento y Manejo de la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús y se creé debe publicarse ampliamente.

### **2.6.2 METODOLOGÍA SUSEPTIBILIDAD A LA REMOSIÓN EN MASA**

### *2.6.2.1 ZONIFICACIÓN DE AMENAZAS POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA*

Como fue planteado en la metodología, la actualización de la cartografía de los procesos denudativos se llevo a cabo básicamente a través del trabajo de campo y la fotointerpretación. El trabajo de campo se realizó con base en recorridos por los carretables, caminos y en observaciones panorámicas desde sitios estratégicos. Con un buen acompañamiento por parte de los líderes de las comunidades asentadas en el área de la subcuenca, sin los cuales este trabajo no hubiera obtenido una alta

cobertura en el conocimiento y descripción de los procesos de remoción en masa. El análisis presentado a continuación se basa en el inventario de deslizamientos obtenido a través de la fotointerpretación y las observaciones directas de campo.

### *2.6.2.2 ANÁLISIS DE SUSCEPTIBILIDAD A LOS PROCESOS EROSIVOS*

#### **Definición del concepto de susceptibilidad**

En el contexto del presente análisis se entiende la "susceptibilidad a los deslizamientos" de un área de terreno como la predisposición natural o potencialidad que dicha unidad tiene para que al interior de ella se presenten fenómenos de remoción en masa bajo la influencia de agentes tales como altas precipitaciones, actividad antrópica, cortes naturales y/o artificiales y sismos. Los mapas de susceptibilidad buscan delimitar las áreas donde existe una mayor potencialidad para la ocurrencia de deslizamientos, sin indicar de manera clara cuando y donde específicamente pueden éstos ocurrir. En ese sentido el concepto de susceptibilidad aquí utilizado se diferencia del concepto de amenaza, por cuanto este último implica determinar la probabilidad de

ocurrencia en términos de tiempo, lugar y magnitud.

#### **Definición de las variables a utilizar**

De acuerdo con la definición de susceptibilidad, las variables a utilizar deben describir las características naturales de la unidad de terreno que permitan valorar dicha potencialidad. En general puede plantearse que el desarrollo de movimientos de masa está condicionado por dos clases de variables. En primer lugar se encuentran las características propias del terreno y los sectores adyacentes tales como:

- Aspectos morfológicos y morfométricos, entre los que se encuentran la distribución de pendientes; la longitud y altura relativa de las vertientes; la forma de las vertientes, entre otros.
- Aspectos geológicos, entre los que se encuentran las características del tipo de roca, el estado estructural, la tipología de las formaciones superficiales, entre otros.
- Aspectos hidrológicos relativos a la circulación de aguas superficiales y subsuperficiales, y la cercanía a las redes de drenaje principalmente. Las condiciones climáticas, que incluye la distribución tanto espacial

como temporal del régimen de lluvias.

- El uso del suelo, tanto en lo referente a las coberturas naturales como a las modificaciones introducidas por la acción antrópica.

La conjugación espacio-temporal de estas variables determinará áreas más o menos propensas al desarrollo de los diferentes tipos de procesos denudativos. De lo anterior se deduce que utilizando las técnicas adecuadas, sería posible subdividir el terreno estudiado en unidades con condiciones similares de susceptibilidad o de predisposición para la ocurrencia del fenómeno considerado.

El segundo grupo de variables corresponde a los fenómenos denominados "detonantes", los cuales alteran las condiciones de estabilidad de las vertientes acelerando y/o provocando el desarrollo de los fenómenos de remoción en masa. Dentro de este grupo de factores se encuentran los sismos, la precipitación concentrada (en espacio y tiempo) y la actividad humana y animal.

De acuerdo con lo planteado anteriormente y considerando la disponibilidad de información, se eligieron las siguientes variables para ser analizadas con respecto a su importancia en la explicación de la susceptibilidad a los deslizamientos en la subcuenca:

- *Formaciones superficiales:* definida según el de unidades litológicas preparado por INGEOMINAS (Ver Mapa 14).
- *Pendientes:* a partir del mapa topográfico básico escala 1:25000, con curvas de nivel cada 50 metros, se preparó el mapa de elevación del terreno y de distribución de pendientes. El mapa de pendientes fue reclasificado utilizando 6 rangos de pendiente (Ver Mapa 11).
- *Tipo de cobertura:* definido según el mapa presentado en este Plan. El tipo de cobertura y/o uso del suelo es un factor

que incide fundamentalmente en la distribución y circulación de las aguas superficiales y subsuperficiales. Es importante señalar que el uso del suelo es un factor muy dinámico, especialmente en aquellos sectores donde predomina la ganadería extensiva. En estas áreas es de esperar que el suelo se encuentre con escasa cobertura vegetal una parte considerable del año, periodo en el cual aumentaría su susceptibilidad.

### **Relaciones entre las variables consideradas y los eventos cartografiados**

Como un paso previo en la definición de la metodología para la valoración de la susceptibilidad a los deslizamientos, se analizaron las relaciones existentes entre las variables mencionadas y los deslizamientos cartografiados durante la fotointerpretación. El análisis consistió en comparar el número de deslizamientos por unidad de área para cada variable de los mapas temáticos, con respecto al número de deslizamientos por unidad de área para la zona de estudio.

En el presente caso se utilizó la metodología denominada "información — valor" o índice estadístico desarrollado por Yin y Yan en 1988 ("information value method" descrito por Van Westen. 1993). La

comparación entre las diferentes variables se realiza según la ecuación:

$$W_{la} / = \text{Ln}(D_{clase} / D_{total})$$

$W_{la} /$  = peso asignado a la variable  $/$ .  
Representa la importancia relativa de la variable con respecto a las otras.

Ln es el logaritmo natural

$D_{clase} i$  = densidad de deslizamientos para la variable  $i$ . Se traduce en número de eventos por unidad de área para la variable  $i$

$D_{total}$  = densidad de deslizamientos para el área de estudio. Se traduce en número de eventos por unidad de área para la zona de estudio.

La importancia relativa de cada variable se obtiene la comparar los resultados obtenidos.

Para la determinación de los valores de densidad se utilizó información sobre deslizamientos obtenida a partir de la Fotointerpretación y el trabajo de campo. Los resultados obtenidos son discutidos a continuación.

Las características de las unidades litológicas y de las formaciones superficiales son aspectos claves para entender la dinámica de los movimientos de masa. Para el caso de la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús, la comparación se realizó utilizando el mapa geológico del área de estudio preparado por el INGEOMINAS escala 1:100.000. La versión digital fue obtenida de la CRC.

La escala de captura de la información sobre deslizamientos es 1:30000, es decir mucho más detallada que la escala de la información geológica disponible. Los resultados obtenidos sólo ilustran el comportamiento general de las unidades litológicas con respecto a la frecuencia espacial con que se observan los deslizamientos.

Las rocas de la formación Popayán son las que presentan una mayor densidad de deslizamientos por unidad de área.

Por observaciones de campo y el análisis estadístico realizado se tiene que las variables (Formaciones Superficiales, Cobertura Vegetal y

Pendientes) no tienen la misma influencia en la ocurrencia de los movimientos de ladera, por esta razón se asignó un ponderado a cada mapa temático (60% Formaciones Superficiales, 25% Pendientes y 15% para Cobertura Vegetal). Posteriormente se multiplica el ponderado por el valor de cada una de las categorías para determinar el grado de influencia en la generación de los procesos de remoción en masa.

Posteriormente estos mapas fueron integrados mediante un proceso de adición dando como resultado final el mapa de amenazas por movimientos de remoción en masa el cual se reclasifica según los valores ponderados asignando rangos de estabilidad en 3 categorías: Baja, Moderada y Alta.

En cuanto a los valores de pesos asignados a los mapas, los valores más altos corresponden a la mayor influencia que puedan ejercer en el aceleramiento de los mecanismos de disparo del deslizamiento (Ver Cuadros 111 a 114).

Cuadro 111. Área afectada por procesos erosivos en las formaciones superficiales

FORMACIONES SUPERFICIALES	ÁREA AFECTADA POR PROCESOS (M <sup>2</sup> )	PESO ASIGNADO



Formaciones Arcillosas	34.232	3
Formaciones Rocosas	0.819	2
Formaciones Arenosas	0	1
Formaciones Aluviales	0	1

Cuadro 112. Área afectada por procesos erosivos por rango de pendientes.

RANGO DE PENDIENTES	ÁREA AFECTADA POR PROCESOS (M <sup>2</sup> )	PESO ASIGNADO
0-3	63.525	4
3-12	0	1
12-25	324.285	5
25-50	26.775	3
50-90	1.662	2

Cuadro 113. Área afectada por procesos erosivos en la cobertura vegetal.

COBERTURA VEGETAL	ÁREA AFECTADA POR PROCESOS (M <sup>2</sup> )	PESO ASIGNADO
Bosque	23.177	6
Arbustal	5.043	5
Pastos	3.503	4
Cultivos	1.777	3
Rastrojos	0.731	2
Centro Poblado	0	1

Cuadro 114. Valores ponderados para obtención del mapa de amenazas por procesos erosivos.

VALORES PONDERADOS	GRADO DE ESTABILIDAD
3.55-4.05	ALTA
2.5-3.55	MODERADA

1-2.2	BAJA
-------	------

Resumen de pasos realizados para obtención del mapa:

- Asignación de pesos a los mapas temáticos
- Transformación de mapa temático a mapa de pesos a través de un proceso de reenumeración.
- Combinación de todos los mapas de pesos mediante un proceso de adición para generar el mapa de amenazas a deslizamientos.
- Reclasificación del mapa final de deslizamientos.

### 2.6.2.3 CAUSAS DE ERROR

La calidad de los resultados obtenidos en un proceso de análisis depende fundamentalmente de la respectiva calidad de los datos e información utilizada. En la evaluación de la susceptibilidad a los deslizamientos se utilizaron dos tipos de información: la obtenida por información secundaria y la generada durante el desarrollo del trabajo.

La información secundaria proviene de diferentes fuentes, desafortunadamente no se pudo encontrar registros que describan las características técnicas

de los datos y de los procedimientos utilizados en la captura de dicha información (metadatos), por lo que se hace difícil identificar los niveles de error en que se incurre al utilizarla en los diferentes procesos realizados.

Por lo anterior la presentación de causas de error se hace basándose en lo observado y en la descripción de los posibles errores introducidos al generar nueva información.

#### *Información derivada de la base topográfica*

La base topográfica utilizada corresponde a las planchas IGAC en escala 1: 25000, con curvas de nivel cada 50 metros.

La información topográfica fue utilizada en la generación de los mapas de pendiente, relieve relativo y orientación de las vertientes. Para la generación de dichos mapas se utilizaron los procedimientos definidos por el SIG Arcview 3.2 a. El tamaño de celda empleado (píxel) en la generación de los procesos de interpolación fue de 20 metros. De allí se desprenden varias fuentes de error.

Generalización de los valores de pendiente. En general los valores de pendiente tienden a ser menores que los reales. Adicionalmente desde el mismo proceso de captura de información se pierde nivel de

detalle sobre irregularidades del terreno que pueden en cierto momento ser definitivos para la ocurrencia de los deslizamientos.

### *Mapas temáticos*

El mapa base para la elaboración de todos los análisis de susceptibilidad fue el inventario de movimientos de masa, elaborado sobre la base de la fotointerpretación y el trabajo de campo. Las causas de error relacionadas con este mapa están asociadas a dos factores:

La precisión del trabajo de fotointerpretación y el proceso de conversión de la información analógica al formato digital.

En el primer caso la experiencia del foto intérprete juega un papel fundamental. Estudios realizados han demostrado que existe siempre un margen de diferencia en cuanto a la clasificación e identificación de deslizamientos en las fotografías aéreas, aún en casos de avezados geomorfólogos. En el caso del presente estudio, el trabajo de campo permitió corroborar que el número de deslizamientos es mayor al obtenido en la fotografía. Esto puede explicarse considerando que:

- Los rasgos del deslizamiento no son claros en la fotografía aérea, estos son

enmascarados por la vegetación o el remoldeo debido a actividad antrópica.

- Los tamaños no son observables a la escala de mapeo.
- No se identifico de manera adecuada.
- De las observaciones de campo se concluyó que aproximadamente se cartografiaron el 80% de los deslizamientos observables a la escala de las fotografías.

En el segundo caso influyen tanto la experiencia de quien digita la información como la calidad del proceso de georeferenciación utilizado. Dado que las fotografías utilizadas fueron georeferenciadas utilizando como base información sobre la cual no existe conocimiento de su nivel de error, sólo puede hablarse del posible error inducido en el proceso de conversión del formato analógico al formato digital (georeferenciación). El error estimado para la localización de los diferentes procesos denudativos es de aproximadamente (+,-) 50 metros, que en la escala 1:25000 se traduce en 2 milímetros. En el proceso de georeferenciación de las fotografías aéreas utilizadas para el monoploteo el máximo error aceptado fue de 10 metros.

### **2.6.3 INUNDACIONES EN EL RÍO MOLINO Y LA QUEBRADA PUBÚS**

#### ***2.6.3.1 AMENAZA POR INUNDACIÓN EN LA ZONA URBANA***

En el capítulo de amenazas que hace parte del componente ambiental del Plan de Ordenamiento Territorial del municipio de Popayán (2001), se plantea que la ubicación del casco urbano de Popayán la hace susceptible a sufrir inundaciones en las épocas de lluvia a lo largo de los cauces de los ríos y quebradas y sus llanuras de

inundación más antiguas. Así las zonas de amenaza por inundación se han delimitado para los ríos Molino, Ejido y las quebradas Pubús y Quitacalzón, que afectan directamente al sector urbano, como se desprende del análisis realizado en campo de las condiciones actuales de las riberas de estos drenajes, ya que se pudo constatar la problemática que se genera en su entorno por la invasión de viviendas en la zona de protección de los mismos.

La zonificación para las inundaciones se realizó teniendo en cuenta su recurrencia (basados en el registro histórico de diferentes fuentes relacionadas en los Cuadros 115 a 118), los rasgos topográficos asociados, las diferencias de cotas y el análisis geomorfológico.

Un aspecto considerado dentro de las áreas de alta susceptibilidad a inundaciones es aquellos sitios donde se puede ver afectada la infraestructura del Acueducto y es necesario tenerlo en cuenta debido a la importancia que representa para el suministro de agua potable para la ciudad. Son lugares que por su importancia deben ser tenidos en cuenta en capítulo de amenaza por inundaciones, puesto que se estima que la infraestructura del acueducto ubicada junto a los viaductos o pasantes de ríos y quebradas puede ser vulnerable a una creciente cuyo

tiempo de retorno es muy amplia, 80 años o más, por lo que se recomienda un estricto mantenimiento y vigilancia de las obras cimentadas. La metodología utilizada se basó principalmente en informes e información del Acueducto de Popayán y habitantes de la ciudad.

Cuadro 115. Registro histórico de inundaciones río Molino

SITIO	VARIABLE	INFORMACIÓN
Barrios aledaños al río Molino "Parte Alta"	AÑO:	XII-1938.
	CAUSA:	Torrenciales por fuertes aguaceros.
	PROBLEMA:	Daños y destrucción a las viviendas y otras infraestructuras.
	EFEECTO:	Creciente e inundaciones.
	FRECUENCIA:	En épocas más lluviosas del año; octubre, noviembre, diciembre, abril y mayo.
	FUENTE:	Fundación Pro cuenca río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.
Margen derecha del río, propiedad de la Sra. Eucaris León	AÑO:	
	CAUSA:	Extracción de material de arrastre del río.
	PROBLEMA:	Cantera agrietada con una longitud de 11m lineales.
	EFEECTO:	El riesgo por inundación es medio alto.
	FRECUENCIA:	
	FUENTE:	Fundación Pro cuenca Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.
Parte alta del río Molino.	AÑO:	II - 2000.
	CAUSA:	Mal manejo de la subcuenca.
	PROBLEMA:	Deterioro ambiental de la subcuenca con ausencia de cobertura vegetal.
	EFEECTO:	Erosión por impacto de gotas de lluvia, escorrentía y movimiento en masa.
	FRECUENCIA:	En épocas más lluviosas del año; octubre, noviembre, diciembre, abril y mayo.
	FUENTE:	Fundación Pro cuenca Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.
Barrio Pueblillo	AÑO:	V -1991.
	CAUSA:	Construcción vía secundaria de 150m de baja longitud sin afirmado para interconectar unas viviendas con la vía principal.
	PROBLEMA:	Inundaciones en la parte baja. Disminución de la capacidad del cauce natural del río.
	EFEECTO:	Creciente e inundaciones.
	FRECUENCIA:	En épocas más lluviosas del año; octubre, noviembre, diciembre, abril y mayo.
	FUENTE:	Fundación Pro cuenca Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.
Barrio Pueblillo	AÑO:	1996.
	CAUSA:	Deforestación.
	PROBLEMA:	Daños materiales.
	EFEECTO:	Creciente e inundaciones.
	FRECUENCIA:	En épocas más lluviosas del año; octubre, noviembre, diciembre, abril y mayo.
	FUENTE:	Fundación Pro cuenca Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.
Barrio Pueblillo	AÑO:	1999.
	CAUSA:	Existencia de 6 ladrilleras.
	PROBLEMA:	Sedimentación, erosión, contaminación y deforestación.
	EFEECTO:	El riesgo por inundación es medio alto.
	FRECUENCIA:	
	FUENTE:	Fundación Pro cuenca Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.
Barrio Las Acacias	AÑO:	1999-2000.
	CAUSA:	No hay cobertura vegetal.
	PROBLEMA:	Zonas de riesgo por inestabilidad del suelo.

	EFFECTO:	Deslizamiento del terreno.
	FRECUENCIA:	En épocas más lluviosas del año; octubre, noviembre, diciembre, abril y mayo.
	FUENTE:	Fundación Pro cuenca Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.
Barrio Yanaconas	AÑO:	1996.
	CAUSA:	Deforestación.
	PROBLEMA:	Daños materiales.
	EFFECTO:	Creciente e inundaciones.

Continuación Cuadro 115

SITIO	VARIABLE	INFORMACIÓN
Barrio Yanaconas	FRECUENCIA:	En épocas más lluviosas del año; octubre, noviembre, diciembre, abril y mayo.
	FUENTE:	Fundación Pro cuenca Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.
Margen izquierdo del río en el Barrio Yanaconas	AÑO:	1999.
	CAUSA:	Asentamiento.
	PROBLEMA:	Punto de deterioro en los taludes.
		Contaminación por vertimiento de basuras. Las huertas y los solares de las viviendas llegan hasta el borde del río.
	EFECTO:	Creciente e inundaciones.
	FRECUENCIA:	En épocas más lluviosas del año: octubre, noviembre, diciembre, abril y mayo.
FUENTE:	Fundación Pro cuenca Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.	
Barrio Aida Lucía	AÑO:	1999 - 2000.
	CAUSA:	No hay cobertura vegetal.
	PROBLEMA:	Zonas de riesgo por inestabilidad del suelo.
	EFECTO:	Deslizamiento del terreno.
	FRECUENCIA:	En épocas más lluviosas del año; octubre, noviembre, diciembre, abril y mayo.
Barrio Ucrania	FUENTE:	Fundación Pro cuenca Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.
	AÑO:	1999 - 2000.
	CAUSA:	No hay cobertura vegetal.
	PROBLEMA:	Zonas de riesgo por inestabilidad del suelo.
	EFECTO:	Deslizamiento del terreno.
Vía Qda. la Cantera	FRECUENCIA:	En épocas más lluviosas del año; octubre, noviembre, diciembre, abril y mayo.
	FUENTE:	Fundación Pro cuenca Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.
	AÑO:	1999 - 2000.
	CAUSA:	No hay cobertura vegetal.
	PROBLEMA:	Zonas de riesgo por inestabilidad del suelo.
La Cascada (donde inicia el recorrido urbano la Qda. La Cantera y tributa al río Molino).	EFECTO:	Deslizamiento del terreno.
	FRECUENCIA:	En épocas más lluviosas del año; octubre, noviembre, diciembre, abril y mayo.
	AÑO:	1999.
	CAUSA:	Explotación de una cantera a cielo abierto, no se tiene protección y aislamiento (No hay plan de manejo).
	PROBLEMA:	Presencia de cárcavas.
	EFECTO:	Procesos erosivos.
Margen derecha cerca al puente de la calle 25N Barrio Sotará	FRECUENCIA:	Permanente.
	FUENTE:	Fundación Pro cuenca Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.
	AÑO:	1999.
	CAUSA:	Viviendas invadiendo la zona de protección.
	PROBLEMA:	Inestabilidad del talud. Alto grado de erosión.
		EFECTO:
FRECUENCIA:	Permanente.	
FUENTE:	Fundación Pro cuenca Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de	



		Popayán.
Colegio Liceo Nacional Alejandro de Humboldt (Canchas de baloncesto) Sector de la vereda Pomona	AÑO:	1999 - 2000.
	CAUSA:	Viviendas ubicadas en zonas de conflicto por uso del suelo.
	PROBLEMA:	Zonas de riesgo por desestabilización del suelo.
		Falta de cobertura vegetal.
	EFEECTO:	Deslizamiento del terreno.
	FRECUENCIA:	En épocas más lluviosas del año; octubre, noviembre, diciembre, abril y mayo.
FUENTE:	Fundación Pro cuenca Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.	

Continuación Cuadro 115

SITIO	VARIABLE	INFORMACION
Residencia universitaria Calle 15N	AÑO:	1999.
	CAUSA:	Existen 6 viviendas cerca al puente. Bodegas de los paperos del Barrio Bolívar están sobre la ribera del río.
	PROBLEMA:	Inestabilidad de los taludes.
	EFEECTO:	Riesgo por deslizamientos, Medio- Alto.
	FRECUENCIA:	
	FUENTE:	Fundación Pro cuenca Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.
Barrio El Recuerdo	AÑO:	XI 30-1995.
	CAUSA:	Torrencales por fuertes aguaceros.
	PROBLEMA:	Daños y destrucción a las viviendas y otras infraestructuras.
	EFEECTO:	Creciente e inundaciones.
	FRECUENCIA:	En épocas más lluviosas del año; octubre, noviembre, diciembre, abril y mayo.
	FUENTE:	Fundación Pro cuenca Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.
Centro Deportivo Tulcán	AÑO:	1999-2000.
	CAUSA:	No hay cobertura vegetal.
	PROBLEMA:	Zonas de riesgo por inestabilidad del suelo.
	EFEECTO:	Deslizamiento del terreno.
	FRECUENCIA:	En épocas más lluviosas del año; octubre, noviembre, diciembre, abril y mayo.
	FUENTE:	Fundación Pro cuenca Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.
Centro Deportivo Tulcán	AÑO:	1999.
	CAUSA:	Falta de aislamiento en áreas de protección. Rectificación del cauce.
	PROBLEMA:	Desprendimiento del talud. Alto arado de erosión.
	EFEECTO:	Zona de alto riesgo por deslizamiento.
	FRECUENCIA:	
	FUENTE:	Fundación Pro cuenca Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.
Hospital San José	AÑO:	XI 1938.
	CAUSA:	Natural. Torrencales por fuertes aguaceros.
	PROBLEMA:	Daños y destrucción a las viviendas y otras infraestructuras (destrucción de la bocatoma).
	EFEECTO:	Creciente e inundaciones.
	FRECUENCIA:	En épocas más lluviosas del año; octubre, noviembre, diciembre, abril y mayo.
	FUENTE:	Fundación Pro cuenca Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.
Hospital San José	AÑO:	XI 30-1995.
	CAUSA:	Torrencales por fuertes aguaceros.
	PROBLEMA:	Daños y destrucción a las viviendas y otras infraestructuras.
	EFEECTO:	Creciente e inundaciones.
	FRECUENCIA:	En épocas más lluviosas del año; octubre, noviembre, diciembre, abril y mayo.
	FUENTE:	Fundación Pro cuenca Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.
Barrios aledaños al	AÑO:	XII 1938.
	CAUSA:	Torrencales por fuertes aguaceros.

Río, parte media.	PROBLEMA:	Daños y destrucción a las viviendas y otras infraestructuras (destrucción de la bocatoma). Creciente e inundaciones.
	EFEECTO:	En épocas más lluviosas del año; octubre, noviembre, diciembre, abril y mayo.
	FRECUENCIA:	
	FUENTE:	Fundación Pro cuenca Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.

Continuación Cuadro 115

SITIO	VARIABLE	INFORMACION
Barrio Bolívar	AÑO:	XI 30-1995.
	CAUSA:	Torrencales por fuertes aguaceros.
	PROBLEMA:	Daños y destrucción a las viviendas y otras infraestructuras.
	EFECTO:	Creciente e inundaciones.
	FRECUENCIA:	En épocas más lluviosas del año; octubre, noviembre, diciembre, abril y mayo
	FUENTE:	Fundación Pro cuenca Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.
Barrio Bolívar	AÑO:	111996.
	CAUSA:	Torrencales por fuertes aguaceros.
	PROBLEMA:	Daños en vivienda, bodega de restaurante, avería de muros de contención Barrio Bolívar.
	EFECTO:	Creciente e inundaciones.
	FRECUENCIA:	En épocas más lluviosas del año; octubre, noviembre, diciembre, abril y mayo
	FUENTE:	Fundación Pro cuenca Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.
Parque Mosquera	AÑO:	XI 1938.
	CAUSA:	Torrencales por fuertes aguaceros.
	PROBLEMA:	Inestabilidad de los taludes.
	EFECTO:	Riesgo por deslizamientos, Medio- Alto.
	FRECUENCIA:	
	FUENTE:	Fundación Pro cuenca Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.
Barrio El Recuerdo	AÑO:	XI 30-1995.
	CAUSA:	Torrencales por fuertes aguaceros.
	PROBLEMA:	Daños y destrucción a las viviendas y otras infraestructuras.
	EFECTO:	Creciente e inundaciones.
	FRECUENCIA:	En épocas más lluviosas del año; octubre, noviembre, diciembre, abril y mayo
	FUENTE:	Fundación Pro cuenca Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.
Centro Deportivo de Tulcán	AÑO:	1999-2000.
	CAUSA:	No hay cobertura vegetal.
	PROBLEMA:	Zonas de riesgo por inestabilidad del suelo.
	EFECTO:	Deslizamiento del terreno.
	FRECUENCIA:	En épocas más lluviosas del año; octubre, noviembre, diciembre, abril y mayo.
	FUENTE:	Fundación Pro cuenca Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.
Centro Deportivo de Tulcán	AÑO:	1999.
	CAUSA:	Falta de aislamiento en áreas de protección. Rectificación del Cauce.
	PROBLEMA:	Desprendimiento del talud. Alto grado de erosión.
	EFECTO:	Zona de alto riesgo por deslizamiento.
	FRECUENCIA:	
	FUENTE:	Fundación Pro cuenca Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.
Hospital San José	AÑO:	XI 1938.
	CAUSA:	Natural.
		Torrencales por fuertes aguaceros.

	PROBLEMA:	Daños y destrucción a las viviendas y otras infraestructuras (destrucción d la bocatoma).
	EFEECTO:	Creciente e inundaciones.
	FRECUENCIA:	En épocas más lluviosas del año; octubre, noviembre, diciembre, abril y mayo
	FUENTE:	Fundación Pro cuenca Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.

Continuación Cuadro 115

SITIO	VARIABLE	INFORMACION
Hospital San José	AÑO:	XI 30-1995.
	CAUSA:	Torrenciales por fuertes aguaceros.
	PROBLEMA:	Daños y destrucción a las viviendas y otras infraestructuras.
	EFEECTO:	Creciente e inundaciones.
	FRECUENCIA:	En épocas más lluviosas del año; octubre, noviembre, diciembre, abril y mayo
	FUENTE:	Fundación Pro cuenca Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.
Barrios aledaños al río, parte media.	AÑO:	XII 1938.
	CAUSA:	Torrenciales por fuertes aguaceros.
	PROBLEMA:	Daños y destrucción a las viviendas y otras infraestructuras (destrucción de la bocatoma).
	EFEECTO:	Creciente e inundaciones.
	FRECUENCIA:	En épocas más lluviosas del año; octubre, noviembre, diciembre, abril y mayo
	FUENTE:	Fundación Pro cuenca Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.
Barrio Bolívar	AÑO:	XI 30-1995.
	CAUSA:	Torrenciales por fuertes aguaceros.
	PROBLEMA:	Daños y destrucción a las viviendas y otras infraestructuras.
	EFEECTO:	Creciente e inundaciones.
	FRECUENCIA:	En épocas más lluviosas del año; octubre, noviembre, diciembre, abril y mayo.
	FUENTE:	Fundación Pro cuenca Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.
Barrio Bolívar	AÑO:	111996.
	CAUSA:	Torrenciales por fuertes aguaceros.
	PROBLEMA:	Daños en vivienda, bodega de restaurante, avería de muros de contención Barrio Bolívar.
	EFEECTO:	Creciente e inundaciones.
	FRECUENCIA:	En épocas más lluviosas del año; octubre, noviembre, diciembre, abril y mayo.
	FUENTE:	Fundación Pro cuenca Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.
Parque Mosquera	AÑO:	XI 1938.
	CAUSA:	Torrenciales por fuertes aguaceros.
	PROBLEMA:	Daños y destrucción a las viviendas y otras infraestructuras (destrucción de la bocatoma).
	EFEECTO:	Creciente e inundaciones.
	FRECUENCIA:	En épocas más lluviosas del año; octubre, noviembre, diciembre, abril y mayo.
	FUENTE:	Fundación Pro cuenca Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.
Barrio Vázquez Cobo	AÑO:	XI 30-1995.
	CAUSA:	Torrenciales por fuertes aguaceros.
	PROBLEMA:	Daños y destrucción a las viviendas y otras infraestructuras.
	EFEECTO:	Creciente e inundaciones.
	FRECUENCIA:	En épocas más lluviosas del año; octubre, noviembre, diciembre, abril y mayo.
	FUENTE:	Fundación Pro cuenca Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.
Puente Vázquez	AÑO:	1999.
	CAUSA:	Existen 6 viviendas cerca al puente.

Cobo		Bodegas de los paperos del Barrio Bolívar están sobre la ribera del río.
	PROBLEMA:	Inestabilidad de los taludes.
	EFEECTO:	Riesgo por deslizamientos, Medio- Alto.
	FRECUENCIA:	
	FUENTE:	Fundación Pro cuenca Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.

Continuación Cuadro 115

SITIO	VARIABLE	INFORMACION
Barrio Las Graditas Calle 1ª entre Cra. 8 y 10, San Francisco, margen izquierdo y derecho del río, Antigua Comfacauca	AÑO:	1999.
	CAUSA:	Erosión del talud.
	PROBLEMA:	Las huertas solares y tapias llegan al margen del río, no se respeta la protección
	EFECTO:	Riesgo alto por inundaciones.
	FRECUENCIA:	
	FUENTE:	Fundación Pro cuenca Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.
Barrio Modelo	AÑO:	1999.
	CAUSA:	Erosión del talud.
	PROBLEMA:	Las huertas solares y tapias llegan al margen del río, no se respeta la protección
	EFECTO:	Riesgo por inundaciones alto.
	FRECUENCIA:	
	FUENTE:	Fundación Pro cuenca Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.
Cadillal	AÑO:	111996.
	CAUSA:	Torrenciales por fuertes aguaceros.
	PROBLEMA:	Daños en vivienda, bodega de restaurante, avería de muros de contención Barrio Bolívar.
	EFECTO:	Creciente e inundaciones.
	FRECUENCIA:	En épocas más lluviosas del año; octubre, noviembre, diciembre, abril y mayo
	FUENTE:	Fundación Pro cuenca Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.
Barrio El Triunfo o la Resurrección	AÑO:	1991
	CAUSA:	Construcción de viviendas en las riberas del río Molino, invadiendo zonas de protección Desestabilización del suelo
	PROBLEMA:	Deterioro de la calidad de vida de los habitantes
	EFECTO:	Creciente e inundaciones
	FRECUENCIA:	En épocas más lluviosas del año; octubre, noviembre, diciembre, abril y mayo
	FUENTE:	Fundación Pro cuenca Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.
Barrio El Triunfo o la Resurrección	AÑO:	1999.
	CAUSA:	Asentamientos de tipo invasión en la margen izquierda del río
	PROBLEMA:	Las huertas solares y tapias llegan al margen del río.
	EFECTO:	Riesgo por inundaciones alto.
	FRECUENCIA:	
	FUENTE:	Fundación Pro cuenca Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.
Barrio El Triunfo "Margen izquierda del río"	AÑO:	1999.
	CAUSA:	Asentamiento de 4 familias
	PROBLEMA:	Inestabilidad del suelo
	EFECTO:	Riesgo por deslizamiento
	FRECUENCIA:	
	FUENTE:	Fundación Pro cuenca Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.
Barrio	AÑO:	1111999.



Pandiguando	CAUSA:	Torrenciales por fuertes aguaceros.
	PROBLEMA:	Daños y destrucción a las viviendas; y otras infraestructuras.
	EFFECTO:	Creciente e inundaciones.
	FRECUENCIA:	En épocas más lluviosas del año; octubre, noviembre, diciembre, abril y mayo.
	FUENTE:	Fundación Pro cuenca Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.

Continuación Cuadro 115

SITIO	VARIABLE	INFORMACION
Margen derecha del río enfrente del polideportivo Pandiguando	AÑO:	1999.
	CAUSA:	Vertimiento de aguas residuales al río.
	PROBLEMA:	Inestabilidad del suelo.
	EFEECTO:	Deslizamiento.
	FRECUENCIA:	En épocas más lluviosas del año; octubre, noviembre, diciembre, abril y mayo.
	FUENTE:	Fundación Pro cuenca Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.
Pandiguando	AÑO:	1999.
	CAUSA:	Asentamientos de tipo invasión en la margen izquierda del río.
	PROBLEMA:	Las huertas solares y tapias llegan al margen del río.
	EFEECTO:	Riesgo alto por inundaciones.
	FRECUENCIA:	
	FUENTE:	Fundación Pro cuenca Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.
Barrio La Isla	AÑO:	1991.
	CAUSA:	Construcción de viviendas en las riberas del río Molino, invadiendo zonas de Protección.
	PROBLEMA:	Desestabilización del suelo. Deterioro de la calidad de vida de los habitantes.
	EFEECTO:	Creciente e inundaciones.
	FRECUENCIA:	En épocas más lluviosas del año; octubre, noviembre, diciembre, abril y mayo
	FUENTE:	Fundación Pro cuenca Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.
Barrio La Isla	AÑO:	II 1996.
	CAUSA:	Torrencales por fuertes aguaceros.
	PROBLEMA:	Daños en vivienda, bodega de restaurante, avería de muros de contención Barrio Bolívar.
	EFEECTO:	Creciente e inundaciones.
	FRECUENCIA:	En épocas más lluviosas del año; octubre, noviembre, diciembre, abril y mayo.
	FUENTE:	Fundación Pro cuenca Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.
Sector la Isla en la Calle 2N con 21C- 60, Margen izquierda del río Molino detrás del Cementerio Central	AÑO:	XII 1998.
	CAUSA:	Localización de viviendas de zonas afectadas por socavamiento del río Molino.
	PROBLEMA:	Inestabilidad del suelo, siendo potencialmente afectado en épocas de lluvias.
	EFEECTO:	Creciente e inundaciones.
	FRECUENCIA:	En épocas más lluviosas del año; octubre, noviembre, diciembre, abril y mayo.
	FUENTE:	Fundación Pro cuenca Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.
Barrio La Isla	AÑO:	III 1999.
	CAUSA:	Torrencales por fuertes aguaceros.
	PROBLEMA:	Daños y destrucción a las viviendas; y otras infraestructuras.
	EFEECTO:	Creciente e inundaciones.
	FRECUENCIA:	En épocas más lluviosas del año; octubre, noviembre, diciembre, abril y mayo.
	FUENTE:	Fundación Pro cuenca Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.

Barrio La Isla	AÑO:	1999.
	CAUSA:	Asentamientos de tipo invasión en la margen izquierda del río.
	PROBLEMA:	Las huertas solares y tapias llegan al margen del río.
	EFFECTO:	Riesgo por inundaciones alto.
	FRECUENCIA:	

Continuación Cuadro 115

SITIO	VARIABLE	INFORMACION
Barrio La Isla	FUENTE:	Fundación Procuencia Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.
Barrio Camilo Torres	AÑO:	1991.
	CAUSA:	Construcción de viviendas en las riberas del río Molino, invadiendo zonas de protección.
	PROBLEMA:	Desestabilización del suelo.
		Deterioro de la calidad de vida de los habitantes.
	EFECTO:	Creciente e inundaciones.
	FRECUENCIA:	En épocas más lluviosas del año; octubre, noviembre, diciembre, abril y mayo.
FUENTE:	Fundación Procuencia Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.	
Barrio Camilo Torres	AÑO:	1999.
	CAUSA:	Asentamientos de tipo invasión en la margen izquierda del río.
	PROBLEMA:	Las huertas solares y tapias llegan al margen del río.
	EFECTO:	Riesgo alto por inundaciones.
	FRECUENCIA:	
Barrio Camilo Torres	AÑO:	1999.
	CAUSA:	No hay cobertura vegetal.
	PROBLEMA:	Zonas de riesgo.
	EFECTO:	Deslizamiento del terreno.
	FRECUENCIA:	En épocas más lluviosas del año; octubre, noviembre, diciembre, abril y mayo.
	FUENTE:	Fundación Procuencia Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.
Escuela Jorge Eliécer Gaitán	AÑO:	1991.
	CAUSA:	Construcción de viviendas en las riberas del río Molino, invadiendo zonas de protección.
	PROBLEMA:	Desestabilización del suelo.
		Deterioro de la calidad de vida de los habitantes.
	EFECTO:	Creciente e inundaciones.
	FRECUENCIA:	En épocas más lluviosas del año; octubre, noviembre, diciembre, abril y mayo.
FUENTE:	Fundación Procuencia Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.	
Escuela Jorge Eliécer Gaitán	AÑO:	
	CAUSA:	Asentamientos de tipo invasión en la margen izquierda del río.
	PROBLEMA:	Las huertas solares y tapias llegan al margen del río.
	EFECTO:	Riesgo por inundaciones alto.
	FRECUENCIA:	
Aeronáutica Civil	AÑO:	
	CAUSA:	Asentamientos de tipo invasión en la margen izquierda del río.
	PROBLEMA:	Las huertas solares y tapias llegan al margen del río.
	EFECTO:	Riesgo alto por inundaciones.
	FRECUENCIA:	
	FUENTE:	Fundación Procuencia Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.
Policía	AÑO:	
	CAUSA:	Asentamientos de tipo invasión en la margen izquierda del río.

	PROBLEMA:	Las huertas solares y tapias llegan al margen del río.
	EFFECTO:	Riesgo alto por inundaciones.
	FRECUENCIA:	
	FUENTE:	Fundación Pro cuenca Rio Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.

Continuación Cuadro 115

SITIO	VARIABLE	INFORMACION
Barrio Junín	AÑO:	
	CAUSA:	Asentamientos de tipo invasión en la margen izquierda del río.
	PROBLEMA:	Las huertas solares y tapias llegan al margen del río.
	EFFECTO:	Riesgo por inundaciones alto.
	FRECUENCIA:	
	FUENTE:	Fundación Procuencia Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.
Batallón Jose Hilario López	AÑO:	
	CAUSA:	Asentamientos de tipo invasión en la margen izquierda del río.
	PROBLEMA:	Las huertas solares y tapias llegan al margen del río.
	EFFECTO:	Riesgo alto por inundaciones.
	FRECUENCIA:	
	FUENTE:	Fundación Procuencia Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.
Desembocadura del río "Margen derecha" Predios con el Batallón José Hilario López	AÑO:	
	CAUSA:	Falta de obras de protección.
	PROBLEMA:	Sedimentación del lecho del río.
	EFFECTO:	Deslizamiento.
	FRECUENCIA:	En épocas más lluviosas del año; octubre, noviembre, diciembre, abril y mayo.
	FUENTE:	Fundación Procuencia Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.
Desembocadura del río "Margen izquierda"	AÑO:	
	CAUSA:	Zona completamente desprotegida y sin aislamiento. Extracción de material de arrastre.
	PROBLEMA:	Baja cobertura vegetal. Cantera agrietada.
	EFFECTO:	Riesgo por inundación.
	FRECUENCIA:	
	FUENTE:	Fundación Procuencia Río Las Piedras - Acueducto de Popayán.

Cuadro 116. Registro histórico de inundaciones del Río Ejido

SITIO	VARIABLE	INFORMACION
Barrio Avelino Ul	AÑO:	Diciembre de 1999.
	CAUSA:	Antrópica: Tala de árboles para leña. Urbanismo descontrolado, no planificado.
	PROBLEMA:	Falta de cobertura vegetal. Invasión de zonas de ladera con pendientes superiores al 30%.
	EFFECTO:	Desestabilización del suelo. Amenaza para viviendas en zonas de conflicto por uso del suelo. Deslizamientos.
	FRECUENCIA:	Permanente.
	FUENTE:	Fundación Procuencia Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.
Vereda Monte Bello	AÑO:	Diciembre de 1999.
	CAUSA:	Antrópica: Tala de árboles para leña. Urbanismo descontrolado, no planificado.
	PROBLEMA:	Falta de cobertura vegetal. Invasión de zonas de ladera con pendientes superiores al 30%.

	EFECTO:	Desestabilización del suelo.
		Amenaza para viviendas en zonas de conflicto por uso del suelo.
		Deslizamientos.
	FRECUENCIA:	Permanente.
FUENTE:	Fundación Procuenca Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.	

Continuación Cuadro 116

SITIO	VARIABLE	INFORMACION
Barrio El Lago, Cra. 8 Calle 13, 15	AÑO:	Diciembre de 1999.
	CAUSA:	Antrópica: Tala de árboles para leña. Urbanismo descontrolado, no planificado.
	PROBLEMA:	Falta de cobertura vegetal.
		Invasión de zonas de ladera con pendientes superiores al 30%.
	EFECTO:	Desestabilización del suelo.
		Amenaza para viviendas en zonas de conflicto por uso del suelo.
		Deslizamientos.
FRECUENCIA:	Permanente.	
FUENTE:	Fundación Procuenca Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.	
Los Andes	AÑO:	Diciembre de 1999.
	CAUSA:	Antrópica: Construcción de Box Coulvert sin tener en cuenta la capacidad para las crecientes más altas de un afluente del río.
	PROBLEMA:	Saturación del Box Coulvert.
		Depósito de sedimentos y lodos en las calles del Barrio.
		Taponamiento de alcantarillas.
	EFECTO:	Inundaciones.
		Deterioro de la calidad de vida de los habitantes.
FRECUENCIA:	Permanente.	
FUENTE:	Fundación Procuenca Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.	
Los Andes	AÑO:	Junio de 1993.
	CAUSA:	Antrópica: Las lluvias producen inestabilidad del terreno por la saturación que se produce debido a pequeños nacimientos de agua en la parte alta del cerro. Urbanismo descontrolado no planificado.
	PROBLEMA:	Caída continua de material y formación de pequeños flujos de lodo que afectan a las viviendas, por la acción de las aguas de escorrentía.
	EFECTO:	Inestabilidad del suelo originando deslizamientos.
	FRECUENCIA:	En épocas más lluviosas.
	FUENTE:	Fundación Procuenca Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.
Siloé	AÑO:	Noviembre 17 de 1999.
	CAUSA:	Antrópica: Once casas que no cuenta con alcantarillado de aguas negras ni recolección de aguas lluvias. Han cambiado las condiciones naturales del suelo (Relleno de humedales).
	PROBLEMA:	Erosión y cárcavamiento en los frentes de las casas. Al no contar con un sistema de alcantarillado en este sector el barrio los Andes se ve afectado.
	EFECTO:	Arrastre de suelos.
		Contaminación del río.
		Deterioro de la calidad de vida de los habitantes.
	FRECUENCIA:	En épocas más lluviosas del año; octubre, noviembre, diciembre, abril y mayo.
FUENTE:	Fundación Procuenca Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.	
María Oriente	AÑO:	Diciembre de 1981.
	CAUSA:	Natural: Torrenciales por fuertes aguaceros. Inundación de zonas de protección de la Quebrada.
	PROBLEMA:	Baja cobertura vegetal.
	EFECTO:	Desbordamiento del río Ejido y las Quebradas Tinajas y Dos Agüitas.



	FRECUENCIA:	En épocas más lluviosas del año; octubre, noviembre, diciembre, abril y mayo.
	FUENTE:	Fundación Procuenca Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.

Continuación Cuadro 116

SITIO	VARIABLE	INFORMACION
María Oriente	AÑO:	Noviembre de 1984.
	CAUSA:	Antrópica: Torrenciales por fuertes aguaceros. Reconstrucción acelerada de viviendas con poca planeación.
	PROBLEMA:	Baja cobertura vegetal.
		Contaminación del río.
	EFEECTO:	Desbordamiento e inundaciones.
	FRECUENCIA:	En épocas más lluviosas de octubre, noviembre, diciembre, abril y mayo.
FUENTE:	Fundación Procuencia Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.	
María Oriente	AÑO:	Diciembre de 1999.
	CAUSA:	Antrópica: Tala de árboles para leña. Urbanismo descontrolado, no planificado.
	PROBLEMA:	Falta de cobertura vegetal.
		Invasión de zonas de ladera en áreas con pendientes superiores al 30%.
	EFEECTO:	Desestabilización del suelo.
		Riesgo para viviendas en zonas de conflicto por uso del suelo.
FRECUENCIA:	Permanente.	
FUENTE:	Fundación Procuencia Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.	
Los Sauces	AÑO:	Diciembre de 1981.
	CAUSA:	Torrenciales por fuertes aguaceros.
		Invasión de zonas de protección de la Quebrada.
	PROBLEMA:	Baja cobertura vegetal.
	EFEECTO:	Desbordamiento del río Ejido y las Quebradas Tinajas y Dos Agüitas.
	FRECUENCIA:	En épocas más lluviosas de octubre, noviembre, diciembre, abril y mayo.
FUENTE:	Fundación Procuencia Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.	
Los Sauces	AÑO:	Diciembre de 1991.
	CAUSA:	Tala de árboles para leña.
		Urbanismo descontrolado, no planificado.
	PROBLEMA:	Falta de cobertura vegetal.
		Invasión de zonas de ladera en áreas con pendientes superior al 30%.
	EFEECTO:	Desestabilización del suelo.
Riesgo para viviendas en zonas de conflicto por uso del suelo.		
Desestabilización de la vía por socavamiento del cauce del río.		
FRECUENCIA:	Permanente.	
FUENTE:	Fundación Procuencia Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.	
Poblado Alto los Sauces	AÑO:	Diciembre de 1999.
	CAUSA:	Tala de árboles para leña.
		Urbanismo descontrolado, no planificado.
	PROBLEMA:	Falta de cobertura vegetal.
		Invasión de zonas de ladera en áreas con pendientes superior al 30%.
	EFEECTO:	Deslizamiento del suelo.
Amenaza para viviendas en zonas de conflicto por el suelo.		
FRECUENCIA:	Permanente.	
FUENTE:	Fundación Procuencia Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.	
Las Ferias	AÑO:	Diciembre de 1981.
	CAUSA:	Torrenciales por fuertes aguaceros.
		Invasión de zonas de protección de la Quebrada.

	PROBLEMA:	Baja cobertura vegetal.
	EFEECTO:	Desbordamiento del río Ejido y las quebradas Tinajas y Dos Agüitas.
	FRECUENCIA:	En épocas más lluviosas de octubre, noviembre, diciembre, abril y mayo.
	FUENTE:	Fundación Procuenca Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.

Continuación Cuadro 116

SITIO	VARIABLE	INFORMACION
Cuenca Alta Quebrada Los Tejares Barrio Plateado	AÑO:	Febrero de 2000.
	CAUSA:	Tala indiscriminada de bosque y manejo inadecuado de aguas servidas, lluvias y de nacimientos de la Quebrada Tejares.
	PROBLEMA:	Inestabilidad del carretable que se desprende de la vía Barrio Plateado, Samanga, Poblazón hacia Río Negro.
	EFEECTO:	Deslizamientos.
	FRECUENCIA:	Permanente.
	FUENTE:	Fundación Procuencia Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.
Santa Mónica.	AÑO:	Diciembre de 1981.
	CAUSA:	Torrencales por fuertes aguaceros. Invasión de zonas de protección de la quebrada.
	PROBLEMA:	Baja cobertura vegetal.
	EFEECTO:	Desbordamiento del río Ejido y las quebradas Tinajas v Dos Agüitas.
	FRECUENCIA:	En épocas más lluviosas de octubre, noviembre, diciembre, abril y mayo.
	FUENTE:	Fundación Procuencia Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.
Santa Mónica.	AÑO:	1999.
	CAUSA:	Diseño de Box Coulvert en forma antitécnica porque no tuvieron en cuenta las crecientes del río.
	PROBLEMA:	Saturación del Box Coulvert.
	EFEECTO:	Inundación.
	FRECUENCIA:	En épocas más lluviosas de octubre, noviembre, diciembre, abril y mayo.
	FUENTE:	Fundación Procuencia Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.
Santa Mónica.	AÑO:	Diciembre de 1999.
	CAUSA:	Tala de árboles para leña. Urbanización descontrolada, no planificado.
	PROBLEMA:	Falta de cobertura Vegetal. Invasión de zonas de ladera, en áreas con pendiente superior al 30%.
	EFEECTO:	Amenaza para viviendas en zonas de conflicto por uso del suelo.
	FRECUENCIA:	Permanente.
	FUENTE:	Fundación Procuencia Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán
Urbanización Argentina.	AÑO:	Diciembre de 1981.
	CAUSA:	Torrencales por fuertes aguaceros. Invasión de zonas de protección de la quebrada.
	PROBLEMA:	Baja cobertura vegetal.
	EFEECTO:	Desbordamiento del río Ejido y las quebradas Tinajas v Dos Agüitas.
	FRECUENCIA:	En épocas más lluviosas de octubre, noviembre, diciembre, abril y mayo.
	FUENTE:	Fundación Procuencia Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán
Alfonso López	AÑO:	Diciembre de 1938.
	CAUSA:	Natural: Fuertes lluvias y Torrencales.
	PROBLEMA:	Baja cobertura vegetal.
	EFEECTO:	Crecientes e inundaciones.
	FRECUENCIA:	En épocas más lluviosas de octubre, noviembre, diciembre, abril y mayo.
	FUENTE:	Fundación Procuencia Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.

Alfonso López	AÑO:	Marzo de 1943.
	CAUSA:	Natural: Torrenciales por fuertes aguaceros.
	PROBLEMA:	Baja cobertura vegetal.
	EFEECTO:	Crecientes e inundaciones.
	FRECUENCIA:	En épocas más lluviosas de octubre, noviembre, diciembre, abril y mayo.
FUENTE:	Fundación Procuenca Rio Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.	

Continuación Cuadro 116

SITIO	VARIABLE	INFORMACION
Alfonso López	AÑO:	Abril de 1950.
	CAUSA:	Torrencales por fuertes aguaceros.
	PROBLEMA:	Baja cobertura vegetal.
	EFFECTO:	Crecientes e inundaciones.
	FRECUENCIA:	En épocas más lluviosas de octubre, noviembre, diciembre, abril y mayo.
	FUENTE:	Fundación Procuencia Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.
Alfonso López	AÑO:	Junio de 1950.
	CAUSA:	Natural: Torrencales por fuertes aguaceros.
	PROBLEMA:	Baja cobertura vegetal.
	EFFECTO:	Inundación de las viviendas afectando los cimientos y paredes.
	FRECUENCIA:	En épocas más lluviosas de octubre, noviembre, diciembre, abril y Mayo.
	FUENTE:	Fundación Procuencia Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.
Alfonso López	AÑO:	Diciembre de 1981.
	CAUSA:	Torrencales por fuertes aguaceros. Invasión de zonas de protección de la Quebrada.
	PROBLEMA:	Baja cobertura vegetal.
	EFFECTO:	Desbordamiento del río Ejido y las Quebradas Tinajas y Dos Agüitas.
	FRECUENCIA:	En épocas más lluviosas de octubre, noviembre, diciembre, abril y mayo.
	FUENTE:	Fundación Procuencia Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.
Alfonso López	AÑO:	Diciembre de 1981.
	CAUSA:	Torrencales por fuertes aguaceros. Invasión de zonas de protección de la Quebrada.
	PROBLEMA:	Baja cobertura vegetal.
	EFFECTO:	Desbordamiento del río Ejido y las Quebradas Tinajas y Dos Agüitas.
	FRECUENCIA:	En épocas más lluviosas de octubre, noviembre, diciembre, abril y mayo.
	FUENTE:	Fundación Procuencia Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.
Alfonso López	AÑO:	Noviembre de 1984.
	CAUSA:	Torrencales por fuertes aguaceros. Reconstrucción acelerada de viviendas con poca planeación. Diseño de los Box Coulvert en forma antitécnica porque no tuvieron en cuenta las crecientes del río.
	PROBLEMA:	Baja cobertura vegetal.
	EFFECTO:	Desbordamiento e inundaciones.
	FRECUENCIA:	En épocas más lluviosas de octubre, noviembre, diciembre, abril o mayo.
	FUENTE:	Fundación Procuencia Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.
Alfonso López	AÑO:	1999.
	CAUSA:	Falta de alcantarillado pluvial de la vía que comunica los barrios la María y Siloé.
	PROBLEMA:	Saturación del Box Coulvert. Contaminación del río.
	EFFECTO:	Inundación. Deterioro de la calidad de vida de los habitantes.
	FRECUENCIA:	En épocas más lluviosas de octubre, noviembre, diciembre, abril y

		mayo.
	FUENTE:	Fundación Procuencia Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.
Primero de Mayo	AÑO:	Diciembre de 1981.
	CAUSA:	Torrenciales por fuertes aguaceros.
		Invasión de zonas de protección de la Quebrada.
	PROBLEMA:	Baja cobertura vegetal.
EFEECTO:	Desbordamiento del río Ejido y las Quebradas Tinajas y Dos Agüitas.	

Continuación Cuadro 116

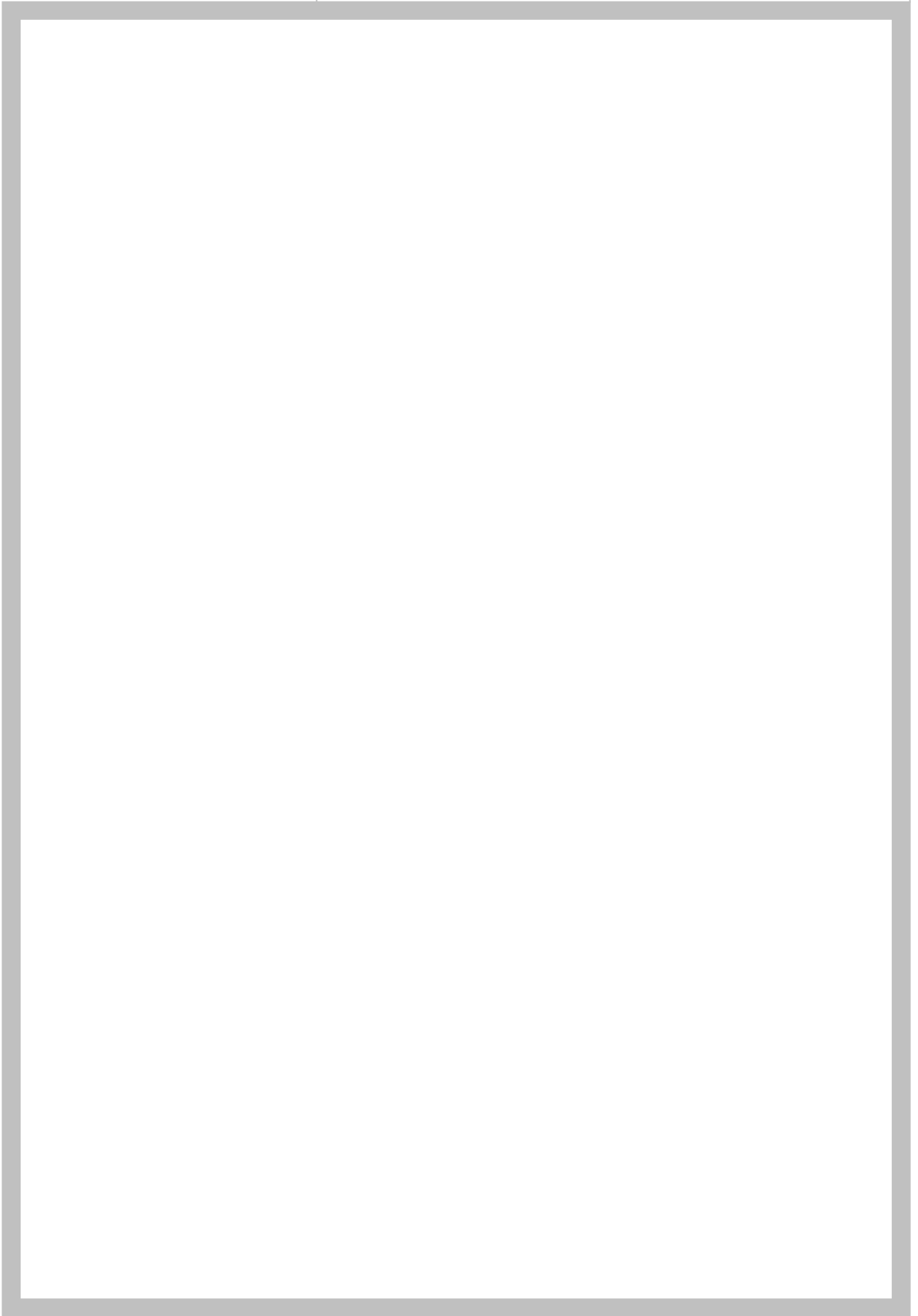
SITIO	VARIABLE	INFORMACION
	FRECUENCIA:	En épocas más lluviosas de octubre, noviembre, diciembre, abril y mayo.
	FUENTE:	Fundación Procuena Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.
Barrio Sindical	AÑO:	1999.
	CAUSA:	Diseño de los Box Coulvert en forma antitécnica porque no se tuvieron en cuenta las crecientes del río. Falta de alcantarillado pluvial de la vía Que comunica los barrios la María V Siloé.
	PROBLEMA:	Saturación del Box Coulvert.
		Contaminación del río.
	EFECTO:	Inundación.
		Deterioro e la calidad de vida de los habitantes.
	FRECUENCIA:	En épocas más lluviosas de octubre, noviembre, diciembre, abril y mayo.
FUENTE:	Fundación Procuena Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.	
Barrio San Rafael	AÑO:	1999.
	CAUSA:	Diseño de los Box Coulvert en forma antitécnica porque no se tuvieron en cuenta las crecientes del río. Falta de alcantarillado pluvial de la vía que comunica los barrios la María y Siloé.
	PROBLEMA:	Saturación del Box Coulvert.
		Contaminación del río.
	EFECTO:	Inundación.
		Deterioro e la calidad de vida de los habitantes.
	FRECUENCIA:	En épocas más lluviosas de octubre, noviembre, diciembre, abril y mayo.
FUENTE:	Fundación Procuena Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.	
Barrio Santa Fe	AÑO:	29 marzo de 1999.
	CAUSA:	Ubicación de vivienda en áreas de alto riesgo, ocupando el área protectora del cauce. No hay manejo técnico.
	PROBLEMA:	Baja cobertura vegetal.
		Alteración de las condiciones Naturales del terreno para proyectos de vivienda.
	EFECTO:	Crecientes y desbordamientos.
	FRECUENCIA:	En épocas más lluviosas del año; octubre, noviembre, diciembre, abril y mayo.
	FUENTE:	Fundación Procuena Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.
Barrio Retiro Bajo	AÑO:	29 marzo de 1999.
	CAUSA:	Ubicación de viviendas en áreas de alto riesgo, ocupando el área protectora del cauce. No hay manejo técnico.
	PROBLEMA:	Baja cobertura vegetal.
		Alteración de las condiciones Naturales del terreno para proyectos de vivienda.
	EFECTO:	Crecientes y desbordamientos.
	FRECUENCIA:	En épocas más lluviosas de octubre, noviembre, diciembre, abril y mayo.
	FUENTE:	Fundación Procuena Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.
Barrio San José.	AÑO:	1999.



	CAUSA:	Antrópica: Construcción de viviendas en las riberas del río Ejido, invadiendo zonas de protección.
	PROBLEMA:	Desestabilización del suelo.
	EFECTO:	Erosión del suelo.
		Riesgo de deslizamiento.
		Pérdida de capacidad de arrastre del río por poca velocidad.
	FRECUENCIA:	En épocas más lluviosas de octubre, noviembre, diciembre, abril y mayo.

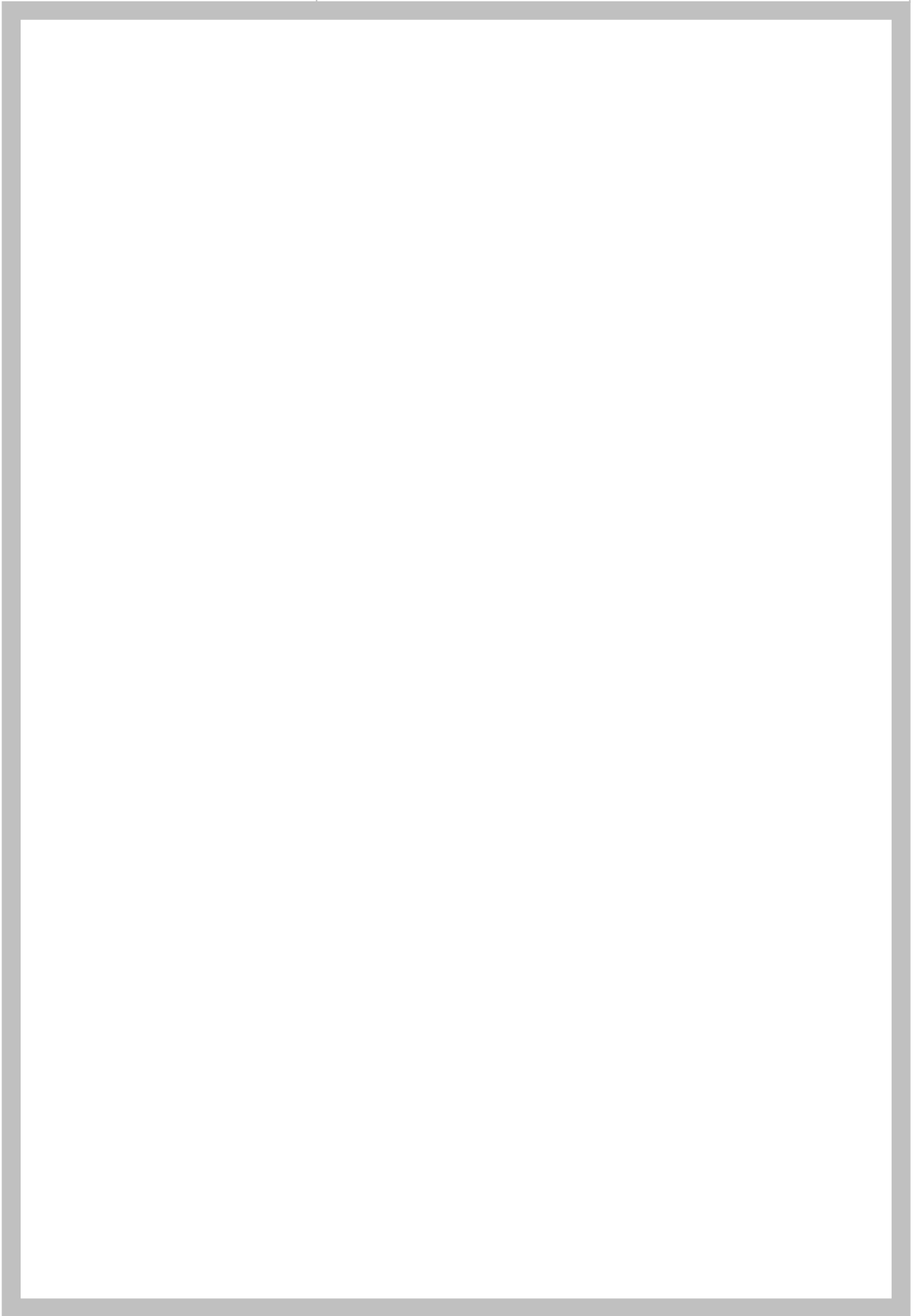
Continuación Cuadro 116

SITIO	VARIABLE	INFORMACION
Barrio San José	FUENTE:	Fundación Procuena Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.
Barrio Junín.	AÑO:	Diciembre 1991.
	CAUSA:	Antrópica: Filtración de aguas negras y de esorrentía. Viviendas ubicadas en zonas de riesao.
	PROBLEMA:	Erosión en la ribera del río sobra la Calle 2° entre Carreras 31 y 32. Los procesos erosivos hacen disminuir la distancia entre el talud y el grupo de vivienda.
	EFECTO:	Deslizamientos.
	FRECUENCIA:	Permanente.
	FUENTE:	Fundación Procuena Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.
Barrio La Sombrilla.	AÑO:	1999.
	CAUSA:	Antrópica: Construcción de viviendas en las riberas del río Ejido, invadiendo zonas de protección.
	PROBLEMA:	Desestabilización del suelo.
	EFECTO:	Erosión del suelo.
		Riesgo de deslizamiento.
		Pérdida de capacidad de arrastre del río por poca velocidad.
FRECUENCIA:	En épocas más lluviosas de octubre, noviembre, diciembre, abril y mayo.	
FUENTE:	Fundación Procuena Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.	
Barrio Kennedy	AÑO:	1999.
	CAUSA:	Antrópica: Construcción de viviendas en la ribera del río Ejido, invadiendo zonas de protección.
	PROBLEMA:	Desestabilización del suelo.
	EFECTO:	Erosión del suelo.
		Riesgo de deslizamiento.
		Pérdida de capacidad de arrastre del río por poca velocidad.
FRECUENCIA:	En épocas más lluviosas de octubre, noviembre, diciembre, abril y mayo.	
FUENTE:	Fundación Procuena Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.	
Barrio Carlos Primero.	AÑO:	29 marzo de 1999.
	CAUSA:	Ubicación de viviendas en áreas de alto riesgo, ocupando el área protectora del cauce. No hay manejo técnico.
	PROBLEMA:	Baja cobertura vegetal.
	EFECTO:	Alteración de las condiciones naturales del terreno para proyectos de vivienda.
		Crecientes y desbordamientos.
	FRECUENCIA:	En épocas más lluviosas de octubre, noviembre, diciembre, abril y mayo.
FUENTE:	Fundación Procuena Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado.	
Barrio Los Sauces	AÑO:	11 de Noviembre de 1970.
	CAUSA:	Ola invernal.
	PROBLEMA:	Inundación provocada por el río Ejido.
	EFECTO:	Inundación de 7 viviendas.
	FRECUENCIA:	
	FUENTE:	El Liberal 11 de Noviembre de 1970



Cuadro 117. Registro Histórico de inundaciones Quebrada Quitacalzón

SITIO	VARIABLE	INFORMACIÓN
Barrios Santiago de Cali, Porvenir y Solidarios.	AÑO:	1999.
	CAUSA:	Invasión de la margen derecha de la quebrada.
	PROBLEMA:	Baja cobertura vegetal.
		Inestabilidad del suelo.
	EFECTO:	Riesgo (Alto) por desbordamiento de la quebrada. Por la no Reubicación previa de estas familias.
	FRECUENCIA:	
FUENTE:	Fundación Procuenca Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.	
Barrios Bella Vista, Haciendas de las familias Vanegas y López.	AÑO:	1999.
	CAUSA:	Vertimiento de residuos sólidos (Basura).
		Ausencia de vegetación protectora.
		Poca pendiente de la topografía.
	PROBLEMA:	Represamiento del cauce de la Quebrada.
	EFECTO:	Riesgo de inundación.
		Zonas no aptas para la construcción a unos 100 m del cauce.
FRECUENCIA:		
FUENTE:	Fundación Procuenca Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.	
Vía Morinda en predios del señor Pedro Ariza.	AÑO:	1999.
	CAUSA:	Ausencia de vegetación protectora.
		Poca pendiente de la topografía.
	PROBLEMA:	Inestabilidad en suelo.
		Represamiento del cauce de la Quebrada.
	EFECTO:	Zonas no aptas para la construcción a unos 50 m. del cauce.
		Zonas con riesgo a inundación.
FRECUENCIA:		
FUENTE:	Fundación Procuenca Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado.	
Barrios Maria Oriente, Los Sauces, Alfonso López, Santa Mónica, Primero de Mayo, Las Ferias, La Argentina y Valparaíso.	AÑO:	1981
	CAUSA:	Torrencial aguacero
	PROBLEMA:	Inundaciones río Ejido y las Quebradas Las Tinajas y Dos Agüitas.
	EFECTO:	Graves inundaciones .120 familias damnificadas
	FUENTE:	El Liberal 31 de diciembre 1981
Barrios Maria Oriente, Alfonso López, Los Comuneros, Los Sauces y otros barrios.	AÑO:	1984
	CAUSA:	Fuerte ola invernal
	PROBLEMA:	Inundaciones río Eido
	EFECTO:	667 familias damnificadas (3089 personas)
	FUENTE:	El Liberal 18 de diciembre de 1984



Cuadro 118. Registro Histórico de Inundaciones Quebrada Pubús

SITIO	VARIABLE	INFORMACIÓN
Comuna 7 - Pontones:  Cra 37 vía que comunica Galería Las Palmas con Vereda de Torres. Cra 35 vía que comunica los Barrios los Campos con la vereda de Torres. Cra 29 ubicada en el Barrio Panamericano.	AÑO:	1983-2000.
	CAUSA:	Ubicación de pontones antitécnicos y obras inconclusas por urbanizaciones piratas. Construcción de viviendas en zonas de riesgo.
	PROBLEMA:	Saturación del sistema de alcantarillado sanitario que conlleva al represamiento de las tuberías porque se le da un uso combinado.
	EFEECTO:	Inundación. Erosión de las viviendas con aguas residuales.
	FRECUENCIA:	En épocas más lluviosas del año; octubre, noviembre, diciembre, abril y mayo.
	FUENTE:	Fundación Procuenca Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.
Inundación Margen derecha de la Quebrada Pubús, Niño Jesús de Praga, La Campiña, Chapinero, Solidaridad, Las Vegas, Inv. Pubús, San Fernando, Los Alpes, Panamericano, La Libertad, Los Campos II etapa, La Independencia.	AÑO:	VI - 1991.
	CAUSA:	Antrópica: Invasión después del terremoto en zonas pantanosas, pertenecientes a la llanura de inundación de la Quebrada Pubús (La Libertad). Disposición antitécnica de aguas residuales.
	PROBLEMA:	Baja cobertura vegetal desde la entrada a Puelenje, hasta 2 Km. y medio, con un área de 125 Has, aproximadamente. Contaminación de la quebrada por la disposición de residuos sólidos, líquidos, metálicos de construcción y de excavación.
	EFEECTO:	Crecientes e inundaciones. Cambio de la calidad del agua. Enfermedad o muerte de organismos vivos. Pérdida de la biodiversidad. Deterioro del paisaje.
	FRECUENCIA:	En épocas más lluviosas del año; octubre, noviembre, diciembre, abril y mayo.
	FUENTE:	Fundación Procuenca Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.
Asentamiento de la Unión y Nuevo Siloé.	AÑO:	VI - 1991.
	CAUSA:	Algunas viviendas ubicadas en estos Asentamientos están sobre terrenos de gran pendiente, se encuentran ancladas, en material de relleno que no ofrece ninguna estabilidad por ser suelto y permeable siendo fácilmente erodado, facilitando la filtración del agua lluvia; del agua proveniente de los escapes de las mangueras del acueducto y de las aguas negras, ya que carece de alcantarillado (instalación clandestina).
	PROBLEMA:	Desviación del cauce. Inestabilidad de las viviendas ubicadas en terrenos con material de relleno.
	EFEECTO:	Crecientes e inundaciones por estar ubicadas en la zona pantanosa, pertenecientes a la llanura de inundación de la Quebrada Pubús.
	FRECUENCIA:	En épocas más lluviosas del año; octubre, noviembre, diciembre, abril y mayo.
	FUENTE:	Fundación Procuenca Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.
Las Palmas Retiro Bajo "Sector Niño Jesús de Praga".	AÑO:	1991.
	CAUSA:	Asentamientos humanos en suelos de alta inestabilidad, facilitando la filtración y acumulación del agua lluvia y del agua proveniente del acueducto y de las aguas negras.
	PROBLEMA:	Inestabilidad de los suelos por ser sueltos y permeables.

Comuna 7.	EFFECTO:	Desestabilización del suelo por ser fácilmente erodados.
	FRECUENCIA:	En épocas más lluviosas del año; octubre, noviembre, diciembre, abril y mayo.
	FUENTE:	Fundación Procuenca Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.
	AÑO:	1991.
	CAUSA:	Carecimiento de un sistema de acueducto y alcantarillado adecuado que permita la evacuación óptima de esta agua.
	PROBLEMA:	Filtración de aguas residuales provenientes de los escapes de las mangueras del acueducto (instalaciones clandestinas).
	EFFECTO:	Deslizamientos.

Continuación Cuadro 118

SITIO	VARIABLE	INFORMACIÓN
	FRECUENCIA	
	FUENTE:	Fundación Procuenca Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.
Margen derecha de la Quebrada Pubús.	AÑO:	1991.
	CAUSA:	Antrópica: Disposición de residuos sólidos.
	PROBLEMA:	Contaminación por residuos sólidos y sedimentación del cauce de la quebrada, produciendo desbordamiento.
	EFFECTO:	Desbordamiento de su cauce natural.
	FRECUENCIA:	En épocas más lluviosas del año; octubre, noviembre, diciembre, abril y mayo.
	FUENTE:	Fundación Procuenca Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.
Margen derecha de la Quebrada Pubús.	AÑO:	1991.
	CAUSA:	Antrópica: Disposición de residuos sólidos.
	PROBLEMA:	Contaminación por residuos sólidos y sedimentación del cauce de la quebrada, produciendo desbordamiento.
	EFFECTO:	Desbordamiento de su cauce natural.
	FRECUENCIA:	En épocas más lluviosas del año; octubre, noviembre, diciembre, abril y mayo.
	FUENTE:	Fundación Procuenca Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.
Asentamientos urbanos Los Campos Etapa II, en un área potencialmente inundable y cenagosa de la quebrada	AÑO:	VIII 1993.
	CAUSA:	Asentamientos ubicados sobre el material de relleno no compacto y depósitos volcánicos fácilmente erodables.
	PROBLEMA:	Inestabilidad crítica del suelo
	EFFECTO:	Deslizamientos por fuertes aguaceros, y por acción sísmica por encontrarse dentro de la falla de torres. Crecientes e inundaciones.
	FRECUENCIA:	En épocas más lluviosas del año; octubre, noviembre, diciembre, abril y mayo.
	FUENTE:	Fundación Procuenca Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.
A lo largo de 2,5 Km de la variante	AÑO:	1996.
	CAUSA:	Antrópica: La construcción de la variante, no tuvo un plan de manejo de las excavaciones, por lo tanto el suelo no fue dispuesta en sitios destinados para la disposición de residuos sólidos (botaderos) construida en 1994 e inaugurada en 1996.
	PROBLEMA:	Asentamientos desmedidos de la población. Sedimentación del cauce y de la quebrada por acumulación de residuos sólidos.
	EFFECTO:	Baja cobertura vegetal. Desviación del cauce.

		Disminución del área de protección de la quebrada. Contaminación por disposición de residuos sólidos y líquidos.
	FRECUENCIA:	Permanente, puesto que se continúa con la ubicación de Asentamientos.
	FUENTE:	Fundación Procuena Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.
Ejido, El Dean y Limonar Comuna 7	AÑO:	XII 1999. II 2000.
	CAUSA:	Construcción de viviendas en zonas de conflicto por uso del suelo y saturación del alcantarillado sanitario por uso combinado.
	PROBLEMA:	Desestabilización del suelo. Deterioro de la calidad de vida de los habitantes.
	EFEECTO:	Crecientes e inundaciones.
	FRECUENCIA:	En épocas más lluviosas del año; octubre, noviembre, diciembre, abril y mayo.
	FUENTE:	Fundación Pro cuenca Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.



Continuación Cuadro 118

SITIO	VARIABLE	INFORMACIÓN
En la propiedad del Sr Silvio López (Sector I)	AÑO:	1999.
	CAUSA:	Presencia de escombros para emparejar el terreno y ubicar viviendas.
	PROBLEMA:	Reducción del ancho de la quebrada.
	EFEECTO:	Desbordamiento e inundaciones.
	FRECUENCIA:	En épocas más lluviosas del año; octubre, noviembre, diciembre, abril y mayo.
Barrio Niño Jesús de Praga "ribera de la Quebrada"	AÑO:	Fundación Procuena Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.
	CAUSA:	1999
	PROBLEMA:	Asentamiento de 7 familias a una distancia no menos de 1 metro.
	EFEECTO:	Baja cobertura vegetal.
	FRECUENCIA:	Cuatro familias presentan graves problemas de inundaciones con un promedio de 2 personas en total.
	FUENTE:	En épocas más lluviosas del año; octubre, noviembre, diciembre, abril y mayo.
Del puente del Barrio La Campiña hasta la Cra 33 detrás del Barrio Solidaridad, en la Calle 17	AÑO:	1999.
	CAUSA:	Asentamientos sobre la margen derecha (29 familias para reubicar). Vertimiento de aguas servidas directamente a la quebrada.
	PROBLEMA:	Desprotegida su ribera en ambas márgenes. Muro de contención que cae a la quebrada. Contaminación de aguas.
	EFEECTO:	Desbordamiento e inundaciones. Proliferación de insectos y enfermedades.
	FRECUENCIA:	En épocas más lluviosas del año; octubre, noviembre, diciembre, abril y mayo.
	FUENTE:	Fundación Procuena Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.
Margen derecha de la Qda "Asentamiento Villa García" Sector II.	AÑO:	1999.
	CAUSA:	Asentamiento de 9 familias.
	PROBLEMA:	Inestabilidad del suelo.
	EFEECTO:	Riesgo a inundaciones.
	FRECUENCIA:	
	FUENTE:	Fundación Procuena Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.
Del Barrio Las Palmas a la Variante Sector III.	AÑO:	1999.
	CAUSA:	Asentamiento de 5 familias para reubicar.
	PROBLEMA:	Inestabilidad del suelo.
	EFEECTO:	Riesgo a inundaciones.
	FRECUENCIA:	
	FUENTE:	Fundación Procuena Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.
Puente del Barrio Los Campos y la Vereda de Torres y el puente de la Cra 37 Sector III.	AÑO:	1999.
	CAUSA:	Vertimiento y acumulación de basuras.
	PROBLEMA:	Taponamiento potencial.
	EFEECTO:	Riesgo a desbordamiento de la quebrada.
	FRECUENCIA:	

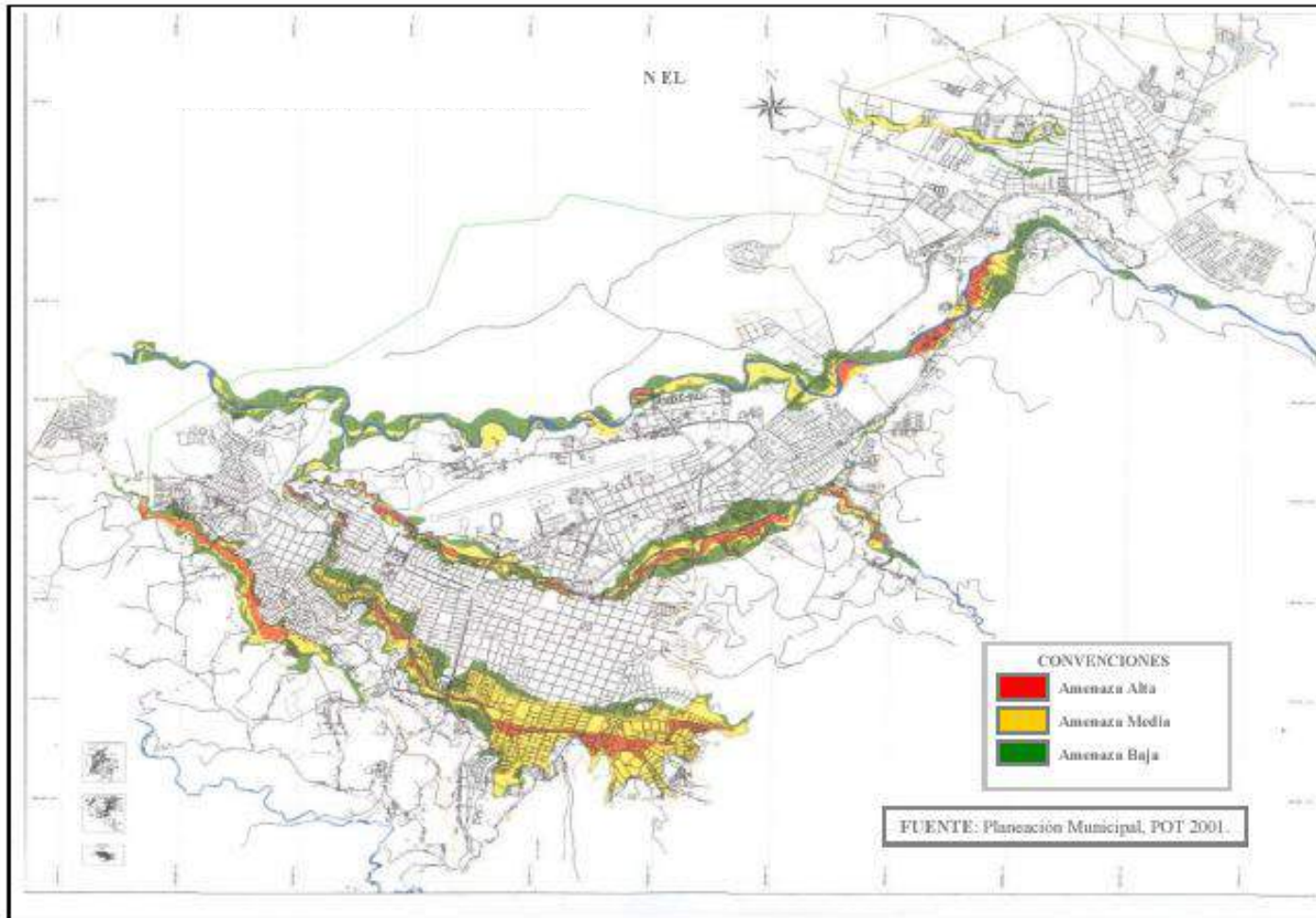
	FUENTE:	Fundación Procuenca Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.
Margen derecha "compra y venta de cerdos de la familia Segovia" Sector IV.	AÑO:	1999.
	CAUSA:	Relleno de terreno y canalización de la quebrada sin ninguna técnica.
	PROBLEMA:	Represamiento de la quebrada.
	EFEECTO:	Inundaciones.
	FRECUENCIA:	En épocas más lluviosas del año; octubre, noviembre, diciembre, abril y mayo.
	FUENTE:	Fundación Procuenca Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.

Continuación Cuadro 118

SITIO	VARIABLE	INFORMACIÓN
Puente antes de llegar al Barrio Lomas de Granada, Sector IV	AÑO:	1999.
	CAUSA:	Falta de actividades de limpieza adecuada.
	PROBLEMA:	Represamiento de la quebrada.
	EFEECTO:	Desbordamiento de la quebrada.
	FRECUENCIA:	
	FUENTE:	Fundación Procuenca Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.
Margen derecha de la vía Barrios: Lomas de Granada Sector IV.	AÑO:	1999.
	CAUSA:	El barranco de la margen derecha de la vía ha cedido.
	PROBLEMA:	Derrumbamiento y estancamiento en él cauce.
	EFEECTO:	Riesgo a inundaciones.
	FRECUENCIA:	
	FUENTE:	Fundación Procuenca Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.
A la altura de la Calle 2 Sector IV	AÑO:	1999.
	CAUSA:	Árbol que esta a punto de caerse.
	PROBLEMA:	Represamiento de la quebrada.
	EFEECTO:	Riesgo a inundaciones.
	FRECUENCIA:	
	FUENTE:	Fundación Procuenca Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.
Comuna 9 Brisas, Solidaridad, Chapinero	AÑO:	III-29-99.
	CAUSA:	Construcción de viviendas en zonas de conflicto por uso del suelo (1983).
	PROBLEMA:	Saturación del alcantarillado sanitario pluvial.
	EFEECTO:	Desestabilización del suelo, inundaciones. Baja calidad de vida de los habitantes.
	FRECUENCIA:	En épocas más lluviosas del año.
	FUENTE:	Fundación Procuenca Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.
Puelenje, asentamiento Samuel Silverio	AÑO:	VI,VII,VIII 1999.
	CAUSA:	Por quemas de basuras, desyerbas y prácticas agrícolas inapropiadas (Puelenje).
	PROBLEMA:	Deterioro de la capa vegetal. Degradación del suelo. Da lugar a procesos erosivos. Quemas sin control y sin un adecuado manejo de las mismas. Instalaciones clandestinas de acueducto y no existe un sistemas de recolección de aguas servidas.
	EFEECTO:	Las quemas sin control y sin un adecuado manejo da lugar a procesos erosivos.

	FRECUENCIA:	Quema de basuras. Prácticas agronómicas inadecuadas dos veces al año.
	FUENTE:	Fundación Procuenca Río Las Piedras - Acueducto y Alcantarillado de Popayán.

Figura 32. Zonificación de amenazas por inundación en el área urbana del municipio de Popayán (POT, 2001)



De acuerdo con el análisis de todos los actores mencionados, se hizo una zonificación de la susceptibilidad a inundaciones en tres categorías<sup>26</sup>.

### **Zonificación de amenazas por inundación en el área urbana de Popayán**

#### *Zona de amenaza baja por inundación*

En esta categoría están clasificadas las zonas altas en donde dadas las pendientes fuertes y la orientación de estas no representan potencialidad para inundaciones. En esta zona están comprendidos sectores como el Centro Histórico, buena parte de la comuna siete (parte alta) y en general todas las zonas altas, aunque no se descarta su disposición a una inundación por taponamiento en el sistema de drenaje de aguas lluvias y aguas servidas (Ver Mapa 23).

#### *Zona de amenaza media por inundación*

Corresponde a áreas localizadas normalmente alrededor de las zonas de alta amenaza por inundación; normalmente en proximidades de las rondas de los ríos Molino, Ejido y Cauca, y la margen occidental de la

quebrada Pubús. Otras áreas incluidas en esta zona son los sectores que poseen topografías planas y que son susceptibles de inundación por problemas de taponamientos de la red de alcantarillado, o saturación del sistema de conducción de aguas lluvias en épocas invernales (Ver Mapa 23).

#### *Zona de alta amenaza por inundación*

Corresponde a las zonas aledañas a los cauces activos de los ríos que discurren por el casco urbano normalmente, en donde con periodicidad coincidente con los periodos de alta pluviosidad se registran desbordamientos. Además pueden en algunos casos pertenecer a esta zona sectores más alegados del borde de los cauces actuales pero que dadas sus características morfológicas y por información histórica presentan alta aptitud a ser inundadas.

De las Figuras 33 y 34, se deduce el alto grado de exposición del área urbana de Popayán a ser afectado por las inundaciones; se puede observar que en los años 1996, 1997, 2000 y 2001 existe un número de inundaciones que llega hasta el orden de 100, además de que ocurren en los periodos de mayor precipitación, comprendido entre los meses de enero a marzo y octubre a diciembre. De acuerdo con esta información se hace evidente la necesidad de tener en

<sup>26</sup> Municipio de Popayán. Plan de Ordenamiento Territorial- Documento Técnico. 2001

cuenta este tipo de fenómenos a la hora de plantear las políticas de desarrollo territorial, ya que esta amenaza es quizá junto con los deslizamientos y los incendios las que produce mayores daños a la población asentada en las riberas de los cauces que conforman la red hídrica de Popayán (Ver Mapa 23).

Mapa 23 Amenaza por inundación

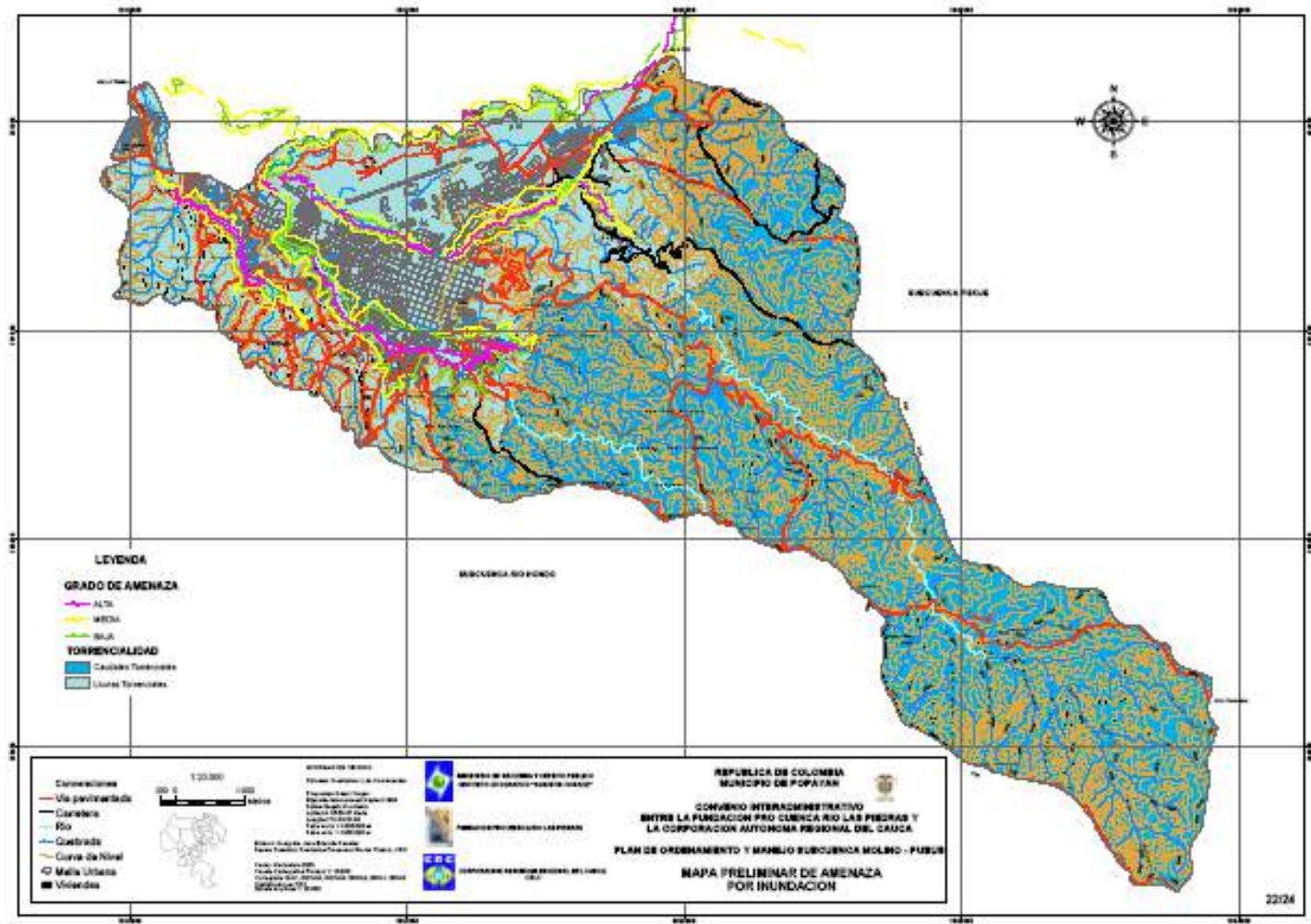


Figura 33. Ocurrencia de inundaciones en el área urbana del municipio de Popayán 1994- 2003.

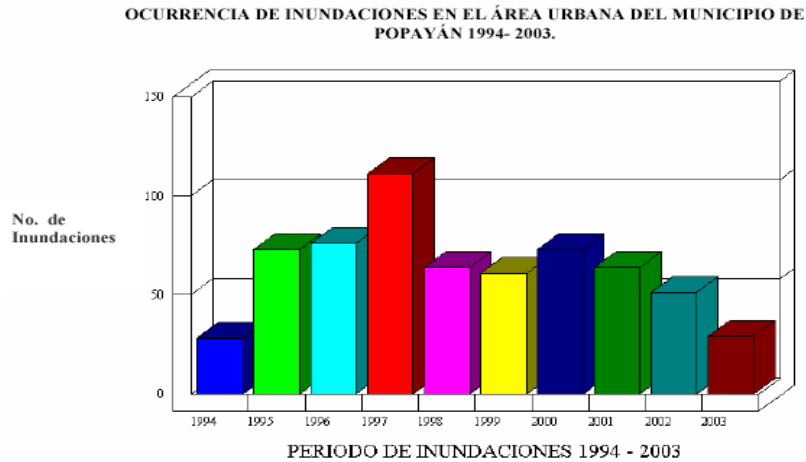


Figura 34. Acumulado de inundaciones en el área urbana del municipio de Popayán 1994- 2003



Del trabajo de grado de Betancourt & Clavijo (2004) denominado “*Aplicación de Instrumentos Metodológicos para Conocer la Percepción de Eventos Amenazantes de Origen Antrópico y Natural en el Área urbana del municipio de Popayán*”, se retomo información para

caracterizar y contextualizar el número de eventos (Inundaciones), desde 1990 hasta

el año 2003; datos recopilados en la base de datos de DESINVENTAR y así confirmar y constatar que las inundaciones son los eventos que más se han presentado en la ciudad



dejando entrever el impacto ocasionado a las comunidades que han sido afectadas al no estar preparadas para afrontar dichas amenazas.

### 2.6.3.2 AMENAZA POR INUNDACIÓN EN LA SUBCUENCA DE LA QUEBRADA PUBÚS

La subcuenca de la Quebrada Pubús es una de las áreas que se ve afectada en forma importante por las inundaciones debido a sus condiciones hídricas, geomorfológicas y a la pendiente de la zona, además un factor que aumenta el grado de afectación del fenómeno es el proceso de poblamiento que se ha venido incrementando en los últimos 10 años, con la aparición de nuevos asentamientos subnormales localizados en las riberas de la parte media de la quebrada potencializando los riesgos de la población que se ve afectada por la ocurrencia de las inundaciones.

solventar las necesidades de vivienda de la población afectada por el fenómeno en mención, lo que llevó a un crecimiento desordenado de la ciudad hacia la parte sur-occidental originando la concentración y aparición de nuevos barrios en áreas no aptas para el asentamiento humano, como son las comunas 6, 7 y 9 de las que hace parte la quebrada Pubús sufriendo un evidente aumento de población que en la actualidad está arrojando una serie de problemas que consolidan y refuerzan la presencia de eventos naturales y antrópicos llevando al deterioro ambiental de la zona.

Las Figuras 35 y 36 muestran los eventos (Inundaciones) que han ocurrido en las comunas que recorre la quebrada:

Después del terremoto de 1983 se presentó la demanda de terrenos para

Figura 35. Ocurrencia de inundaciones en las comunas 6, 7 y 9 de Popayán 1994 – 2003.

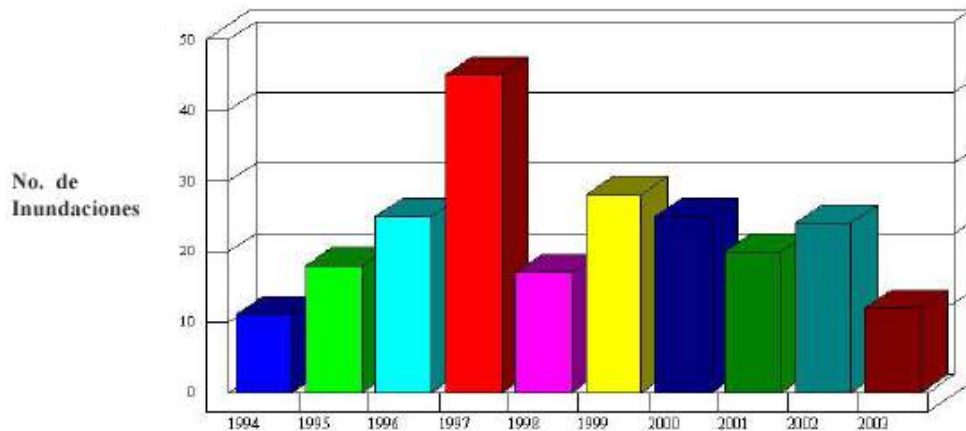
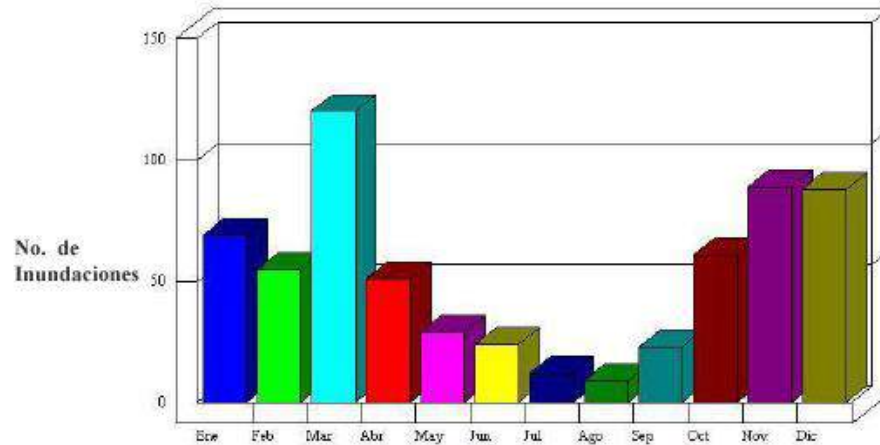


Figura 36. Acumulado de inundaciones en las comunas 6, 7 y 9 de Popayán 1994 – 2003.



De esta información se deduce que estas comunas se ven afectadas en gran medida por las inundaciones, siendo una de los sitios mas expuestos del área urbana; se puede observar que del año 1997 hasta mediados del 2003, se presenta un número importante de inundaciones que llega hasta el orden de 45; además de que ocurren en los períodos de mayor precipitación comprendido entre los meses de enero a marzo y octubre a diciembre.

#### **Amenaza por Inundación en los asentamientos humanos ubicados en la parte media de la subcuenca de la Quebrada Pubús**

En la parte media de la quebrada Pubús se concentra la mayor proporción de población presente en toda la subcuenca, al encontrarse localizados los asentamientos subnormales Laura Mercedes Simmonds, Nuevo Futuro, Linda Payanesa, Los Olivos, San Francisco, Pubús, Primero de Febrero y

Triunfaremos por la Paz, que en conjunto con los barrios surgidos a raíz del terremoto de 1983, conforman la red de expansión urbana en este sector de la ciudad.

Las condiciones físico-ambientales de la zona y las características socioeconómicas de la población asentada en las riberas hacen del

sector un foco de problemas que se acentúan con el impacto producido por las inundaciones (Ver Fotos 34 y 35, Figura 37).

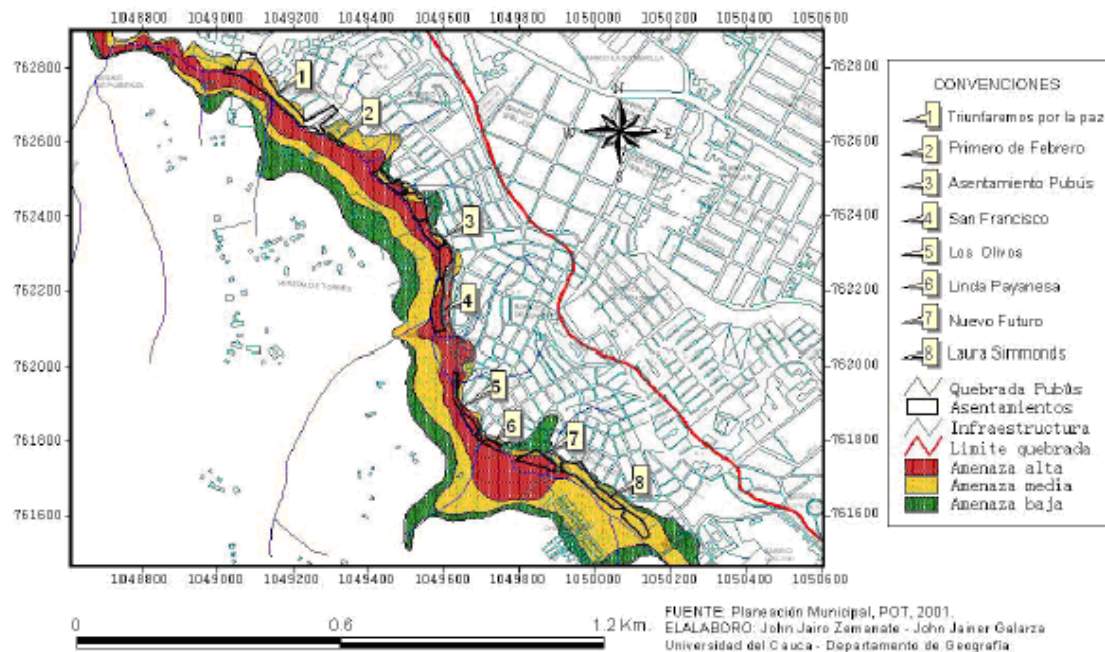
Se observa claramente cual es la extensión del área inundable de la parte media de la subcuenca, que para el caso del asentamiento

*Triunfaremos por la paz* se extiende hasta treinta metros de ancho en la margen derecha de la quebrada, y alcanza una altura promedio de cincuenta centímetros con una duración de aproximadamente tres horas.

Foto 34 y 35. Fotografías del estudio de inundaciones de la qda. Pubús. Aspectos de las inundaciones, en el asentamiento Triunfaremos por la Paz, 30 de Marzo de 2003



Figura 37. Amenaza por inundación, asentamientos humanos de la Qda Pubús



La Quebrada Pubús se ha visto afectada por las inundaciones, que han ocurrido en los asentamientos que hacen parte de la zona media de la subcuenca, en el período comprendido entre los años 1999 y 2003, donde los habitantes reseñan como las más severas las ocurridas en septiembre del 2001 y marzo del 2003, que tuvieron una duración aproximada de hora y media anegando la gran mayoría de los asentamientos dejando entrever el

impacto ocasionado a estas comunidades al no estar preparadas para afrontar dicha amenaza.

En las Figuras 38 y 39 se presenta el número de inundaciones que han afectado estos asentamientos desde su conformación; observando que entre los años 1999 a 2002, estas han llegado hasta el orden de 4, siendo muy representativas si se tiene en cuenta que los asentamientos se consolidaron a partir de 1994.

Figura 38. Ocurrencia de inundaciones en los asentamientos humanos de la quebrada Pubús, Popayán 1999 – 2003.

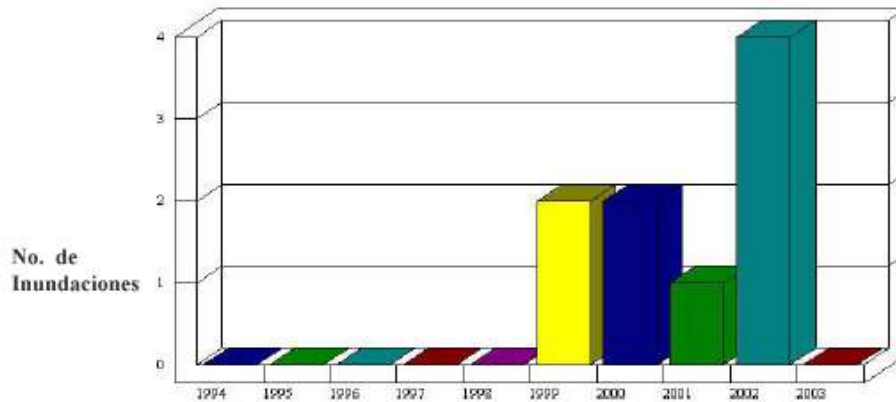
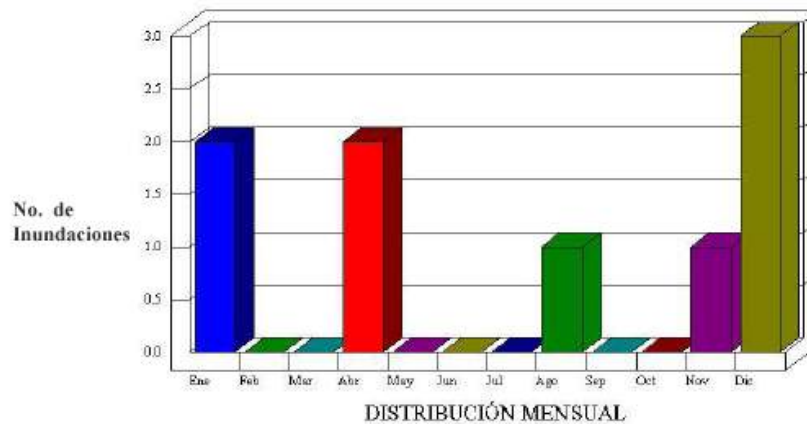


Figura 39. Acumulado de inundaciones en los asentamientos humanos de la quebrada Pubús, Popayán 1999 – 2003.



La consolidación de la información acerca de los eventos que se presentan en la ciudad, mediante la base de datos de DESINVENTAR, es un primer paso para consolidar el archivo y análisis de datos concernientes a fenómenos de tipo natural

y antrópico, que como las inundaciones afectan a un alto porcentaje de áreas en la ciudad, sobre las cuales hay que prestar atención

para tratar de minimizar el impacto generado por estos eventos; donde la apreciación que tiene la comunidad sobre dicha problemática lleve a un mayor entendimiento por parte de las instituciones de la situación actual que están afrontando, para tratar de realizar una gestión integral del riesgo; así los registros de la base de datos junto a la información obtenida en los talleres de cartografía social son un gran complemento para categorizar y describir las condiciones de vulnerabilidad de las personas ante eventos como la inundación, llegando

a la comparación de la información sistematizada en DESINVENTAR con la obtenida por parte del grupo de investigación en el trabajo realizado con los habitantes de la parte media de la quebrada fortaleciendo el estudio de vulnerabilidad; ejemplo de

esto es el mapa de localización de sitios de inundación identificados por la comunidad de los asentamientos, expuesto en las Figuras 40 y 41.

Figura 40. Localización de lugares de inundación identificados por los habitantes de los asentamientos humanos, mediante cartografía social en la Qda. Pubús. Popayán 2003

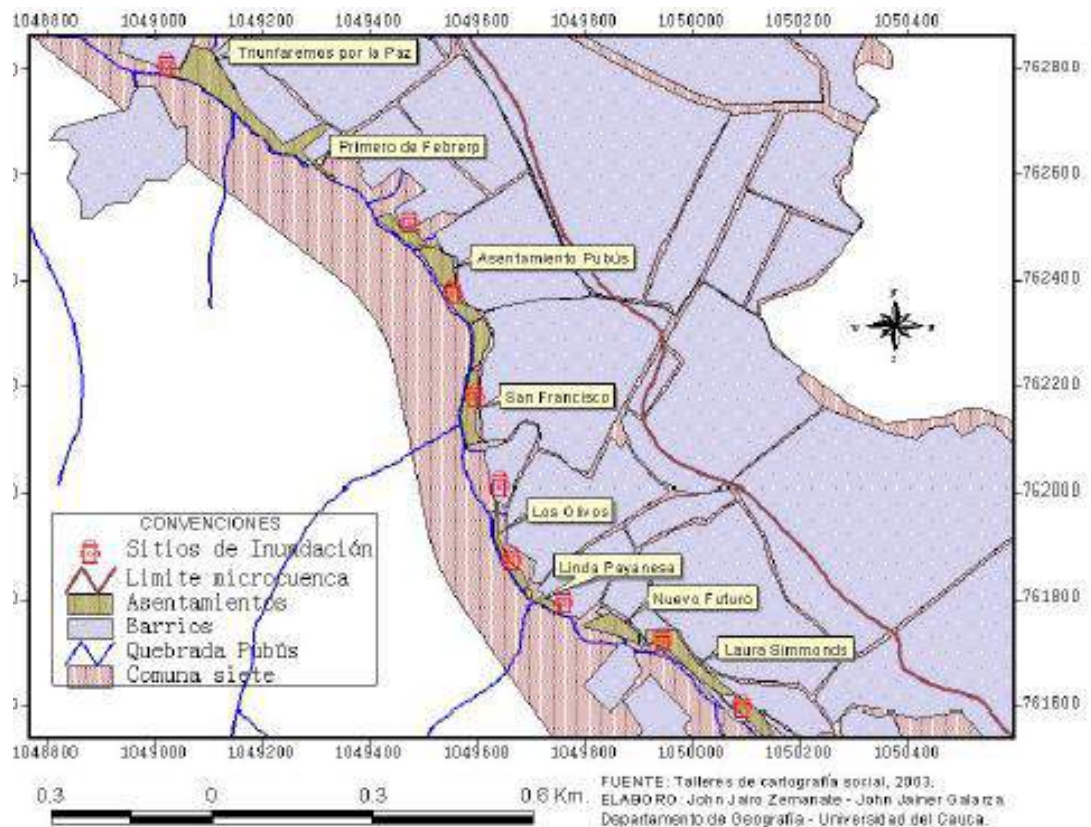
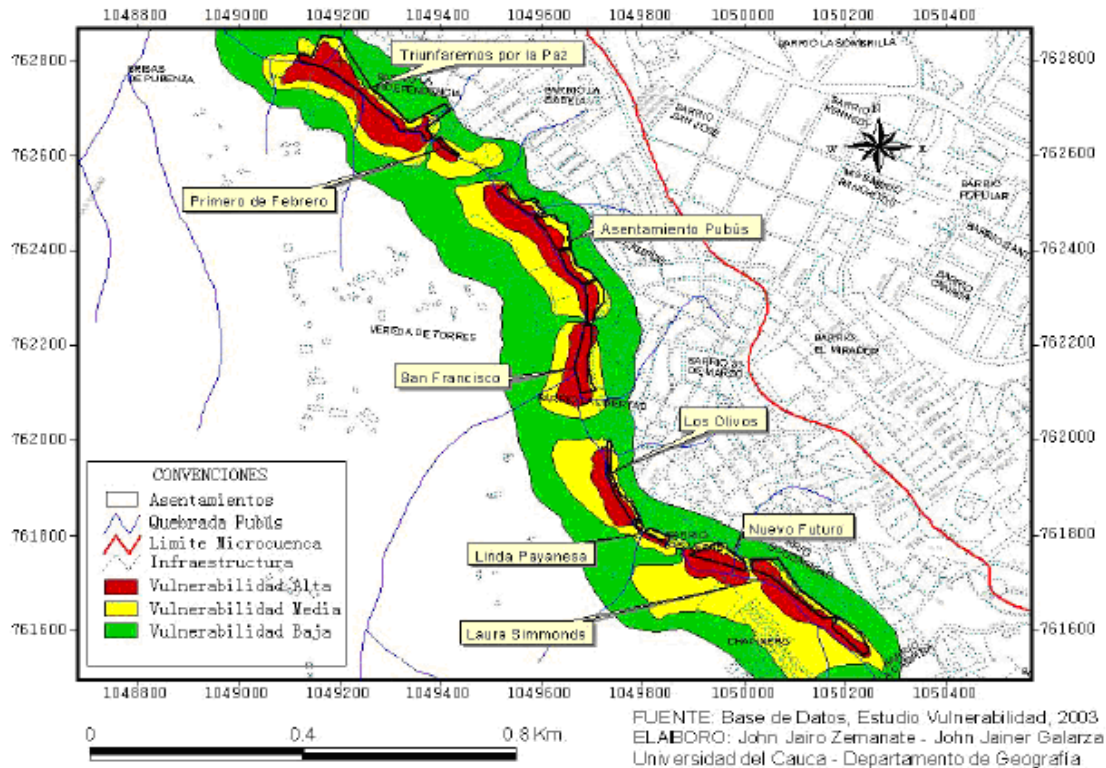


Figura 41. Vulnerabilidad ante la amenaza por inundación de los asentamientos humanos de la Qda. Pubús





## **2.6.4 ZONIFICACIÓN DE AMENAZAS POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA**

### *2.6.4.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA*

Las principales características de los fenómenos de remoción en masa observados son:

Presencia de deslizamientos activos inmapeables a la escala de trabajo. En general se trata de rupturas o desgarres superficiales localizados en laderas con altas pendientes dedicadas a la ganadería y sobre cortes de carretables que cruzan la subcuenca; también son frecuentes hacia las cabeceras de los drenajes principales y secundarios.

Los deslizamientos superficiales se asocian en general con ambas unidades geomorfológicas, las cuales se desarrollan principalmente sobre rocas de la formación Popayán. Los rasgos característicos de estas zonas son las altas pendientes, la presencia de pastos como cobertura vegetal y el uso principal dedicado a la ganadería.

Los deslizamientos antiguos presentan características variables en cuanto a tipo de superficie de falla y dimensión sin que se haya detectado el predominio de algún tipo en especial.

De acuerdo al análisis de la distribución espacial de los deslizamientos, la cabecera urbana en su parte oriental se encuentra en una zona de alta densidad. En el Cuadro 119 se presenta de manera general las características del inventario de deslizamientos obtenido en la fotointerpretación y el trabajo de campo.

Los resultados obtenidos corresponden a la distribución de los procesos de remoción en masa mapeados a escala 1:33.000 de las fotografías aéreas y al trabajo de campo realizado en escala 1:10.000. Las observaciones de campo permitieron identificar gran cantidad de deslizamientos no cartografiados en la escala utilizada.

Cuadro 119. Caracterización de movimientos de ladera recientes subcuenca Río Molino-Qda. Pubús

<b>COD.</b>	<b>TIPO</b>	<b>ESTADO DE LA ACTIVIDAD</b>	<b>MATERIAL FALLADO</b>	<b>COBERTURA Y USOS DEL TERRENO</b>	<b>ANCHO (m<sup>2</sup>)</b>	<b>LARGO (m<sup>2</sup>)</b>	<b>CONTENIDO DE AGUA/ AFLORAMIENTOS DE AGUA</b>	<b>FACTORES DE INESTABILIDAD</b>	<b>INFRAESTRUCTURA AFECTADA</b>	<b>MEDIDAS DE CONTROL EXISTENTES</b>
01	Deslizamiento	Activo	Saprolito	Pastos	10	15	Seco Sin afloramientos	Fuertes pendientes Sobrepastoreo	Drenaje	Ninguna
02	Deslizamiento	Activo	Saprolito	Pastos	30	15	Seco Sin afloramientos	Sobrepastoreo	Drenaje	Ninguna
03	Deslizamiento	Activo	Saprolito	Pastos	15	20	Seco Sin afloramientos	Sobrepastoreo	Drenaje	Ninguna
04	Deslizamiento	Activo	Saprolito	Pastos	15	10	Húmedo Sin afloramientos	Fuertes pendientes Sobrepastoreo	Potrero	Ninguna
05	Deslizamiento	Activo	Saprolito	Pastos	100	40	Seco Sin afloramientos	Talud Antrópico Sobrecarga en la cresta del talud	Potrero	Ninguna
06	Cárcava	Activo	Saprolito	Pastos	70	20	Seco Sin afloramientos	Sobrepastoreo	Carretera	Ninguna
07	Derrumbe	Activo	Saprolito	Pastos	20	40	Seco Sin afloramientos	Fuertes pendientes Talud Antrópico	Carretera	Ninguna
08	Derrumbe	Activo	Saprolito	Pastos	35	100	Seco Sin afloramientos	Fuertes pendientes Talud Antrópico	Carretera	Ninguna
09	Derrumbe	Activo	Saprolito	Pastos	30	70	Seco Sin afloramientos	Fuertes pendientes Talud Antrópico	Carretera	Ninguna
10	Derrumbe	Activo	Saprolito	Pastos	50	200	Húmedo Con afloramiento	Fuertes pendientes Talud Antrópico	Carretera Drenaje	Terraceo
11	Derrumbe	Activo	Saprolito	Pastos			Seco Sin afloramientos	Sobrepastoreo	Potreros	Ninguna
12	Derrumbe	Inactivo	Saprolito	Pastos	200	100	Seco Sin afloramiento	Sobrecarga en la cresta del talud	Potreros Carreteable	Ninguna

13	Deslizamiento	Inactivo	Saprolito	Pastos	50	70	Seco Sin afloramiento	Fuertes pendientes	Potreros	Ninguna
14	Derrumbe	Activo	Saprolito	Pastos			Húmedo Con afloramiento	Fuertes pendientes Talud Antrópico	Potreros Edificaciones	Ninguna
15	Derrumbe	Reactivo	Saprolito	Cultivos y pastos	30	50	Húmedo Con afloramiento	Alta pendiente Sobrepastoreo	Edificaciones Potreros Cultivos	Ninguna

Continuación Cuadro 119

COD.	TIPO	ESTADO DE LA ACTIVIDAD	MATERIA L FALLADO	COBERTURA Y USOS DEL TERRENO	ANCHO (m <sup>2</sup> )	LARGO (m)	CONTENIDO DE AGUA/ AFLORAMIENTOS DE AGUA	FACTORES DE INESTABILIDAD	INFRAESTRUCTURA AFECTADA	MEDIDAS DE CONTROL EXISTENTES
16	Derrumbe	Activo	Saprolito	Cultivos y pastos	15	0	Seco Sin afloramientos	Alta pendiente Sobrecarga en la cresta del talud	Potreros Pequeños cultivos Edificaciones	Ninguna
17	Derrumbe	Inactivo	Saprolito	Rastrojo alto	20	50	Seco Sin afloramientos	Alta pendiente	Drenaje	Revegetalización
18	Deslizamiento	Activo	Saprolito	Pastos	10	60	Húmedo Sin afloramiento	Sobrecarga en la cresta del talud	Carreteable	Ninguna
19	Derrumbe	Activo	Saprolito	Pastos	10	8	Húmedo Sin afloramiento	Sobrecarga en la cresta del talud	Carreteable	Gaviones
20	Derrumbe	Activo	Saprolito	Rastrojo alto	8	15	Húmedo Sin afloramiento	Alta pendiente	Drenaje	Ninguna
21	Cárcava	Activo	Saprolito	Pastos	100	350	Húmedo Con afloramiento	Sobrecarga en la cresta del talud	Banca de la vía Potreros	Ninguna
22	Derrumbe	Activo	Saprolito	Pastos	8	15	Seco Sin afloramientos	Alta pendiente	Potrero	Ninguna
23	Deslizamiento	Inactivo	Saprolito	Pastos	20	70	Seco Sin afloramientos	Sobrepastoreo	Potrero	Ninguna
24	Deslizamiento	Inactivo	Saprolito	Pastos	30	70	Seco	Sobrepastoreo	Potrero	Ninguna

	to						Sin afloramientos	Alta pendiente		
25	Deslizamiento	Inactivo	Saprolito	Pastos	30	40	Seco Sin afloramientos	Sobrepastoreo Alta pendiente	Potrero	Ninguna
26	Deslizamiento	Reactivo	Saprolito	Rastrojo bajo	30	20	Húmedo Sin afloramiento	Alta pendiente	Edificación Drenaje	Ninguna
27	Deslizamiento	Reactivo	Saprolito	Pastos	30	25	Seco Sin afloramientos	Sobrepastoreo Alta pendiente	Potrero	Ninguna
28	Derrumbe	Activo	Saprolito	Pastos	50	30	Seco Sin afloramientos	Talud Antrópico Sobrecarga en la cresta del talud	Potrero Edificación Acequia	Ninguna
29	Derrumbe	Activo	Saprolito	Pastos	7	4	Húmedo Sin afloramiento	Saturación del terreno	Acequia	Ninguna
30	Derrumbe	Activo	Saprolito	Pastos	10	20	Húmedo Con afloramiento	Saturación del terreno	Acequia	Ninguna
31	Deslizamiento	Activo	Saprolito	Rastrojo bajo	60	55	Húmedo Con afloramiento	Alta pendiente Sobrecarga en la cresta del talud	Drenaje	Ninguna

Continuación Cuadro 119

<b>COD.</b>	<b>TIPO</b>	<b>ESTADO DE LA ACTIVIDAD</b>	<b>MATERIAL FALLADO</b>	<b>COBERTURA Y USOS DEL TERRENO</b>	<b>ANCHO (M<sup>2</sup>)</b>	<b>LARGO (M<sup>2</sup>)</b>	<b>CONTENIDO DE AGUA/AFLORAMIENTOS DE AGUA</b>	<b>FACTORES DE INESTABILIDAD</b>	<b>INFRAESTRUCTURA AFECTADA</b>	<b>MEDIDAS DE CONTROL EXISTENTES</b>
32	Deslizamiento	Inactivo	Saprolito	Plantación	50	100	Seco	Saturación del terreno	Drenaje	Reforestación
33	Grietas	Activo	Saprolito	Pastos	2	300	Seco Sin afloramientos	Sobrepastoreo	Potreros	Ninguna
34	Socavamiento lateral	Activo	Saprolito	Rastrojo alto	10	20	Húmedo Con afloramiento	Perdida de material en la base	Drenaje	Ninguna
35	Deslizamiento	Activo	Saprolito	Pastos	25	40	Húmedo Sin afloramiento	Sobrepastoreo Alta pendiente	Potreros Drenaje	Ninguna

36	Derrumbe	Activo	Saprolito	Pastos	15	30	Seco Sin afloramientos	Alta pendiente	Potreros	Ninguna
37	Derrumbe	Activo	Saprolito	Pastos	15	30	Húmedo Sin afloramiento	Alta pendiente	Potreros	Ninguna
38	Derrumbe	Activo	Saprolito	Pastos	40	50	eco Sin afloramientos	Alta pendiente	Potrero	Ninguna
39	Derrumbe	Activo	Saprolito	Cultivos	20	40	Seco Sin afloramientos	Talud Antrópico Alta pendiente Sobrecarga en la cresta del talud	Edificaciones Carretera	Ninguna
40	Derrumbe	Activo	Saprolito	Pastos	20	40	Seco Sin afloramientos	Talud Antrópico Sobrecarga en la cresta del talud	Carretera	Ninguna
41	Derrumbe	Activo	Saprolito	Cultivos			Húmedo Con afloramiento	Talud Antrópico Alta pendiente	Edificaciones Carretera	Ninguna
42	Cárcava	Activo	Saprolito	Pastos	35	20	Seco Sin afloramientos	Sobrecarga , Alta pendiente	Carreteable Drenaje	Ninguna
43	Derrumbe	Activo	Saprolito	Pastos	10	15	Seco Sin afloramientos	Talud Antrópico	Carreteable Drenaje	Ninguna

## 2.6.5 ANÁLISIS DE SUSCEPTIBILIDAD A LOS PROCESOS EROSIVOS

En cuanto a los deslizamientos de menores dimensiones puede señalarse que se trata en general deslizamientos de carácter tanto rotacional como traslacional que afectan de manera similar todas las unidades geomorfológicas. La ocurrencia de este tipo de movimiento se relaciona principalmente con la presencia de pastos en áreas de moderada a alta pendiente sobre las cuales se aprecia algún desarrollo de suelo.

Los deslizamientos ocurren pero sus rasgos distintivos son rápidamente enmascarados por la vegetación (y en algunos casos por la acción antrópica), que recubre y/o remodela las áreas afectadas y hace difícil su clasificación en términos de la edad relativa (caso de algunos sectores de la parte media y norte de la subcuenca). Este fenómeno es bastante probable en el área estudio dadas las condiciones climáticas. Esto implicaría que se requieren muestreos temporales de mayor frecuencia y/o estudios de campo más detallados para lograr observar la dinámica de las vertientes.

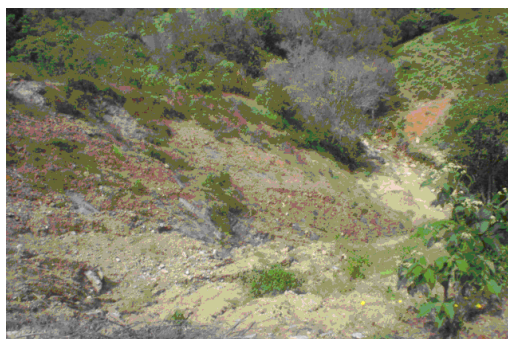
Se presentan periodos de alta intensidad en la ocurrencia de deslizamientos precedidos por periodos de baja actividad. Precisar dicha afirmación requeriría de estudios de

campo mucho más detallados para determinar edades relativas de los deslizamientos. Por lo observado en campo se estaría en una fase de poca actividad.

Según la interpretación de los resultados de los mapas y de los trabajos de campo se puede notar que del total de la superficie de la cuenca, el 33 % de ella presenta una alta amenaza de sufrir deslizamientos.

Estas áreas se encuentran localizadas básicamente en la parte alta, (vereda Santa Elena) media y norte de la subcuenca, coincidentes con zonas de cobertura con pastos y áreas donde la formación superficial corresponde a la formación arenosa y la arcillosa. Otra área con porcentaje importante de procesos erosivos dentro de la cuenca se pudo definir como los sucedidos en la interfase suelo residual-roca (Formación rocosa). En su gran mayoría observados a lo largo del corredor vial que comunica a Popayán con el departamento del Huila (Ver Foto 36 a 39).

Foto 36. Procesos erosivos afectando vías dentro de la subcuenca



Las áreas correspondientes a amenaza moderada representan el 35 % de la subcuenca y están localizadas básicamente en las zonas de menor degradación, en los sectores noroccidental y suroccidental y porción media de la subcuenca.

Foto 37. Sector de la parte baja de la subcuenca con amenaza baja por procesos de remoción en masa.



Foto 38. Sectores con posibilidad de activación y/o inicio de procesos erosivos.



Foto 39. Sectores con posibilidad de activación y/o inicio de procesos erosivos



El área de amenaza baja representada por un 32 % está localizada en la parte occidental cerca al caso urbano de

Popayán, en las áreas de menor pendiente (Ver Mapa 24).

### *2.6.5.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS MOVIMIENTOS DE LADERA*

Al realizar el procesamiento de la información recopilada en la fase de campo, utilizando las variables Tipo de movimiento de ladera y Estado de la actividad, se obtienen los siguientes resultados.

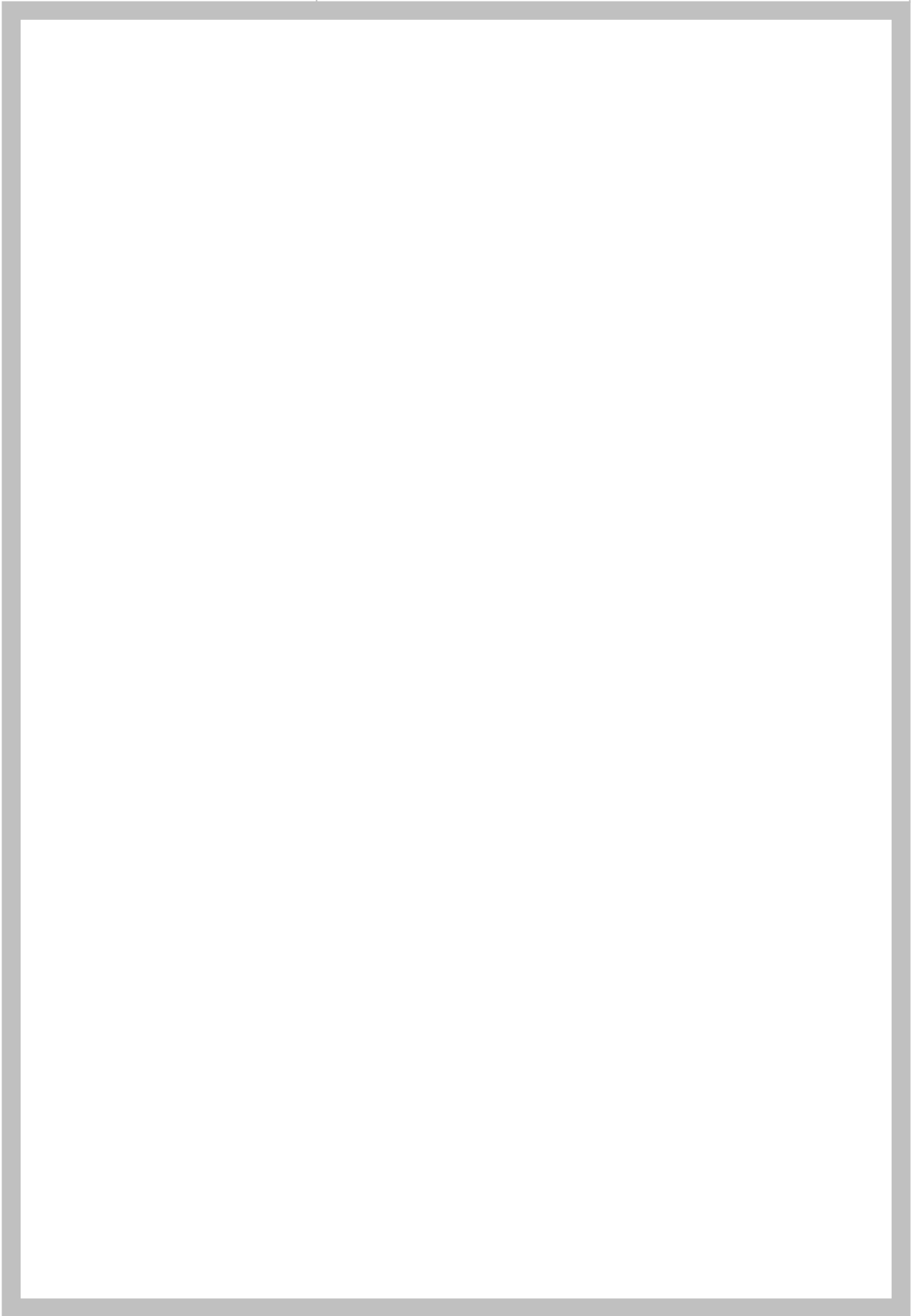
#### **Tipo de movimiento de ladera**

En los movimientos de ladera se encontraron Deslizamientos, Derrumbes, Cárcavas, Grietas y Socavamientos laterales. La estadística muestra que de 43 movimientos, 15 corresponden a Deslizamientos (35%), 1 a Socavamiento lateral (2%), 3 a Cárcavas (7%), 23 a Derrumbes (54%) y 1 a Grieta (2%).

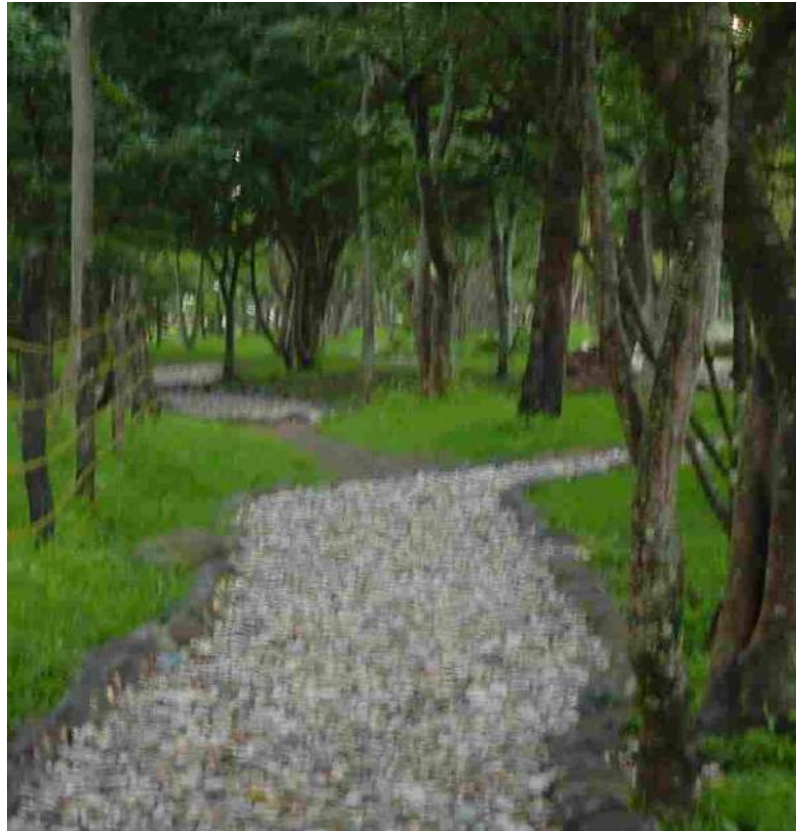
#### **Estado de la actividad**

El reconocimiento de la actividad de los movimientos de ladera y la descripción de su distribución temporal indica que 33 son Activos y 7 Inactivos y 3 Reactivos.









## **III. PROSPECTIVA**

### 3. PROSPECTIVA

#### VISION DEL PLAN

La subcuenca Río Molino-Qda. Pubús se encuentra ordenada y en constante planificación bajo procesos institucionales y comunitarios que la posicionan como modelo integral de desarrollo regional, fundamentado en la sostenibilidad ambiental y equidad social. Los Ríos Molino, Ejido y Qda. Pubús se han consolidado no solo como fuentes abastecedoras de acueductos sino también como espacios paisajísticos articuladores de dinámicas socioambientales rurales y urbanas.

#### INTRODUCCIÓN

Dentro del Plan de ordenación y Manejo, la Prospectiva constituye la etapa que permite analizar, prever, construir, explicar y orientar anticipadamente, futuros posibles y deseables que los pobladores identifican en la subcuenca Río Molino y la Qda. Pubús, visión que se encuentra demarcada por el contexto sociocultural en el cual se han desarrollado. Teniendo en cuenta que el deseo de este documento fue acercarse a esta visión de futuro de la

forma mas real posible, se definió como eje central el enfoque participativo materializado en convocatorias amplias a una serie de talleres desarrollados bajo un criterio de zonificación del trabajo en la subcuenca, que permitieron integrar los conceptos y formas de ver la vida tanto de habitantes

del sector rural como urbano a través del diálogo y la reflexión.

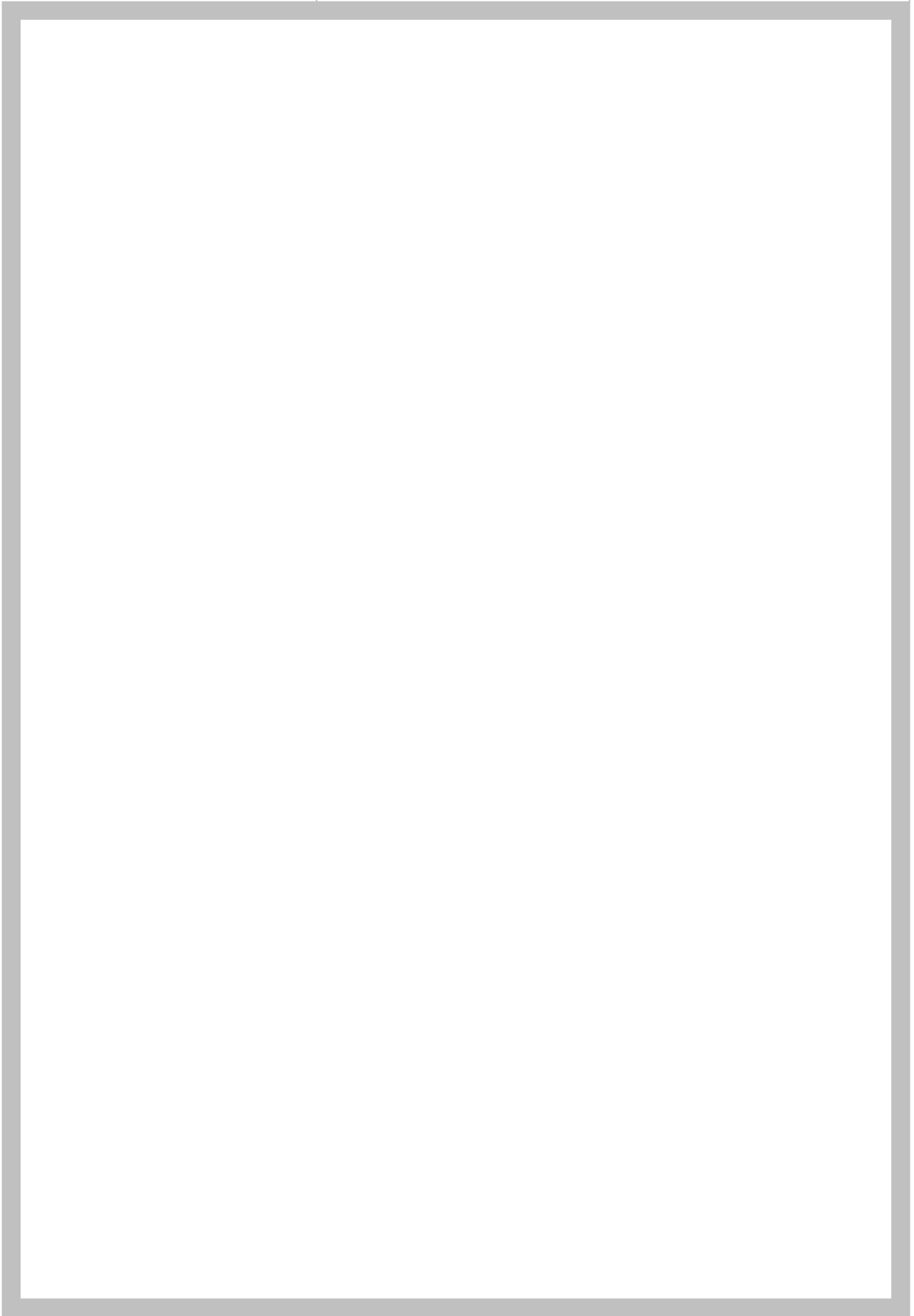
Al mismo tiempo se resaltó la importancia de dicha etapa como instrumento que permite diseñar propuestas alternativas de ocupación con el fin de solucionar los conflictos identificados en el diagnostico, aportando de esta forma a la formulación de estrategias para la toma de decisiones.

Metodológicamente, la etapa prospectiva se abordó a través del Análisis Estructural, el cual permitió no solo identificar la problemática existente en cada uno de los sectores de la subcuenca, sino interrelacionarla y priorizar acciones teniendo en cuenta criterios tanto técnicos como comunitarios, arrojando los resultados que se presentan en los ítems de

zonificación del trabajo, descripción y aplicación del método y prospectiva de la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús, diferenciando entre el contexto rural y el urbano.



# **EVALUACIÓN DE TIERRAS Y ZONIFICACIÓN AMBIENTAL**



### 3.1 EVALUACIÓN DE TIERRAS Y ZONIFICACIÓN AMBIENTAL

#### 3.1.1 MÉTODOS EVALUACIÓN DE TIERRAS O APTITUD DE USO DE LOS SUELOS

Esta evaluación es la valoración de la explotación de la tierra cuando se cultiva con propósitos específicos, por lo tanto ofrece una base racional para tomar decisiones relativas a su uso basadas en análisis de las relaciones entre la utilización de la tierra y la tierra misma. (FAO 1976).

Utilizar óptimamente la tierra es una de las prioridades en la actualidad, dado el rápido crecimiento demográfico que aunado a la explotación urbana, conlleva a restringir el área para la agricultura.

El principal objeto de la evaluación de tierras es seleccionar el mejor uso posible para cada unidad de tierra definida, teniendo en cuenta consideraciones de carácter físico y socioeconómico así como la conservación de los recursos ambientales para su uso futuro.

Se utilizó la metodología de evaluación de tierras de FAO (1976), la cual se desglosa en tres fases:

- Planificación
- Reconocimiento de campo y

- Preparación de resultados

Cada una de estas fases tiene a su vez tres tipos de estudios a saber:

- Estudios relacionados con la tierra
- Estudios relacionados con el uso de la tierra

- Estudios que implican relaciones entre la tierra y su uso.

Dentro del proceso metodológico del Plan de Manejo como insumo para la planificación del desarrollo, la evaluación de tierras constituye un vínculo entre los reconocimientos básicos de recursos y la adopción de decisiones sobre la planificación y ordenamiento del uso de la tierra.

##### *3.1.1.1 ESTRUCTURA DE LA CLASIFICACIÓN DE APTITUD*

Se conocen tres categorías de generalización decreciente: Orden, Clase y Subclase de aptitud de uso, las cuales se detallan a continuación:

##### *ÓRDENES DE APTITUD*

Los órdenes de aptitud de los suelos indican si una tierra se ha evaluado



como apta para el uso objeto del estudio. Existen dos órdenes representados por las letras A, N.

❖ **Orden A (Apta).**

Definido como la tierra que en el uso sostenido de la clase objeto de estudio se espera que rinda beneficios que justifiquen los insumos sin riesgos inaceptables de peligro para los recursos tierra.

### Orden N (No apta).

Definida como las tierras que poseen cualidades que parecen impedir un uso sostenido de la clase objeto de examen.

Las tierras pueden clasificarse no aptas para un uso determinado por diferentes razones. Puede ocurrir que el uso propuesto sea técnicamente impracticable, tal como es el caso del riego de tierras escarpadas, o que provoque una grave degradación ambiental del cultivo en laderas escarpadas. Frecuentemente, la razón es de tipo económico por que el valor de los beneficios esperados no justifican los costos de los insumos que serían necesarios utilizar.

### CLASES DE APTITUD

Las clases de aptitud de las tierras reflejan grados de adaptabilidad. Estas se enumeran consecutivamente mediante cifras arábicas en grado descendente de aptitud dentro del orden. Con arreglo al orden A, el número de clases no se especifica. Ejemplo, podría haber solo dos. A1 y A2. El número de clases reconocidas deberá mantener un mínimo necesario para satisfacer los objetivos interpretativos; cinco es probablemente el número mas elevado que se utilice.

En el caso que se reconozcan tres clases dentro del orden A, con frecuencia se recomienda, los siguientes nombres y definiciones pueden ser apropiados en una clasificación cualitativa:

- **Clase A1 (altamente apta):** tierras que no tienen limitaciones señaladas para la aplicación sostenida de un uso determinado, o solo con limitaciones de menor cuantía que no reducirán significativamente la producción o los beneficios ni harán elevar los insumos por encima del nivel aceptable.
- **Clase A2 (moderadamente apta):** tierras con limitaciones que en conjunto son moderadamente graves para la aplicación sostenida de un uso determinado. Las limitaciones pueden reducir la productividad o los beneficios y aumentar los insumos necesarios hasta el grado que las ventajas globales obtenidas del uso adoptado si bien todavía son atractivas, serán apreciablemente inferiores a las esperadas de las tierras de la clase A1.
- **Clase A3 (marginamente apta):** tierras con limitaciones que en conjunto son graves para la

aplicación sostenida de un uso determinado y que reducirán la productividad o los beneficios o incrementara los insumos necesarios en tal medida que estos desembolsos quedaran solo marginalmente justificados.

Con relación al Orden No Apto se deben definir las siguientes clases:

- **Clase N1 (actualmente No apta):** tierra con limitaciones que pueden ser superadas con el tiempo pero que no pueden ser corregidas con los conocimientos existentes a costos normalmente aceptables. Las limitaciones son tan severas que impiden una aplicación exitosa y sostenida del tipo de utilización de tierra asignado.

**Clase N2 (permanentemente No apta):** tierra con limitaciones tan severas que impiden toda posibilidad de aplicación exitosa y sostenida de un modo determinado.

▪ **Clase NR (no relevante):** tierra que no ha sido evaluada para un tipo determinado de uso debido a que la aplicación de tal uso se ve impedida por las condiciones iniciales de evaluación.

### ***SUBCLASES DE APTITUD***

Las subclases se establecen a partir de la clase de aptitud, por ejemplo, moderadamente apta A2e, indican la clase de limitación las variables condicionantes que para este caso se refiere a la profundidad efectiva y se simboliza de la siguiente manera:

- e= limitación por erosión
- h= limitación por humedad edáfica
- s= limitación por profundidad efectiva
- c= limitación por clima (Determinada por la temperatura y precipitación).
- v = limitación por vientos fuertes
- p= limitación por pendiente
- f = limitación por fertilidad
- q= limitación por propiedades químicas (ej: pH)
- d = limitación por drenaje natural

- l= limitación por heladas esporádicas
- a= áreas destinadas a sistemas de producción
- r= áreas destinadas a la recuperación y protección.

### ***3.1.1.2 PROCEDIMIENTO EMPLEADO PARA LA EVALUACIÓN DE TIERRAS***

La primera etapa corresponde al levantamiento de suelos y a los estudios agroclimatológicos, los resultados fueron mapificados y sirvieron de base para la evaluación. Las unidades de tierra en este caso corresponden a unidades cartográficas del estudio de suelos, a cada una de las cuales se le determinaron las características que debían utilizarse para evaluar la aptitud de uso de la tierra.

En la segunda etapa se hizo la descripción de los diferentes tipos de uso, teniendo en cuenta insumos y productos. Estos tipos de usos se seleccionaron a partir del estudio de cobertura y uso actual del suelo, de los resultados de talleres de diagnóstico participativo realizados en las veredas de la subcuenca, así como

de entrevistas con habitantes de la zona.

También se determinaron las cualidades para el uso de la tierra, es decir, las propiedades de la tierra que fueron favorables y/o desfavorables para cada tipo de utilización, a partir de un análisis cuidadoso de la información suministrado por agricultores de la zona y datos de la literatura.

El grado de aptitud desde el punto de vista ecológico (Clima, relieve, suelos, etc) para un tipo de utilización (TU) específico (Cultivo), fue determinado con base en los requerimientos que la literatura cita como óptimos para que dicho cultivo tenga alta producción. A partir de estos rangos de requerimientos óptimos, se fue aumentando o disminuyendo su valor determinando si era altamente apto (A1), moderadamente apto (A2), marginalmente apto (A3), no apto condicionalmente (Nc) o no apto definitivamente (N).

Las características y/o cualidades de tierra corresponden a las diferentes condiciones de clima, propiedades físicas y químicas, de manejo y conservación que cada unidad cartográfica presenta en la subcuenca.

Dentro de esta metodología es necesario tener en cuenta que el término tierra comprende todos los

aspectos del medio ambiente importantes para el crecimiento de las plantas: clima, relieve, suelo, erosión, etc, mientras que el concepto de características de la tierra (Precipitación, temperatura, gradiente, textura, pH, etc) hace referencia a los atributos que pueden ser medidos o estimados y que influyen de una manera particular sobre su comportamiento para un uso específico.

Dentro del procedimiento seguido en esta metodología, las características se seleccionaron a partir del estudio detallado de suelos realizado y del estudio de los requerimientos de los usos agrícolas y pecuarios que se hicieron para la subcuenca.

Algunos de los mejoramientos incluidos, se basan en la introducción de nuevos tipos de utilización (cultivos), que implican ampliar la investigación y la adaptación de nuevas tecnologías, así como la inversión de capital para llevar a cabo una labor conjunta entre los organismos de fomento y desarrollo agropecuario de Popayán.

### *3.1.1.3 IDENTIFICACIÓN DE LOS TIPOS DE UTILIZACIÓN DE LAS TIERRAS (TUT)*

El concepto de tipo de utilización de la tierra se refiere a un uso específico actual o alternativas de uso y está descrito, para este estudio, en términos de cultivo y manejo.

Los tipos de utilización de la tierra, (TUT) para la subcuenca fueron seleccionados a partir de talleres veredales de diagnóstico participativo, entrevistas a agricultores del área y captura de información a través de formatos que fueron diligenciados por los habitantes de la zona.

Se incluyeron nuevos tipos de utilización, con el fin de evaluar sus posibilidades dentro de cultivos potenciales. Una vez estudiados los tipos de utilización, se analizaron los aspectos físicos de las unidades de tierra mapeadas (unidades cartográficas), que influyen en el comportamiento de dichos tipos de utilización. A partir de este análisis, se seleccionaron características climáticas, edáficas, de manejo y conservación que tipifican y califican a cada unidad de tierra. Esta relación de características, obedece al hecho de que todas ellas ocurren o afectan en algún grado a cada una de las unidades de tierra mapificadas.

### **3.1.2 EVALUACIÓN DE LAS TIERRAS O APTITUD DE USO DE LOS SUELOS**

La evaluación de tierras comprende tanto la identificación de los usos actuales y sus limitaciones originadas en el desconocimiento o falta de adecuación del terreno a sus propiedades físico-químicas naturales que permitan elegir los cultivos y métodos de producción de manera acertada, como también proyectar los posibles usos de suelo que aún no se encuentran en la subcuenca pero que son los más adecuados teniendo en cuenta la vocación del suelo.

A continuación se presentan estos dos análisis que permitirán a los productores orientar sus actividades productivas con un enfoque real y adecuado a las condiciones del terreno en el cual se encuentran.

#### ***3.1.2.1 CONFRONTACIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS DE LOS TIPOS DE UTILIZACIÓN ACTUAL DE LAS TIERRAS CON LA OFERTA NATURAL DE LOS SUELOS***

El Cuadro 120 resume los tipos actuales de utilización de las tierras

por unidades de paisaje de la subcuenca, relacionándolos con aspectos que se han explicado anteriormente como propiedades físico-químicas (Oferta natural), el requerimiento del cultivo y las recomendaciones de acuerdo a la aptitud de uso del suelo.

Cuadro 120. Requerimientos de los Tipos actuales de utilización de tierras con la oferta natural de los suelos.

UNIDADES CARTOGRÁFICAS Y CLIMA	OFERTA NATURAL	TUT (Tipo de Utilización de Terra)	REQUERIMIENTOS DEL CULTIVO	CONCLUSIONES	CATEGORIA DE APTITUD DE USO
CLIMA: tierras de clima frío húmedo  UNIDAD: LPACb1	<u>Perfil representativo: P1</u>  Ph = 5.44 Texturas= arenoso franco Drenaje natural = bien drenado Temperatura= 15°C Profundidad efectiva = profundo Altitud= 2310 msnm Clima= Frío y Húmedo Fertilidad= Moderada Relieve = Ligeramente ondulado	CULTIVO DE PASTO KUKUYO	pH = 5.5 a 6.5 Texturas= Franco arcillosas a arenosa franco. Drenaje natural = Bien drenado Temperatura = de 10°C a 16°C Profundidad efectiva = Superficial a moderadamente profundo Altitud = 2400 a 3000 msnm Clima = Frío y húmedo a muy frío y húmedo. Fertilidad = Moderada a alta Relieve = Plano a fuertemente ondulado.	Las características de los suelos presentan alta correspondencia con los requerimientos del cultivo del pasto kikuyo.	Altamente apta (A1)
CLIMA: tierras de clima frío húmedo  UNIDAD: LPACd1	<u>Perfil representativo: P2</u>  pH = 5.92 Texturas= Franco arenosa Drenaje natural = Bien drenado Temperatura= 13°C Profundidad efectiva = Moderadamente profundo Altitud= 2300 msnm Clima= Frío y Húmedo Fertilidad= Alta Relieve = Quebrado	CULTIVO DE PASTO KUKUYO	pH = 5.5 a 6.5 Texturas= Franco arcillosas a arenosa franco. Drenaje natural = Bien drenado Temperatura = de 10°C a 16°C Profundidad efectiva = Superficial a moderadamente profundo Altitud = 2400 a 3000 msnm Clima = Frío y húmedo a muy frío y húmedo. Fertilidad = Moderada a alta Relieve = Plano a fuertemente ondulado.	Los suelos presentan alta correspondencia con los requerimientos del cultivo del pasto kikuyo, se presenta una leve limitación permanente por las formas del terreno ya que son de relieve quebrado lo cual amerita especial atención en el diseño o tipo de explotación ganadera para que el recurso suelo no se deteriore.	Altamente apta/Moderadamnte apta limitada por pendiente (A1/A2p)
CLIMA: tierras de clima frío húmedo  UNIDAD: LPACd,4	<u>Perfil representativo: P3</u>  pH = 5.82 Texturas= Arenoso franco Drenaje natural = Bien drenado Temperatura= 17°C	CULTIVO DE PASTO KUKUYO	pH = 5.5 a 6.5 Texturas= Franco arcillosas a arenosa franco. Drenaje natural = Bien drenado Temperatura = de 10°C a 16°C Profundidad efectiva = Superficial a	Los suelos presentan alta correspondencia con los requerimientos del cultivo del pasto kikuyo, se presenta una leve limitación permanente por las formas del terreno ya que son	Altamente apta/Moderadamnte apta limitada por pendiente (A1/A2p)



	Profundidad efectiva = Profundo Altitud= 2676 msnm Clima= Frío y Pluvial Fertilidad= Alta Relieve = Quebrado		moderadamente profundo Altitud = 2400 a 3000 msnm Clima = Frío y húmedo a muy frío y húmedo. Fertilidad = Moderada a alta Relieve = Plano a fuertemente ondulado.	de relieve quebrado lo cual amerita especial atención en el diseño o tipo de explotación ganadera para que el recurso suelo no se deteriore.	
--	---	--	---	--	--

Continuación Cuadro 120.

UNIDADES CARTOGRÁFICAS Y CLIMA	OFERTA NATURAL	TUT (Tipo de Utilización de Terra)	REQUERIMIENTOS DEL CULTIVO	CONCLUSIONES	CATEGORIA DE APITUD DE USO
CLIMA: tierras de clima frío húmedo  UNIDAD: LPACb1	<u>Perfil representativo : 4</u>  Ph = 5,69 Texturas= Arenosa franco Drenaje natural = Excesivo Temperatura= 8°C Profundidad efectiva = Profundo Altitud= 2684 msnm Clima= Frío y pluvial Fertilidad=Moderada Relieve = Ligeramente ondulado	CULTIVO DE PASTO KUKUYO	pH = 5.5 a 6.5 Texturas= Franco arcillosas a arenosa franco. Drenaje natural = Bien drenado Temperatura = de 10°C a 16°C Profundidad efectiva = Superficial a moderadamente profundo Altitud = 2400 a 3000 msnm Clima = Frío y húmedo a muy frío y húmedo. Fertilidad = Moderada a alta Relieve = Plano a fuertemente ondulado.	Las características de los suelos presentan alta correspondencia con los requerimientos del cultivo del pasto kikuyo.	Altamente apta (A1)
CLIMA: tierras de clima frío húmedo  LEMLf3,4	<u>Perfil representativo : 5</u>  Ph = 6.0 Texturas= Arenosos Franco Drenaje natural = Bien drenado Temperatura= 14°C Profundidad efectiva = Profundo Altitud= 2702 msnm Clima= Frío y pluvial Fertilidad= Alta Relieve = Fuertemente quebrado	CULTIVO DE PASTO KUKUYO	pH = 5.5 a 6.5 Texturas= Franco arcillosas a arenosa franco. Drenaje natural = Bien drenado Temperatura = de 10°C a 16°C Profundidad efectiva = Superficial a moderadamente profundo Altitud = 2400 a 3000 msnm Clima = Frío y húmedo a muy frío y húmedo. Fertilidad = Moderada a alta Relieve = Plano a fuertemente ondulado.	Los suelos de estas unidades, presentan alta correspondencia con los requerimientos del cultivo de pasto kikuyo en lo que respecta al pH, drenaje natural, profundidad efectiva, altitud, con serias limitaciones permanentes por pendiente ya que son áreas con relieves fuertemente quebrado que amerita el diseño de sistemas de producción ganadera apropiados para estas zonas.	Marginalmente apta, limitada por pendiente (A3p)
CLIMA: tierras de clima frío húmedo	<u>Perfil representativo : 6</u>  Ph = 5,57 Texturas= Arenosa franco	CULTIVO DE PASTO KUKUYO	pH = 5.5 a 6.5 Texturas= Franco arcillosas a arenosa franco. Drenaje natural = Bien drenado	Las características de los suelos presentan alta correspondencia con los requerimientos del cultivo del pasto kikuyo.	Altamente apta (A1)

<p>UNIDAD: LPACc1</p>	<p>Drenaje natural = Bueno                  Temperatura= 10°C                  Profundidad efectiva = Profundo                  Altitud= 2710 msnm                  Clima= Frío y pluvial                  Fertilidad= Moderada                  Relieve = ligeramente plano</p>		<p>Temperatura = de 10°C a 16°C                  Profundidad efectiva = Superficial a moderadamente profundo                  Altitud = 2400 a 3000 msnm                  Clima = Frío y húmedo a muy frío y húmedo.                  Fertilidad = Moderada a alta                  Relieve = Plano a fuertemente ondulado.</p>		
-----------------------	--	--	---	--	--

Continuación Cuadro 120

UNIDADES CARTOGRÁFICAS Y CLIMA	OFERTA NATURAL	TUT (Tipo de Utilización de Terra)	REQUERIMIENTOS DEL CULTIVO	CONCLUSIONES	CATEGORIA DE APITUD DE USO
CLIMA: tierras de clima templado húmedo  UNIDAD: TDVDa1	<u>Perfil representativo :7</u>  pH = 5,47 Texturas= Arenoso franco Drenaje natural = Bien drenado Temperatura= 11C Profundidad efectiva = Profundo Altitud= 2500msnm Clima= Frío y pluvial Fertilidad= Alta Relieve = ligeramente plano	CULTIVO DE PASTO KUKUYO	pH = 5.5 a 6.5 Texturas= Franco arcillosas a arenosa franco. Drenaje natural = Bien drenado Temperatura = de 10°C a 16°C Profundidad efectiva = Superficial a moderadamente profundo Altitud = 2400 a 3000 msnm Clima = Frío y húmedo a muy frío y húmedo. Fertilidad = Moderada a alta Relieve = Plano a fuertemente ondulado.	Las características de los suelos presentan alta correspondencia con los requerimientos del cultivo del pasto kikuyo.	Altamente apta (A1)
CLIMA: tierras de clima frío húmedo.  LEMLb3,4	<u>Perfil representativo 8</u>  Ph = 5,6 Texturas= Arenoso franco Drenaje natural = Bien drenado Temperatura= 22°C Profundidad efectiva = Profundo Altitud= 1980 msnm Clima= Tierras de clima de transición a medio húmedo. Fertilidad= Moderada Relieve = Ligeramente plano	PASTO GRAMA	pH = 5.2 A 6.5 Texturas= Francos a franco arcillosas Drenaje natural= Bien drenado Temperatura = de 16°C a 22°C Profundidad efectiva = Superficial a moderadamente profundos Altitud = 1200 a 1700 msnm Clima = Templado Fertilidad = Alta Relieve = Plano a fuertemente ondulado.	Los suelos presentan alta correspondencia con los requerimientos del cultivo en los parámetros de pH, textura, drenaje natura, con leves limitaciones de fertilidad y moderada limitación permanente por altura y clima.	Altamente apta / Moderadamente apta, limitada por pendiente y clima (A1/A2pc)
CLIMA: tierras de clima frío húmedo.  UNIDAD: LEMLf3,4	<u>Perfil representativo:9</u>  pH = 5.41 Texturas= Franco arenosa Drenaje natural = Excesivo Temperatura= 21°C Profundidad efectiva = superficial limitada por presencia de fragmentos	PASTO GRAMA	pH = 5.2 A 6.5 Texturas= Francos a franco arcillosas Drenaje natural= Bien drenado Temperatura = de 16°C a 22°C Profundidad efectiva = Superficial a moderadamente profundos Altitud = 1200 a 1700 msnm Clima = Templado Fertilidad = Alta	Los suelos que se distribuyen en esta unidad, presentan alta correspondencia con las características de pH, textura, profundidad efectiva, drenaje natural, con serias limitaciones por fertilidad lo cual se requiere de la incorporación de altos volúmenes de nutrientes al suelo	Marginalmente apta, limitada por pendiente, fertilidad y clima (A3pfc)

	<p>rocosos.          Altitud= 2020 msnm          Clima= Tierras de clima de transición a medio húmedo.          Fertilidad= Baja          Relieve = Escarpado</p>		<p>Relieve = Plano a fuertemente ondulado.</p>	<p>para mejorar los niveles de rendimiento en el sistema productivo y mantener las condiciones naturales del suelo, así como de temperatura y altura. Presenta fuertes limitaciones permanentes por el grado de pendiente ya que son terrenos escarpados.</p>	
--	---	--	--	---	--

Continuación Cuadro 120

UNIDADES CARTOGRÁFICAS Y CLIMA	OFERTA NATURAL	TUT (Tipo de Utilización de Terra)	REQUERIMIENTOS DEL CULTIVO	CONCLUSIONES	CATEGORIA DE APITUD DE USO
<p>CLIMA: tierras templadas húmedas            UNIDAD: TVLCb1</p>	<p><u>Perfil representativo:10</u>            pH= 5.18            Texturas= Franco arenosa            Drenaje natural = Bien drenado            Temperatura= 18°C            Profundidad efectiva = Profundo            Altitud= 2010 msnm            Clima= Frío y Húmedo            Fertilidad= Moderada            Relieve = Ligeramente ondulado</p>	<p>PASTO MICAY</p>	<p>pH = 5.2 A 6.5            Texturas= Francos a franco arcillosas            Drenaje natural= Bien drenado            Temperatura = de 16°C a 22°C            Profundidad efectiva = Superficial a moderadamente profundos            Altitud = 1200 a 1700 msnm            Clima = Templado            Fertilidad = Alta            Relieve = Plano a fuertemente ondulado.</p>	<p>Las características de los suelos presentan alta correspondencia con los requerimientos del cultivo del pasto micay.</p>	<p>Altamente apta (A1)</p>
<p>CLIMA: tierras templadas húmedas            UNIDAD: TVLCE1,2,3</p>	<p><u>Perfil representativo:11</u>            pH= 5.01            Texturas= Franco arenosa            Drenaje natural= Bien drenado            Temperatura= 11°C            Profundidad efectiva= Moderadamente profundo            Altitud= 2007 msnm            Clima= Frío y Húmedo            Fertilidad= Moderada</p>	<p>PASTO MICAY</p>	<p>pH = 5.2 A 6.5            Texturas= Francos a franco arcillosas            Drenaje natural= Bien drenado            Temperatura = de 16°C a 22°C            Profundidad efectiva = Superficial a moderadamente profundos            Altitud = 1200 a 1700 msnm            Clima = Templado            Fertilidad = Alta            Relieve = Plano a fuertemente ondulado.</p>	<p>Los suelos de esta unidad, presentan correspondencia con el pH, la textura, relieve, con limitaciones leves de fertilidad, limitaciones severas permanentes de temperatura y altitud.</p>	<p>Moderadamente apta, limitada por clima y es un área destinada a sistemas productivos (A2ca)</p>

	Relieve= Fuertemente ondulado				
CLIMA: tierras de clima templado húmedo  UNIDAD: TVLCC1,2	<u>Perfil representativo:12</u>  pH= 5.94 Texturas= Arenoso franco Drenaje natural = Bien drenado Temperatura= 14°C Profundidad efectiva = Profundo Altitud= 2020 msnm Clima= Frío y húmedo Fertilidad= Alta Relieve= Ondulado	PASTO MICAY	pH = 5.2 A 6.5 Texturas= Francos a franco arcillosas Drenaje natural= Bien drenado Temperatura = de 16°C a 22°C Profundidad efectiva = Superficial a moderadamente profundos Altitud = 1200 a 1700 msnm Clima = Templado Fertilidad = Alta Relieve = Plano a fuertemente ondulado.	Los suelos de esta unidad, presentan correspondencia con el pH, la textura, relieve, fertilidad, limitaciones moderadas permanentes de temperatura y altitud.	Área moderadamente apta, limitada por XXX y es un área destinada a sistemas de producción (A2ta)

Continuación Cuadro 120

UNIDADES CARTOGRÁFICAS Y CLIMA	OFERTA NATURAL	TUT (Tipo de Utilización de Terra)	REQUERIMIENTOS DEL CULTIVO	CONCLUSIONES	CATEGORIA DE APITUD DE USO
CLIMA: tierras de clima templado húmedo  UNIDAD: TEMLd1,2	<u>Perfil representativo: 13</u> pH= 5.52 Texturas= Franco arenosa Drenaje natural = Bien drenado Temperatura= 18°C Profundidad efectiva = Moderadamente profundo Altitud= 2110 msnm Clima= Frío y húmedo Fertilidad= Alta Relieve= fuertemente ondulado	PASTO MICAY	pH = 5.2 A 6.5 Texturas= Francos a franco arcillosas Drenaje natural= Bien drenado Temperatura = de 16°C a 22°C Profundidad efectiva = Superficial a moderadamente profundos Altitud = 1200 a 1700 msnm Clima = Templado Fertilidad = Alta Relieve = Plano a fuertemente ondulado.	Los suelos de esta unidad, presentan correspondencia con el pH, la textura, relieve, fertilidad, limitaciones moderadas permanentes de altitud.	Área moderadamente apta, destinada a sistemas de producción (A2a)
CLIMA: tierras en clima templado húmedo.  UNIDAD: TPATa	<u>Perfil representativo: 16</u> pH= 5,21 Texturas= Franco arenosa Drenaje natural = Moderadamente drenado Temperatura= 12°C Profundidad efectiva: Profundo Altitud= 1710 msnm Clima= Medio subhúmedo Fertilidad= Baja Relieve= Ligeramente plano	PASTO GRAMA	pH = 5.2 A 6.5 Texturas= Francos a franco arcillosas Drenaje natural= Bien drenado Temperatura = de 16°C a 22°C Profundidad efectiva = Superficial a moderadamente profundos Altitud = 1200 a 1700 msnm Clima = Templado Fertilidad = Alta Relieve = Plano a fuertemente ondulado.	En la unidad se distribuyen suelos que presentan alta correspondencia con los requerimientos del pasto tipo grama en lo que respecta a pH, temperatura, altura, profundidad efectiva, con limitaciones severas de drenaje natural, son suelos mal drenados, y con baja fertilidad lo cual requiere de la incorporación de altos contenidos de nutrientes al suelos para lograr mejores rendimientos y mantener las condiciones favorables del importante recurso natural como es el suelo.	Área marginalmente apta, limitada por fertilidad y drenaje natural (A3fd)

### *3.1.2.2 DESCRIPCIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS DE LOS TIPOS DE UTILIZACIÓN POTENCIAL.*

Para elaborar un análisis mas acertado de evaluación de tierras de la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús, se hizo una revisión de literatura sobre los requerimientos de suelo y clima de cada uno de los tipos de utilización de tierras identificados en el área de estudio incluyendo otros que podrían ser promisorios, de acuerdo a investigaciones realizadas por instituciones afines.

En síntesis los requerimientos edafoclimáticos para algunos cultivos promisorios para la subcuenca se presentan en el Cuadro 121 y se explican con mayor detalle a continuación:

#### **Cultivo de arveja**

Es un cultivo de clima templado y algo húmedo. La planta se hiela con temperaturas por debajo de 3 ó 4 °C bajo cero. La planta de arveja detiene su crecimiento cuando las temperaturas empiezan a ser menores de 5 ó 7 °C. El desarrollo vegetativo tiene su óptimo de crecimiento con temperaturas comprendidas entre 16 y 20 °C, estando el mínimo entre 6 y 10 °C y el máximo en más de 35 °C. Si la temperatura es muy elevada la

planta vegeta bastante mal. Necesita ventilación y luminosidad para que veje bien.

La arveja obtiene el mejor desarrollo en los rangos altitudinales de los 1500 a 2000 msnm.

La arveja va bien en los suelos ligeros de textura silíceo-limosa. En los suelos calizos puede presentar síntomas de clorosis y las semillas suelen ser duras.

Prospera mal en los suelos demasiado húmedos y en los excesivamente arcillosos; agradece la humedad del suelo, pero no en exceso. El pH que mejor le va está comprendido entre 6 y 7.

Este cultivo en óptimas condiciones de humedad del suelo necesita pocos riegos. No necesita mucha humedad y los riegos han de ser moderados.

Cuando se riega por gravedad, antes de la siembra, es necesario dar un riego para que el suelo tenga humedad suficiente cuando reciba la semilla.

Al ser un cultivo de relleno y poco exigente en materia orgánica no es conveniente estercolar. Es también poco exigente en abonos minerales. Es aconsejable echar antes de la siembra unos 25 gramos por metro cuadrado de abono completo 8-15-15.



En riego por gravedad, después de cada riego pueden aplicarse unos dos gramos por metro cuadrado de nitrógeno, no rebasando la dosis de 10 gramos de N.

### **Cultivo de manzano**

Responde bien a la fertilización con macro-elementos aplicados al suelo es necesario realizar en sus diferentes estados fenológicos para reponer lo extraído por la cosecha y la poda. La aplicación de esta tecnología se debe hacer previo un análisis de suelo tomando en cuenta los rangos de

Cuadro 121. Tipos de Utilización de Tierras (TUT) actual y potencial de la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús.

REGIMEN CLIMÁTICO	UNIDAD CARTOGRÁFICA	TUT – ACTUAL IDENTIFICADOS	OTROS TUT - POTENCIALES
FRÍO HUMEDO	LPACd3,4	Pasto Kikuyo, Bosque secundario, rastrojo	Manzano, Pero, Ciruelo, Durazno.
	LPACc1	Pasto Kikuyo, Bosque secundario, rastrojo	Manzano, Pero, Ciruelo, Durazno.
	LEMLf3,4	Pasto Kikuyo, Bosque secundario, rastrojo	Bosque de conservación.
	LPACb2	Pasto Kikuyo, Bosque secundario, rastrojo, Durazno, Mora, Papa, Cebolla larga, Tomate de árbol	Pastos mejorados, pastos de corte, Plantas aromáticas y medicinales, Arveja, Fríjol de enredo, Leucaena, Hortalizas, Granadilla, Lulo, Agricultura confinada, Reforestación comercial,
	LPACb1	Pasto Kikuyo, Bosque secundario, rastrojo	Manzano, Pero, Ciruelo, Durazno.
	LPACd1	Pasto Kikuyo, Bosque secundario, rastrojo, Durazno, Mora, Papa, Cebolla larga, Tomate de árbol	Pastos mejorados, Pastos de corte, Plantas aromáticas y medicinales, Fresa, Reforestación comercial.
	LEMLb1	Pasto grama.	Pasto mejorado, Higuierilla, Citronella, Arborización protectora de porte bajo.
	LEMLf2,3,4	Pasto micay, Rastrojo.	Pasto mejorado, Arborización protectora de porte bajo
TEMPLADO HÚMEDO	TDVda1	Pasto Kikuyo, Bosque secundario, rastrojo	Manzano, Pero, Ciruelo, Durazno.
	TVLCb1	Pasto grama, Pasto micay, Plantas medicinales, Arborización comercial, Bosque protector, Rastrojos, Plátano, Caña.	Pastos mejorados, Pastos de corte, Reforestación comercial, Aguacate, Maíz blanco.
	TVLce1,2,3	Pasto grama, Pasto micay, Bosque protector, Rastrojos.	Pastos mejorados, Pastos de corte, Arborización protectora.
	TVLCc1	Pasto Bosque protector, Reforestación comercial.	Pastos mejorados, Tomate de árbol, Brevo, Mora, Maíz blanco.
	TEMcd1,2	Pasto grama, pasto gordura, fríjol de enredo, Piña, Yuca, Café, Plátano, Cítricos, Rastrojos.	Bosque protector, Pastos mejorados, Pastos de corte. Aguacate,
	TVLCd1	Café tradicional, Café caturra, Plátano, Pasto	Cítricos, Pastos mejorados.

		grama, Yuca, Caña.	
	TVLCc2	Café tradicional, Café caturra, Plátano, Pasto grama, Yuca, Caña, Aguacate.	Cítricos, Pastos mejorados.
	TPATa	Pasto grama.	Zona urbana
	TPAPa	Rastrojo	Zona urbana

producción de fruta, la edad de la planta con los niveles de fertilización 120-45-150 kg/ha de NPK respectivamente.

Los requerimientos mínimos del cultivo son los siguientes:

- *Altitud:* 2600 - 3000 msnm
- *Precipitación:* 450 - 600 mm/año
- *Temperatura:* 12 - 14 °C
- *Tipos de suelos:* adaptación en arenosos y franco arenosos con pH neutro
- *Topografía:* plano a ondulada

### **Cultivo de durazno**

Frutal de zona templada no muy resistente al frío. Sufre a temperaturas por debajo de los -15 °C. En floración a -3 °C sufre daños graves. Requiere de 400 a 800 horas-frío y los nuevos cultivares requieren incluso menos. La falta de frío puede ser un problema si la elección varietal es errónea. Las heladas tardías pueden afectarle. Es una especie ávida de luz y la requiere para conferirle calidad al fruto. Sin embargo el tronco sufre con excesiva insolación, por lo que habrá que encalar o realizar una poda adecuada.

Los diferentes patrones le permiten cualquier tipo de suelo, aunque prefiere suelos frescos, profundos, de pH moderado, nunca muy calizo y arenosos o al menos con buen

drenaje. Necesita riegos continuos para obtener los calibres adecuados.

### **Cultivo de maíz**

El maíz requiere una temperatura de 25 a 30°C. Requiere bastante incidencia de luz solar y en aquellos climas húmedos su rendimiento es más bajo. Para que se produzca la germinación en la semilla la temperatura debe situarse entre los 15 a 20°C. El maíz llega a soportar temperaturas mínimas de hasta 8°C y a partir de los 30°C pueden aparecer problemas serios debido a mala absorción de nutrientes minerales y agua. Para la fructificación se requieren temperaturas de 20 a 32°C.

El maíz se adapta muy bien a todos tipos de suelo pero suelos con pH entre 6 a 7 son a los que mejor se adaptan. También requieren suelos profundos, ricos en materia orgánica, con buena circulación del drenaje para no producir encharques que originen asfixia radicular.

### **Cultivo de fresas**

La planta de fresa es termo y fotoperiódica, o sea que su crecimiento depende de las condiciones de luz y temperatura. Las altas temperaturas y los días largos (más de doce horas de luz) provocan

crecimiento vegetativo excesivo; las bajas temperaturas y días cortos inducen floración. La zona apta para producción de fruta se ubica entre los 1.300 y 2.000 m.

En condiciones, donde todos los días tiene menos de 12 horas de luz, el factor determinante para producir fruta, es la temperatura óptima que en promedio de 14 °C, pero se adapta bien entre los 10 y 20 °C.

Como la planta de fresa tiene un sistema radical que en un 80% ó más se ubica en los primeros 15 cm del suelo, los suelos para el cultivo de fresa no tienen que ser

muy profundos; deben ser livianos, preferiblemente arenosos y con muy buen drenaje. Los suelos volcánicos con buen contenido de materia orgánica, se comportan en buena forma para este cultivo. En pH debe estar entre 5,5 a 6,5 y el suelo debe tener buena fertilidad.

### **Cultivo de papa**

La papa criolla se da entre los 1.800 y los 3.200 m.s.n.m., siendo óptimas para su cultivo las alturas comprendidas entre los 2.300 y los 2.800 m.s.n.m., lo que equivale a un rango de temperatura promedio de 10° a 20° C. Requiere, además, una precipitación promedio de 900 mm de lluvia al año; sin embargo, el cultivo se desarrolla bien con precipitaciones superiores.

El mejor suelo para su cultivo es aquel que presenta una textura franca, suelta y profunda que evite la acumulación de humedad en la raíz, con una pendiente máxima del 30%, un pH entre 5.2 y 5.9 y altos contenidos de materia orgánica. La papa criolla no se produce bien en terrenos húmedos o encharcados.

### **Cultivo de pitaya**

De acuerdo con la experiencia que en la práctica han adquirido los

productores de esta fruta, las zonas adecuadas para su cultivo están entre 1.400 y 1.700 msnm, con temperaturas que fluctúan entre 14°C y 26°C.

Otras condiciones óptimas que se han identificado son una precipitación de 1.500 a 2.000 mm por año y un sombrío de 40% a 60% (en lugar de alta luminosidad, como se creía inicialmente), junto con un suelo de textura suelta con un pH entre 5.5 y 6.5, con altos contenidos de materia orgánica y pendiente del 50%. Cabe anotar, sin embargo, que estas condiciones pueden variar ligeramente entre las diferentes zonas altitudinales. Por tratarse de una planta que en su estado silvestre crece trepando por árboles, piedras o muros, el cultivo comercial de la pitaya requiere un sistema de tutorado.

Las plantaciones pueden llegar a tener una vida útil superior a los 10 años, dependiendo de las condiciones agroclimáticas y del manejo que se dé al cultivo. La producción se inicia a partir del segundo año de establecido el cultivo, con un promedio de 3 a 4 frutos por planta y aumenta continuamente hasta el quinto o sexto años cuando alcanza una producción promedio de 4.5 kg. por planta, lo cual, para una densidad de siembra recomendada de 2.200 plantas por hectárea, representa una productividad aproximada de 10 toneladas por hectárea. Las

condiciones óptimas para el cultivo de pitaya\*

- *Altitud:* 1.400 - 1.700 msnm
- *Temperatura:* 14 °C - 26 °C
- *Precipitación:* 1.500 - 2.000 mm/año
- pH: 5.5 - 6.5
- *Sombrío:* 40% a 60%
- *Pendiente:* 50%
- Suelos con alto contenido de materia orgánica
- Tutorado

### Cultivo de ulluco

Es uno de los cultivos más extendidos en los Andes y en el Perú está en continua ampliación. Se le cultiva desde las zonas medias de los Andes hasta los 4,000 m.s.n.m. Es muy poco susceptible a enfermedades, con excepción de la virosis. Su período de cultivo varía de 5 a 8 meses, según las variedades, y en las zonas altas utiliza hasta 9 meses. La producción promedio está entre los 5 y 9 t/ha. El tubérculo se puede guardar durante varios meses en la sombra.

### Cultivo del café

*Coffea arabica* es una especie de las tierras altas con un período de floración que es marcadamente susceptible al exceso de tiempo lluvioso. Las plantas continúan su desarrollo vegetativo durante la temporada seca, pero entran en plena floración dentro de unos cuantos días o semanas después de que se ha iniciado la temporada de lluvias. Más o menos el 60% del gasto requerido en la producción de café, lo constituye el costo de la recolección de las cerezas; consecuentemente, una sola cosecha anual como la que se podría obtener en las áreas que tienen una temporada húmeda, es menos costosa para el productor, que dos cosechas anuales en aquellas áreas que tienen dos períodos cortos de lluvia.

El café se cultiva en lugares con una precipitación que varía desde los 750 mm anuales (7.500 m<sup>3</sup>/ha) hasta 3000 mm (30.000 m<sup>3</sup>/ha), si bien el mejor café se produce en aquellas áreas que se encuentran en altitudes de 1200 a 1700 metros, donde la precipitación pluvial anual es de 2000 a 3000 mm y la temperatura media anual es de 16° a 22°. Pero aún más importante es la distribución de esta precipitación en función del ciclo de la planta. Podemos decir que el cultivo requiere una lluvia (o riego) abundante y uniformemente distribuida desde comienzos de la floración hasta finales del verano (noviembre – septiembre) para favorecer el

desarrollo del fruto y de la madera. En otoño sin embargo es conveniente un período de sequía que induzca la floración del año siguiente.

*Coffea canephora* es nativa de altitudes bastantes bajas y de las regiones más húmedas de la Costa Occidental de África, lo cual debe dar cierta indicación en cuanto a sus exigencia climáticas. El mejor café robusta de Tanzania se produce a una elevación de 1200 m con una lluvia anual distribuida uniformemente y de más o menos 3000 mm, con temperaturas que varían entre un mínimo de 17° C hasta un máximo de 27 °C en el año.

El café prospera en un suelo profundo, bien drenado, que no sea ni demasiado ligero ni demasiado pesado. Los limos volcánicos son ideales. La reacción del suelo debe ser más bien ácida. Una variación del pH de 4,2-5,1 se considera lo mejor para el café arábigo en Brasil y para café robusta en el África Oriental.

Además, la respuesta fotosintética y síntesis bioquímica de la planta se ve muy influida por el período climático del año. Así los diferentes niveles de clorofilas, carotenóides, etc., se ven modificados en función de las temperaturas, de la intensidad luminosa (Damatta et al, 1997).



### **Pasto kikuyo**

Aunque no se tiene mucha información sobre el pasto Kikuyo, los rendimientos agronómicos de la pradera son evidentemente mayores al aplicar fertilización orgánico-mineral bajo el sistema de labranza mínima, rendimientos justificados por la adecuada relación aire: humedad que propició una mejor absorción de nutrientes.

La respuesta bromatológica del kikuyo a la aplicación de fuentes de nitrógeno orgánico-mineral es positiva y más notoria en la medida en que el fertilizante se incorpora en el horizonte agrícola mediante labranza mínima.

Los niveles de nitratos en el pasto son mínimos y no representan un riesgo para el consumo animal, debido a que la tasa de formación de estos compuestos en el suelo que sobrepasa la tasa de asimilación de la planta.

### **Cultivo de aromáticas y medicinales**

El cultivo de medicinales tiene éxito en todos los tipos de terreno ricos en materia orgánica, bien drenados, sueltos, silíceos arcillosos, ligeramente ácidos, con texturas francas a franco arcillosas, arenosas e incluso en lugares áridos. Los mejores resultados, tanto cualitativos como

cuantitativos, se obtienen en las zonas frías.

Los mayores rendimientos en aceite esencial, tanto cuantitativamente como cualitativamente, se obtienen en zonas bien soleadas y cuya altitud no sea excesiva.

### **Cultivo de tomate de árbol**

El tomate de árbol requiere de suelos muy ricos en materia orgánica (3 a 5%), por ello se deberán aportar dependiendo de las condiciones de fertilidad entre 30-60 m<sup>3</sup> de materia orgánica bien descompuesta por ha, adicionando además 25 sacos de bioway para controlar problemas de nemátodos y hongos del suelo.

En lo referente a fertilización se deberá evitar excesos de nitrógeno que provocan en las plantas susceptibilidad al ataque de plagas y enfermedades.

Se ha encontrado que el cultivo extrae importantes cantidades de magnesio y calcio por lo que resulta clave manejar estos dos elementos, sin descuidar a los microelementos como el manganeso, zinc, boro y hierro entre otros, por lo que resulta recomendable utilizar fertilizantes foliares ecológicos como el llamado max foliar.

### **Cultivo de feijoa**

Como especie subtropical y caducifolia, es tolerante a las heladas. En condiciones tropicales no florece tan abundantemente como en las zonas donde el invierno es frío y seco. Se puede adelantar la floración con el riego, pero los botones florales deben estar ya desarrollados. Entre la floración y fructificación trascurren de 10 a 20 días. La fructificación es muy corta y la cosecha no pasa de dos semanas.

### **Cultivo del aguacate**

El aguacate puede cultivarse desde el nivel del mar hasta los 2.500 msnm; sin embargo, su cultivo se recomienda en altitudes entre 800 y 2.500 m, para evitar problemas con enfermedades, principalmente de las raíces.

La temperatura y la precipitación son los dos factores de mayor incidencia en el desarrollo del cultivo.

En lo que respecta a la temperatura, las variedades tienen un comportamiento diferente de acuerdo a la raza. La raza antillana es poco resistente al frío, mientras que las variedades de la raza guatemalteca son más resistentes y las mejicanas las que presentan la mayor tolerancia al frío.

En cuanto a precipitación, se considera que 1.200 mm anuales bien distribuidos son suficientes. Sequías prolongadas provocan la caída de las hojas, lo que reduce el rendimiento; el exceso de precipitación durante la floración y la fructificación, reduce la producción y provoca la caída del fruto.

El terreno destinado al cultivo debe contar con buena protección natural contra el viento o en su ausencia, establecer una barrera cortavientos preferentemente un año antes del establecimiento de la plantación. El viento produce daño, rotura de ramas, caída del fruto, especialmente cuando están pequeños. También, cuando el viento es muy seco durante la floración, reduce el número de flores polinizadas y por consiguiente de frutos.

El exceso de humedad relativa puede ocasionar el desarrollo de algas o líquenes sobre el tallo, ramas y hojas o enfermedades fúngicas que afectan el follaje, la floración, la polinización y el desarrollo de los frutos. Un ambiente muy seco provoca la muerte del polen con efectos negativos sobre la fecundación y con ello la formación de menor número de frutos.

Los suelos más recomendados son los de textura ligera, profundos, bien drenados con un pH neutro o ligeramente ácidos (5,5 a 7), pero puede cultivarse en suelos arcillosos o

franco arcillosos siempre que exista un buen drenaje, pues el exceso de humedad propicia un medio adecuado para el desarrollo de enfermedades de la raíz, fisiológicas como la asfixia radical y fúngicas como fitoptora.

### *3.1.2.3 DETERMINACIÓN DE LOS TIPOS DE UTILIZACIÓN CON LA VOCACIÓN DE LOS SUELOS*

La armonización representa la esencia de la fase interpretativa en el procedimiento de evaluación de tierras y se basa en la relación funcional que existe entre las cualidades de la tierra, las posibilidades de mejoramiento de éstas y los requisitos de uso de las mismas. La armonización es la confrontación de los requisitos físicos de los cultivos específicos con las condiciones de la tierra para dar una calificación de aptitud de acuerdo a las categorías señaladas anteriormente.

Los resultados o la interpretación de dicha armonización, se presentan en el Cuadro 122 y 123.

Cuadro 122. Determinación de la aptitud de uso de los suelos en clima frío húmedo de la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús

APTITUD DE USO Y MANEJO		UNIDADES CARTOGRÁFICAS EN CLIMA FRÍO HUMEDO							
		LPACd 3,4	LPAC b1	LPA Cc1	LEMLf 3,4	LPACd 1	LPACb 2	LEMLb1	LEMLf 2,3,4
TUT ACTUAL	Pasto kikuyo	A1/A2p	A1	A1	A3p	A1/A2p	A1	A2cf	A3pcf
	Pasto micay	A3c	A1	A3c	A3cp	A2pc	A3c	A2f	A3pf
	Pasto gordura	A3c	A2c	A3c	A3cp	A2pc	A3c	A2f	A3pf
	Pasto grama	A3c	A2c	A3c	A3cp	A2pc	A3c	A2f	A3pf
	Bosque de protección	A2a	A3a	A3a	A1	A2a	A3a	A2a	A1
	Mora	A3cl	A1	A3cl	A3cp	A2p	A3cl	A3cf	N
	Papa	A1/A2e pl	A1/A2 el	A1/A 2el	A3pl	A1/A2p el	A1/A2e l	N	N
	Arveja	A3cv	A1	A3cv	A3plv	A1	A3cv	A3cf	N
	Durazno	A1	A2c	A1	A3cpl	A2c	A1	N	N
	Hortalizas	A3c	A1	A3c	A3cp	A1	A3c	A3f	N
	Tomate de árbol	A3cl	A2c	A3cl	A3pl	A2c	A3cl	A3cf	N
	Plantas aromáticas y medicinales	A1/A2l p	A1	A1/A 2l	A3p	A1	A1/A2l	A3f	N
	Plátano	N	A2c	N	N	A2c	N	A2c	N
	Caña	N	A2c	N	N	A2c	N	A2c	N
	Yuca	N	A2c	N	N	A2ce	N	A2f	N
Café	N	A2c	N	N	A2c	N	A2f	A3/Npfs	
Cítricos	N	A2c	N	N	A2c	N	A2f	A3/Npfs	
Aguacate	A3c	A2c	A3c	A3cp	A2c	A3c	A2f	A3/Npfs	
TUT POTENCIAL	Reforestación comercial	A1/A2e p	A1	A1/A 2e	A2/A3e p	A1	A1/A2e	A1	A2fqs
	Manzano	A1	A3c	A1	A2/A3p	A3c	A1	N	N
	Ciruelo	A1	A3c	A1	A2/A3p	A3c	A1	N	N
	Pero	A1	A3c	A1	A2/A3p	A3c	A1	N	N
	Tomate de mesa	N	A3c	N	N	A3c	N	A2/A3cf	N
	Pasto mejorado	A1	A1	A1	A2/A3p	A1	A1	A1	A3f
	Pasto de corte	A2/A3c p	A1	A2/A 3c	A3cp	A1	A2/A3c	A1	N
	Leucana	A1	A1	A1	A2/A3p	A1	A1	A3c	A3pcf
	Maíz blanco	A2/A3c p	A1	A2/A 3c	A3cp	A2p	A2/A3c	A2f	A3/Npf
	Higuerilla	A2/A3c p	A2c	A2/A 3c	A3cp	A2c	A2/A3c	A1	A3pf
	Citronella	A2/A3c p	A2c	A2/A 3c	A3cp	A2c	A2/A3c	A1	A3/Npf

Los suelos que se distribuyen en las unidades de clima frío y húmedo, son aptos (A1) para el establecimiento y desarrollo los sistemas de pasturas, especialmente el pasto kikuyo, frutales como el manzano, el pero, ciruelo, duraznos, pastos

mejorados, en áreas de menor pendiente. No prosperan los cultivos propios de clima templado como el tomate de mesa, el plátano, la yuca, el café, la caña, los cítricos, considerándose áreas no aptas (N). Presentan estas áreas, aptitud moderada a severa (A2/A3) para el crecimiento y desarrollo de pastos de corte, la leucaena, maíz blanco, citronella, por condiciones de clima (c) y pendiente (p). Con serias limitaciones (A3) ó aptitud marginal para los cultivos de tomate de árbol, arveja, la mora, pasto micay, pasto gordura, hortalizas, por factores de clima (c) y vientos fuertes (l). Para las actividades de reforestación comercial, son suelos con aptitud apta a moderada, (A1/A2), con algunas limitaciones de susceptibilidad a la erosión, pendiente (p).

Cuadro 123. Determinación de la aptitud de uso de los suelos en clima templado húmedo de la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús

APTITUD DE USO Y MANEJO		UNIDADES CARTOGRÁFICAS EN CLIMA TEMPLADO HÚMEDO								
		TDVda1	TVLCb1	TVLce1,2,3	LVLCC1	TEMcd1,2	TVLCd1	TVLCc2	TPATa	TPAPa
TUT ACTUAL	Pasto kikuyo	A3hr	A2f	A2ca	A1/A2cp	A1/A2p	A1/A2cp	A2c	A3cfq	A3cfq
	Pasto micay	A3cr	A2c	A2cp	A2p	A2cp	A2p	A1	A3cfq	A3cfq
	Pasto gordura	A3cr	A2c	A2cp	A2p	A2cp	A2p	A1	A3cfq	A3cfq
	Pasto grama	A3cr	A2c	A2cp	A2p	A2cp	A2p	A1	A3cfq	A3fd
	Bosque de protección	A1	A3a	A2a	A3a	A2a	A3a	A3a	A3a	A3a
	Mora	N	A1	A3p	A2cp	A2p	A2cp	A2c	A2c	A2cfq
	Papa	N	A1/A2el	A3epl	A3cp	A3pe	A3cp	A3c	A3cfq	A3cfq
	Arveja	N	A1	A2p	A2cp	A2p	A2cp	A2c	A2c	A2cfq
	Durazno	A2/A3rh	A2c	A2pc	A3c	A2cp	A3c	A3c	A3cfq	A3cfq
	Hortalizas	N	A1	A2p	A2p	A2p	A2p	A1	A3cfq	A3cfq
	Tomate de árbol	A2/A3rh	A2c	A2pc	Acp	A2cp	Acp	A2c	A2cfq	A2cfq
	Plantas aromáticas y medicinales	A3r	A1	A2p	A2cp	A2p	A2cp	A2c	A2cfq	A2cfq
	Plátano	N	A2c	A2pc	A1	A2cp	A1	A1	A2cfq	A2cfq
	Caña	N	A2c	A2pc	A1	A2cp	A1	A1	A2cfq	A2cfq
	Yuca	N	A2c	A2pce	A1	A2cp	A1	A1	A2cfq	A2cfq
	Café	N	A2c	A2pc	A1	A2cp	A1	A1	A2cfq	A2cfq
Cítricos	N	A2c	A2pc	A1	A2cp	A1	A1	A2cfq	A2cfq	
Aguacate	A3rc	A2c	A2pc	A1	A2cp	A1	A1	A2cfq	A2cfq	
TUT POTENCIAL	Reforestación comercial	A2r	A1	A2p	A1	A2p	A1	A1	A2fq	A2fqs
	Manzano	A2/A3hr	A3c	A3c	N	A3c	N	N	N	N
	Ciruelo	A2/A3hr	A3c	A3c	N	A3c	N	N	N	N
	Pero	A2/A3hr	A3c	A3c	N	A3c	N	N	N	N
	Tomate de mesa	N	A3c	A3c	A1/A2p	A3c	A1/A2p	A1	A1/A2f	A1/A2fs
	Pasto mejorado	A2/A3pre	A1	A2p	A1	A2p	A1	A1	A2f	A2/A3f
Pasto de corte	A3rc	A1	A2p	A1	A2p	A1	A1	A2f	A2/A3	

										f
	Leucana	A2/A3pr e	A1	A2/A3p	A3c	A2p	A3c	A3c	A3cf	A3cf
	Maíz blanco	A3rc	A1	A2/A3p	A1	A2p	A1	A1	A2f	A2/A3 f
	Higuerilla	A3rc	A2c	A2pc	A1	A2cp	A1	A1	A2f	A2/A3 f
	Citronella	A3rc	A2c	A2pc	A1	A2cp	A1	A1	A2f	A2/A3 f

Los suelos que se distribuyen en las áreas de clima templado húmedo, son altamente aptos (A1) para los cultivos de pastos mejorados, pastos de corte, maíz blanco, higuerilla, citronella, plátano, caña, yuca, café, aguacate, reforestación comercial; Con limitaciones moderadas (A2) para la arveja, hortalizas, plantas medicinales, la mora, por condiciones de clima, en algunos casos por pendiente (p), así como características de los suelos (s) con altos contenidos de aluminio que pueden llegar a ser fitotóxicos para los cultivos. Son áreas marginalmente aptas(A3), para el cultivo de leucaena, la papa, por clima (c). Así mismo, no son aptas (N) para los cultivos de frutales caducifolios como el pero, manzano, ciruelo y el durazno.

### 3.1.3 ZONIFICACIÓN AMBIENTAL

La zonificación ambiental de la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús se soporta en las siguientes categorías y usos respectivos (Ver Mapa 25):

#### 3.1.3.1 AREAS PARA LA PRESERVACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES

Comprende zonas de gran importancia ecológica y cultural que están siendo presionadas antrópicamente y que por sus condiciones de ubicación, deterioro y fragilidad deben ser reservadas para permitir una adecuada conservación y sustentabilidad de la biodiversidad. La tipología y ubicación de estas zonas se describe a continuación:

#### Zonas con capacidad de uso del suelo VIII

Comprende la faja ribereña del río Molino desde la parte media de la subcuenca en la vereda Santa Bárbara, hasta su desembocadura en el río Cauca. Son áreas de laderas escarpadas, pendientes cortas poco disectadas, con cobertura en su mayor parte de rastrojo de porte mediano y alto y pasto natural por sectores.

Esta zona se debe preservar para garantizar la estabilización de los

suelos, evitar los procesos erosivos, deslizamientos, mantener la recarga hídrica, el refugio de la vida silvestre.

- *Uso principal:* preservación de los recursos naturales en especial la cobertura boscosa, el recurso suelo y el agua.
- *Uso Compatible:* aislamiento para regeneración natural.
- *Uso Condicionado:* arborización, investigación controlada.
- *Uso Prohibido:* ganadería extensiva, agricultura intensiva, infraestructura vial, construcciones de vivienda, explotación minera.

#### Zonas con erosión severa

Son todas aquellas zonas con procesos de erosión severa, como deslizamientos, remoción en masa activos, hundimientos, en pendientes que van desde moderadas a abruptas. Se encuentran con escasa vegetación, los suelos presentan texturas finas, superficiales, muy plásticos, alta retención de humedad, poca infiltración. En la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús son frecuentes en la parte media, en las veredas Hogar, Sendero, Santa Elena y Santa Bárbara.

- *Uso principal:* preservación de los recursos naturales en especial la

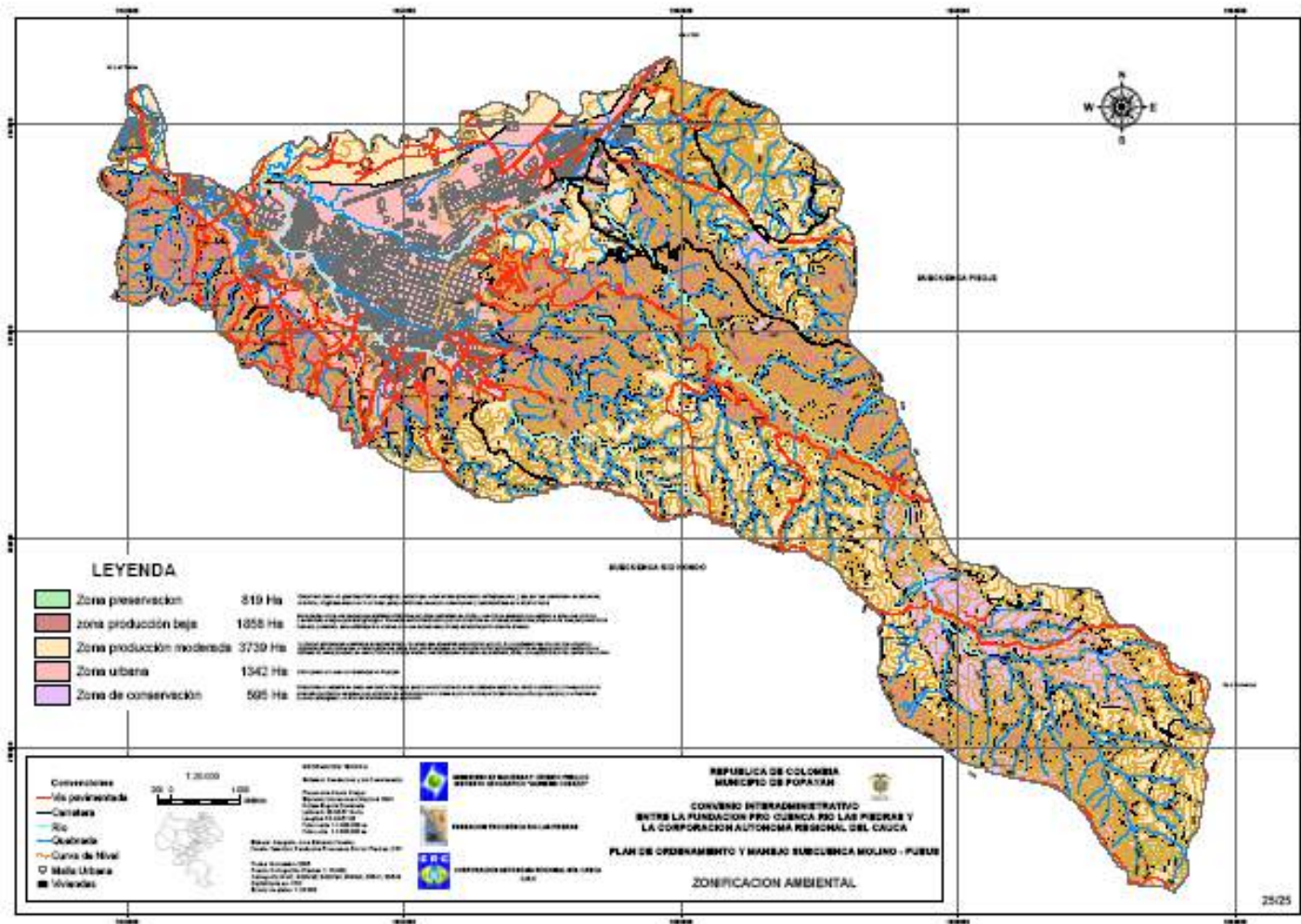
cobertura vegetal, el recurso suelo y el agua.

- *Uso Compatible:* investigación controlada, restauración, medidas de control biomecánico, aislamiento.
  
- *Uso Condicionado:* reforestación.

*Uso Prohibido:* ganadería extensiva, agricultura intensiva, infraestructura vial, construcción de vivienda, extracción de materiales.



Mapa 25 Zonificación ambiental



### Zonas de bosque natural

Se incluye en esta categoría las áreas que actualmente se encuentran con cobertura de bosque poco intervenido, son ecosistemas estratégicos por ser reguladores del sistema hídrico, prestan protección a los suelos y son el hábitat para muchas especies de fauna. La presión que se ejerce sobre los mismos fragmenta los procesos de intercambio genético, afectando la biodiversidad. Se distribuyen a manera de pequeños relictos a lo largo y ancho de la subcuenca, encontrándose con mayor extensión en su parte alta.

Su finalidad exclusiva es la protección de suelos, aguas, flora, fauna, diversidad biológica, recursos genéticos u otros recursos naturales renovables.

- *Uso principal:* preservación de los recursos naturales en especial la cobertura boscosa, el recurso suelo, agua y la reserva genética.
- *Uso Compatible:* aislamiento
- *Uso Condicionado:* investigación controlada, extracción de subproductos tales como semillas, ingredientes medicinales.
- *Uso Prohibido:* extracción de madera, Ganadería de todo tipo, agricultura de todo tipo,

infraestructura vial, construcción de vivienda, quemas, minería, caza.

### Zonas para el aprovisionamiento del recurso hídrico.

Comprende todas las rondas de ríos y quebradas en su margen de 30 metros del eje central y a 100 de diámetro de los nacimientos de agua, así como la cobertura de bosque secundario o rastrojos aún existentes en el borde de los cauces. Su función es la de regular las corrientes superficiales sirviendo como barreras naturales para la prevención de desbordamientos, por lo que en estas zonas deben implementarse acciones orientadas a la protección de la cobertura boscosa existente o la revegetalización de las zonas deforestadas.

Los propietarios actuales de los predios incluidos en esta clasificación, deben mantener y/o recuperar la cobertura vegetal que en muchos casos ha sido reemplazada por potreros u otros sistemas productivos presentando un avanzado estado de deterioro.

- *Uso principal:* preservación de los recursos naturales en especial la cobertura boscosa, el recurso suelo y el agua, reserva genética.
- *Uso Compatible:* aislamiento, revegetalización natural
- *Uso Condicionado:* aprovechamiento de subproductos del bosque, construcción de bocatomas e infraestructura propias del sector.
- *Uso Prohibido:* extracción de madera, ganadería extensiva, agricultura intensiva, infraestructura vial, construcción de viviendas.

### 3.1.3.2 AREAS PARA LA CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES

Comprende el conjunto de zonas con valor estratégico para la conservación del medio ambiente natural, los valores culturales y la recuperación de elementos perdidos o en proceso de deterioro. Se diferencian de las zonas de preservación por la función específica que cumplen, la extensión de las áreas protegidas y el nivel de intervención que presentan. Son áreas con potencial protector productor. La tipología y ubicación de estas zonas se describe a continuación:

#### Zonas con capacidad de uso del suelo VII

Son las áreas en las que se distribuyen suelos con limitaciones mayores para la mayoría de los sistemas productivos comunes de la zona por presentar pendientes escarpadas y fuertemente escarpadas, con suelos superficiales a moderadamente profundos, procesos de erosión. Comprende las áreas escarpadas de las veredas Santa Elena en la parte alta así como las laderas escarpadas de la subcuenca río Molino en las veredas El Hogar, Santa Bárbara, Poblazón.

Estas áreas se deben preservar para que no haya cambios en los ecosistemas por factores externos como la implementación de sistemas productivos. Deben orientarse a garantizar la conservación de sus recursos naturales, regulación hídrica y la vida silvestre.

- *Uso principal:* conservación de los recursos naturales en especial la cobertura boscosa, el recurso suelo y el agua.
- *Uso Compatible:* aislamiento, revegetalización natural.
- *Uso Condicionado:* arborización, investigación controlada.

- *Uso Prohibido:* ganadería extensiva, agricultura intensiva, infraestructura vial, programas de vivienda.

### Zona de especial manejo ambiental

Se ha determinado esta categoría atípica para resaltar la trascendencia que tiene una importante área que corresponde a la geoforma de un Abanico postglacial que presenta formas onduladas, con disecciones poco profundas y pendientes cortas y rectilíneas, geoforma que en su conjunto presenta una pendiente de un 25% en dirección nor-occidente, cubriendo gran parte de las veredas Santa Elena y Poblazón desde la zona alta de la subcuenca. Actualmente con cobertura de pasto kikuyo para ganadería extensiva, bosques protectores y agricultura de subsistencia.

Reviste importancia ya que es una amplia zona compuesta por gruesas capas de cenizas volcánicas con alteraciones a arcillas de colores pardo rojizos en su profundidad, con algún grado de permeabilidad, cubriendo un material rocoso de origen ígneo y metamórfico. Aspectos éstos tales como la formación de un sustrato blando que al saturarse se comporta como un gel, el cual se dispone sobre una superficie dura, con ciento grado de inclinación

y un régimen húmedo, se podría prever en el mediano y largo plazo, dependiendo del manejo de la zona, ciertos eventos que afectarían la estabilidad del área.

Actualmente es evidente en épocas de lluvia, el alto transporte de sedimentos provenientes de la zona en mención, registrando pérdida paulatina de las capas subsuperficiales, ocasionando reacomodamiento de la capas superiores generando procesos de remoción en masa como se observa en la parte media de la subcuenca como también pequeños hundimientos en la parte alta. Factores y procesos que deben ser objeto de una investigación minuciosa para determinar con precisión las dinámicas geomorfológicas de la zona para controlar y evitar posibles desastres naturales.

- *Uso Principal:* investigación de los procesos geomorfológicos; prevención del deterioro ambiental.
- *Uso compatible:* restauración.
- *Uso condicionado:* arborización, obras biomecánicas, agricultura sostenible, ganadería con diseños apropiados para zonas de ladera.
- *Uso prohibido:* construcción de viviendas, apertura de vías, ganadería extensiva, cultivos limpios.

### Áreas para la producción económica

Comprende el conjunto de zonas que por su potencial permiten el desarrollo de actividades económicas, las cuales deben ser practicadas teniendo en cuenta la capacidad y fertilidad de los suelos y la disponibilidad del recurso hídrico.

La tipología y ubicación de estas zonas se describe a continuación:

#### *a. Zonas de producción económica moderada.*

La zona de producción económica moderada incluye las áreas que presentan capacidad de uso II y III exceptuando las áreas de las categorías anteriormente descritas que se interceptan con éstas. Son zonas en donde es necesario realizar un trabajo previo de adecuación del suelo para ser utilizado tal como prácticas de conservación, labranza mínima, con limitaciones menores de pendiente, clima, susceptibilidad de los suelos a la erosión.

Los suelos de esta categoría presentan aptitud alta y moderada para la mayoría de cultivos propios del sector y aptitud baja para ganadería extensiva.

- *Uso principal:* agricultura sostenible. Se debe dedicar como mínimo el 15% del predio para la revegetalización natural para promover la formación de la malla ambiental.

- *Usos compatibles:* proyectos de ganadería con diseños para zonas de ladera, construcción de establecimientos institucionales de tipo rural, granjas para especies menores y vivienda del propietario.

- *Usos condicionados:* reforestación comercial, protectora, protectora productora., minería.

- *Usos prohibidos:* cultivos limpios, sobrepastoreo, loteo con fines de construcción y vivienda, quemas.

#### *b- Áreas de producción económica baja.*

Son aquellas áreas con suelos poco profundos limitados por altos contenidos de arcillas, con relieve quebrado susceptibles a procesos erosivos y de mediana a baja capacidad agrológica.

Presentan serias limitaciones para el desarrollo de sistemas productivos propios de la zona por penetración radicular, pendiente, susceptibilidad a la erosión, excesos de humedad,

drenaje natural imperfectamente drenado.

explotaciones mineras, canteras, usos suburbanos.

Actualmente se encuentran con explotaciones agropecuarias tradicionales con poca rentabilidad, sin tecnología adecuada y bajas condiciones sociales.

Se involucran en esta categoría las tierras de las Clases IV y V descritas en el diagnóstico, exceptuando las áreas de las categorías anteriormente descritas que se interceptan con éstas

- *Uso principal:* agropecuario sostenible. Se debe dedicar como mínimo el 20% del predio para uso forestal protector-productor, para promover la formación de la malla ambiental.
- *Usos compatibles:* agricultura orgánica, restauración de suelos, vivienda del propietario y trabajadores, establecimientos institucionales de tipo rural, granjas para especies menores.
- *Usos condicionados:* invernaderos, granjas porcinas, recreación, vías de comunicación, infraestructura de servicios, parcelaciones rurales con fines de construcción de vivienda campestre, minería, porcicultura.
- *Usos prohibidos:* agricultura mecanizada, ganadería extensiva,



**EL PASADO “Niña Catherine Zambrano”**



**EL PRESENTE “ Niño Yeiko Jimnez”**



**EL FUTURO Niña “Laura Bastidas”**

# **Escenarios prospectivos, Identificación de Problemas y su Priorización**

## 3.2 ESCENARIOS PROSPECTIVOS, IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS Y SU PRIORIZACIÓN

### 3.2.1 METODOLOGIA

Los métodos aplicados para la construcción participativa de los escenarios prospectivos, identificación de problemas y su priorización se compone de dos partes. La primera de ellas representa la distribución espacial del trabajo participativo que en este caso se denomina “zonificación” y la segunda corresponde a la descripción del método aplicado en dicho trabajo participativo, el cual se conoce como “Análisis situacional”. A continuación se describen estos componentes.

#### 3.2.1.1 ZONIFICACIÓN<sup>27</sup> DEL TRABAJO PARTICIPATIVO

La zonificación del trabajo participativo en la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús se hizo necesaria teniendo en cuenta los siguientes propósitos: (1) el eje central del ejercicio es la participación comunitaria, (2) los pobladores deben trabajar considerando la cuenca como unidad de planificación, y (3) las zonas identificadas contienen características

biofísicas y socioeconómicas similares. Estos aspectos permitieron que el ejercicio desarrollado en cada taller tuviera identidad regional y posteriormente se pudiera consolidar una prospectiva común diferenciada en zona rural y urbana, tanto de la subcuenca Río Molino como de la Quebrada Pubús. En este sentido, la zonificación del trabajo resultante fue la siguiente:

- a. *Subcuenca río Molino:* en esta subcuenca existen dos cursos de agua, el río Molino y el río Ejido, que en términos sociales han tejido relaciones particulares con los habitantes, para quienes cada río es una historia de vida diferente. De allí que la zonificación resultante fuera la siguiente:
  - Zona rural, parte Alta del río Molino conformada por las veredas de Santa Elena, Santa Bárbara, Pisojé Alto, Resguardo Indígena de Poblazón.
  - Zona rural, parte media del río Molino conformada por las veredas El Sendero, La Claridad, El Hogar, Pueblillo Alto, Pueblillo Centro, El Arenal, Tres Cruces, Real Pomona, Pomona , entre otras

<sup>1</sup> Se refiere a la división del trabajo por zonas en las subcuencas



- Zona urbana del río Molino, conformada por las comunas 3, 4, 7, 8 y 9
- Zona rural del río Ejido, conformada por las veredas Samanga, Siloé, Tinajas, Montebello, La Paila, Molanga entre otros.
- Zona urbana del río Ejido, conformada por las comunas 5 y 6

**b. Subcuenca Quebrada Pubús:**

- Zona rural, conformada por las veredas Torres, Puelenje, Cajete, El Túnel
- Zona urbana, conformada por los habitantes de la Comuna 7, incluyendo los 13 asentamientos humanos.

**3.2.1.2 DESCRIPCION DEL METODO ANÁLISIS SITUACIONAL<sup>28</sup>**

El método utilizado para desarrollar la Fase Prospectiva fue el análisis estructural, el cual es una técnica que permite visualizar la forma como un elemento (para efectos de este ejercicio, cada problema del área)

<sup>28</sup> Texto adaptado de: Guías para la elaboración de Planes de Manejo. Dirección Técnica UAESPNN, Bogotá Colombia

influye sobre los otros dentro de la realidad (del área) y de esta manera facilita la selección de los problemas claves, es decir aquellos que ejercen la mayor influencia.

Para llegar a la selección se deben cumplir cuatro etapas previas:

- Construcción de escenarios a partir del conocimiento del Diagnóstico
- A partir del Escenario deseado, identificar los problemas
- Detectar la influencia que ejercen unos problemas sobre otros (Análisis de sinergia)
- Determinar cuales son los problemas más sobresalientes (Priorización)

**Construcción de escenarios**

La construcción participativa de los escenarios constituye la oportunidad para que los pobladores reflexionen, discutan y acuerden los diferentes estados que requieren identificarse para planificar una región: (1) el estado actual, reflejo del estado de los recursos naturales y la situación socioeconómica existente, apoyado por el concepto técnico proveniente del Diagnóstico, (2) el estado tendencial, determinado por las consecuencias de la pasividad tanto

institucional como comunitaria para enfrentar los problemas actuales y (3) el estado deseado, en el cual los diferentes actores manifiestan su visión de región y definen las acciones requeridas para cambiar la problemática existente.

En este caso la construcción de estos escenarios se subdividió por componentes (suelo, fauna, flora y socioeconómico), permitiendo que en el estado actual, los diferentes profesionales socializaran los resultados del Diagnóstico y facilitaran a los pobladores orientar la construcción de los escenarios restantes.

La construcción participativa de estos escenarios permitió identificar los problemas por componente y continuar con el análisis de interrelación entre ellos, es decir, el análisis de sinergia entre problemas.

### **Análisis de sinergia entre problemas**

Partiendo de la identificación de la problemática, este análisis define la relación de influencia-dependencia existente entre problemas facilitado mediante la calificación de una matriz que se lee de izquierda hacia arriba. El grado de influencia se analiza con los siguientes valores dependiendo las situaciones encontradas:

0= no hay influencia del problema “x” (de la fila) en el “y” (de la columna).

1= el problema “x” (de la fila) influye de manera leve o indirectamente en el problema “y” (de la columna).

2= el problema “x” (de la fila) influye medianamente en el problema “y” (de la columna).

3= el problema “x” (de la fila) influye de manera directa y fuerte en el problema “y” (de la columna)

La influencia se puede entender como: el grado de afectación directa una situación en la otra. Por ejemplo, la Alta demanda de leña para combustible influye directamente en la deforestación, dado que los pobladores de la subcuenca río Molino cortan los árboles para obtener la leña y por ende se le otorga una calificación de 3, mientras que la Alta demanda de leña para combustible influye indirectamente sobre el establecimiento de cultivos y/o potreros en las márgenes de los ríos, dado que los bosques de galería de la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús son los que ofrecen la leña y para obtenerla debe talarse, liberando espacio para establecer cultivos en las márgenes de los ríos, por ende se le otorga un valor de 1.

Al finalizar el análisis de influencia – dependencia de todos los problemas, se realiza la sumatoria de cada fila y columna, resultado que representa el valor agregado total de influencia y dependencia de cada problema.

Para interpretar el análisis estructural se utiliza una herramienta gráfica que refleja el grado de influencia - dependencia de cada problema en un plano cartesiano (Ver Figura 42) así:

- En una tabla definir para cada problema su pareja (x,y), donde la “x” corresponde a la sumatoria de la columna para ese problema (dependencia), y la “y” corresponde a la sumatoria de la fila para ese problema (influencia).
- Con ayuda de esta gráfica ubicar cada problema en el plano cartesiano así: las “x” ubicarlas en la horizontal y la “y” en el vertical, donde se crucen los dos se ubica un punto con el nombre del problema.
- Una vez ubicados todos los problemas se requiere trazar **la línea media o índice medio** por cada eje del

plano “m”, que permite visualizar cuatro campos de acción e interpretar de una manera más sencilla la información. El índice medio (m) se calcula a partir de la siguiente fórmula:

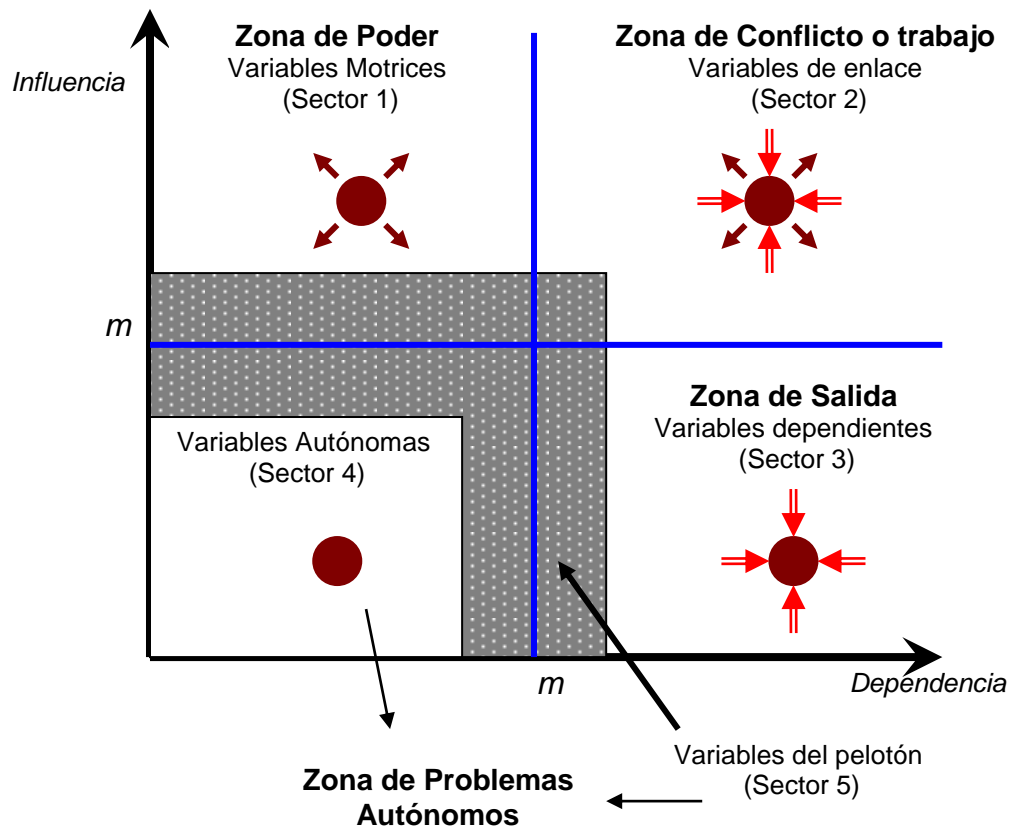
$$m \text{ (eje x) dependencia} = \frac{\sum (\text{valor mas alto eje x} + \text{valor mas bajo eje x})}{2}$$

$$m \text{ (eje y) influencia} = \frac{\sum (\text{valor mas alto eje y} + \text{valor mas bajo eje y})}{2}$$

Luego de trazar las líneas medias “m” por cada eje (x,y), el plano queda dividido en cuatro sectores, los cuales se interpretan de la siguiente manera:

- *Sector 1 – ZONA DE PODER:* problemas muy motrices o muy influyentes y poco dependientes. Son los problemas explicativos que condicionan el resto del sistema, ya que son los mas determinantes en la presencia de los otros problemas o los que lo generan.

Figura 42. Zonas del diagrama de análisis de sinergias entre problemas



- *Sector 2 – ZONA DE CONFLICTO O TRABAJO:* problemas a la vez muy motrices o influyentes y muy dependientes. Son los problemas de enlace inestables por naturaleza. En efecto, cualquier acción sobre estos problemas repercutirá sobre los otros y tendrá un efecto “boomerang” sobre ellos mismos que amplificará o desactivará el impulso inicial.
- *Sector 3 – ZONA DE SALIDA:* problemas poco motrices y muy dependientes. Son problemas resultantes cuya evolución se explica por los problemas de los sectores 1 y 2.
- *Sector 4 – ZONA DE PROBLEMAS AUTONOMOS:* problemas poco motrices y poco dependientes (próximos al origen). Estos problemas constituyen tendencias fuertes o factores relativamente autónomos; no son determinantes de cara al futuro, por tanto no son los prioritarios para el manejo.
- *Sector 5 – Franja para estudiar o monitorear.* Problemas medianamente motrices o dependientes. Nada se puede decir a priori de estos problemas donde se ubican las denominadas

variables del “pelotón”. Es importante analizarlos mas para poder determinar el tratamiento

### Priorización de problemas

Con los resultados del ejercicio anterior se listan los problemas de atención prioritaria que son todos los ubicados en la zona de poder y la zona de conflicto.

Todos los problemas seleccionados son de atención prioritaria para el manejo, solo que con fines de ordenar la gestión del área es importante jerarquizar los niveles de atención de los mismos. Para esto se realizará el siguiente ejercicio:

Cada integrante, sin entrar a discutir con el resto de los integrantes del equipo y en función del conocimiento que tiene sobre el tema, analizará la prioridad en la atención de todos y cada uno de los problemas asignando un puntaje a cada problema de acuerdo a los rangos definidos en la matriz, donde el **nivel de prioridad** se debe establecer considerando el grado de afectación del problema sobre el desarrollo de la región, el impacto generado por el problema, las posibilidades de recuperación o las limitantes que el problema determina para la gestión de conservación del área.

Los criterios de priorización de la atención de los problemas seleccionados son:

- *Alta:* el problema requiere de atención prioritaria, por los impactos que está generando Si este problema no se atiende a tiempo sus efectos pueden generar situaciones de mayor complejidad para su resolución
- *Media:* el problema requiere atención a la mayor brevedad, pero por sus efectos no es el más prioritario, o puede esperar a ser atendido mientras se resuelven situaciones de coyuntura o de mayor prioridad.
- *Baja:* el problema es importante de resolver para el área pero su atención puede darse en un tiempo mas prolongado, o una vez se reúnan ciertas condiciones previas necesarias para su manejo directo.

Una vez hayan calificado todos los participantes se realizará el conteo de puntos asignados a cada problema y se organizarán en un listado dejando en la parte superior los que tengan mayor puntaje y en la parte inferior los que tengan el menor puntaje

Los problemas que obtuvieron puntaje mayor a 70% se consideran de Alta prioridad, los que cuenten con un puntaje entre 40 y 70% son de

prioridad media y los de puntaje menor a 40% son de baja prioridad

Luego de establecido el nivel de prioridad de cada problema se definirá la “temporalidad en la atención” del mismo asignando una “x” a la columna pertinente: corto, medio o largo plazo.

### **3.2.2 ESCENARIOS CONSTRUIDOS**

Los escenarios presentados en el Cuadro 124, son el resultado de consolidar los ejercicios de construcción participativa resultantes en los diferentes talleres, tanto urbanos como rurales, que permiten vislumbrar, de forma sintética, el estado actual de los recursos naturales y su relación con los habitantes de la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús, al igual que proyectar cambios deseados de la mano institucional y comunitaria.

Cuadro 124. Escenarios prospectivos construidos bajo el ejercicio participativo en la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús

COMPONENTE	ESCENARIO ACTUAL	ESCENARIO TENDENCIAL	ESCENARIO DESEADO
PROCESOS ORGANIZATIVOS	No existen procesos organizativos sectoriales consolidados que permitan apropiación, gestión, implementación y sostenibilidad de iniciativas de manejo y conservación de los recursos de la subcuenca.	Agudización de la degradación ambiental. Ejecución de instituciones insostenible y repetitiva en área y temática. Predominio de visión paternalista Estado-comunidad. Disminución de calidad de vida. Pérdida de oportunidades de inversión regional, nacional e internacional	Grupos organizativos sectoriales consolidados en formulación, gestión, implementación y seguimiento de proyectos de manejo y conservación de recursos naturales
AGUA	En las zona rural de la subcuenca se presentan deficiencias en el saneamiento básico	Incremento de deterioro de la salud de los habitantes, contaminación del recurso hídrico, generación de vectores y disminución de la calidad de vida, inversión por parte del Acueducto de Popayán en nuevas tecnologías y tratamientos para el abastecimiento de la ciudad.	Se ha optimizado el saneamiento básico de la zona rural, mediante la articulación interinstitucional y comunitaria
	El río Molino, Quebrada Pubús y afluentes son fuentes receptoras del vertimiento de las aguas residuales, especialmente de la ciudad.	Construcción de sistemas de recolección y transporte de las aguas residuales que mitigan los vertimientos a las fuentes.	Una planta de tratamiento de aguas residuales financiada desde la gestión del POMCH Molino - Pubús y en funcionamiento.
	Ausencia de un monitoreo red con estaciones hidrométricas, climatológicas completas y calidad de agua consolidadas y con registro periódico y confiable	Las obras civiles serán sub o sobre diseñadas (presas, distritos de riego, embalses, vías, alcantarillados, drenajes), constante vertimientos ilegales contaminantes, incertidumbre en concesiones de agua	Red de monitoreo hidrométrica, climatológica y de calidad de agua operando adecuadamente y ofreciendo información confiable para la toma de decisiones

	Establecimiento de sistemas de abastecimiento veredales para consumo humano sin análisis ingenieriles ni procesos de tratamiento adecuados, oportunos y periódicos	Saturación de acueductos veredales en la subcuenca, incremento en la morbilidad por enfermedades gastrointestinales, agudización del conflicto social	Acueductos veredales y urbanos se rigen bajo la oferta natural del recurso hídrico y cuentan con las obras civiles, el personal idóneo y los tratamientos correspondientes con el uso definido y la normatividad vigente
--	--	---	--

Continuación Cuadro 124.

COMPONENTE	ESCENARIO ACTUAL	ESCENARIO TENDENCIAL	ESCENARIO DESEADO
AGUA	Malas prácticas en el aprovechamiento del agua que generan desperdicio (conducción por canales abiertos, zanjias sin cubrimiento) en la zona rural y problemas de erosión	Los procesos erosivos se incrementan en frecuencia y número, desigual distribución del recurso hídrico entre los pobladores, conflicto social. Las campañas educativas disminuyen levemente el grado de aplicación de estas prácticas.	El abastecimiento hídrico se encuentra equitativamente distribuido entre los pobladores beneficiario, quienes son concientes y aplican buenas prácticas de uso y manejo del recurso.
	Carencia de reglamentación de las corrientes superficiales vigente a las condiciones actuales del recurso hídrico	Agudización del conflicto social comunitario	Reglamentación de las corrientes superficiales acorde con las condiciones del recurso hídrico aplicada equitativa y eficazmente por la CRC
	Morbi-mortalidad de la población asentada en el entorno urbano inmediato de los ríos Molino, Ejido y Qda. Pubús por contaminación hídrica	Se agudizan los problemas de morbimortalidad, siendo la población más vulnerable los niños y los adultos mayores, generación de vectores y detrimento de la calidad de vida.	Se establecen programas y proyectos para la descontaminación de las fuentes hídricas y disminuyen significativamente las causas ambientales de la morbimortalidad.



	Carencia de un lugar para la disposición, manejo y transformación ambientalmente sostenible de los escombros de la ciudad.	Realizar el estudio de factibilidad para el manejo de los escombros.	Existe en la ciudad la escombrera en operación y con manejo adecuado.
SUELOS	Las actividades productivas y culturales de gran parte de los habitantes determinan el deterioro de los recursos naturales	Incremento de sistemas productivos tradicionales que fraccionan la propiedad, agudizando el deterioro de los recursos naturales, incrementan amenazas por deslizamiento, escasa generación de ingresos económicos	Las actividades productivas y culturales de los habitantes permiten optimizar el uso y manejo de los recursos naturales.
	Aplicación indiscriminada de agroquímicos en los sistemas productivos agrícolas de las veredas El Sendero, Ejido, El Hogar y Santa Bárbara.	El control biológico de plagas y enfermedades disminuye ante la persistencia del uso de agroquímicos	Se adoptan prácticas de manejo y control integrado ambientalmente sostenible para la producción de cultivos en la zona rural de la subcuenca.

Continuación Cuadro 124.

COMPONENTE	ESCENARIO ACTUAL	ESCENARIO TENDENCIAL	ESCENARIO DESEADO
SUELOS	Los suelos de algunos sectores de la parte baja de la subcuenca como la Vereda de Torres y Puelenje presentan baja fertilidad.	Se incrementa la infertilidad de los suelos sin que se adopten prácticas para el mejoramiento de su calidad	Se aplican prácticas correctivas de conservación y manejo de suelos compatibles con las dinámicas socio ambientales y urbanísticas sostenibles
	Escasas prácticas de manejo y conservación de suelos en la producción ganadera	Baja rentabilidad en la zona media y alta de la subcuenca.	Tecnificación e incremento de la rentabilidad en la producción ganadera acorde con la aptitud del suelo
	Subutilización de áreas fértiles debido al desconocimiento de la vocación de uso del suelo	Continúa la ocupación en áreas de protección y se limitan los niveles de productividad	Aprovechamiento de los suelos en concordancia con su aptitud de uso y se respetan las márgenes protectoras de los

			ríos.
AMENAZAS POR EROSIÓN/ INUNDACIÓN	Se presentan procesos degradacionales en forma acelerada en las partes media y baja de la subcuenca debido a la susceptibilidad natural de los suelos	Aumento del área improductiva por pérdida de la capa orgánica de los suelos en la parte media y baja de la Sub cuenca	Se controlan los procesos de degradación del suelo mediante la aplicación de prácticas adecuadas
	Entre los Kilómetros 7 y 8 en la vía al Huila y en las veredas Sendero, Santa Bárbara, El Hogar y Claridad se presentan problemas de erosión severa	Implementación de obras de mitigación de la erosión	Se controlan los problemas de erosión severa a través de tratamientos bioingenieriles y se continua con las obras de mitigación
	El socavamiento de orillas en el sector de Santa Bárbara genera movimientos en masa con potencialidad de taponamiento y represamiento del cauce del río Molino.	Inicio en el manejo adecuado, con obras de protección de orillas del río Molinos	Las orillas del río Molino en la vereda Santa Bárbara se han protegido con obras adecuadas como enrocados o hexápodos
	Las viviendas ubicadas en áreas de protección de los ríos de los asentamientos de la Quebrada Pubús y de la zona rural media y urbana de la subcuenca río Molino están en alto riesgo y amenazan con desecar los <i>humedales urbanos remanentes</i> .	Aumento de viviendas en zonas de riesgo con detrimento de la calidad de vida de los habitantes. Desaparición de humedales urbanos	Ejecutados el Plan integral de reubicación de la población en riesgo, el Plan Parcial de la Quebrada Pubús y el Plan de Manejo de Humedales de Popayán

Continuación Cuadro 124.

COMPONENTE	ESCENARIO ACTUAL	ESCENARIO TENDENCIAL	ESCENARIO DESEADO
------------	------------------	----------------------	-------------------

FLORA Y FAUNA	El vivero de la CRC tiene poca oferta de especies nativas para repoblación, implementación de bosques productores y sistemas agrosilvopastoriles	Se continua repoblando con especies foráneas (p.e. eucalipto y pino), bajo criterios desarticulados a la biología de la conservación, vocación de uso del suelo y necesidades comunitarias	Al menos 2 viveros multipropósito comunitarios (1 en la parte alta y otro en la parte media de la subcuenca) implementados y con personal local capacitado técnica y administrativamente que satisfacen la demanda regional de especies nativas
	Escasa cobertura vegetal de relictos de bosque y bosque de galería (4,25% de la subcuenca) con baja biodiversidad y homogeneidad vegetal y animal de importancia por albergar especies amenazadas o de distribución restringida	Se conserva el área de los bosques de galería y relictos actuales pero se deteriora aún mas su calidad biológica, incrementan especies de colonización temprana y se pierden especies valiosas aún existentes	El 70% de las márgenes y nacimientos de los ríos y quebradas se ha regenerado naturalmente, reforestado o repoblado bajo criterios de biología de la conservación y vocación de uso del suelo
	Escasa promoción y aplicación local de figuras de conservación que aporte a la sostenibilidad ambiental de la subcuenca	Insostenibilidad ambiental y agudización del conflicto social por deterioro acentuado de la cobertura vegetal natural y servicios derivados de su conservación	Figuras de conservación de aplicación local (p.e. reservas de la sociedad civil, reserva municipal, conectividades entre ríos) socializadas, implementadas y articuladas al sistema regional de áreas protegidas en el 70% de la zona rural de la subcuenca
	No existe una propuesta institucional y comunitaria para la socialización y aplicación de incentivos de conservación	Se agudiza la insostenibilidad ambiental por desmotivación comunitaria hacia actividades de conservación	Al menos una propuesta por incentivo de conservación en: a) Canje ecológico, b) incentivo tributario, c) creación de un fondo de beneficio social para grupos ejecutores de acciones ambientales, de cobertura

			regional aprobada institucionalmente e implementada
--	--	--	---

Continuación Cuadro 124.

COMPONENTE	ESCENARIO ACTUAL	ESCENARIO TENDENCIAL	ESCENARIO DESEADO
FLORA Y FAUNA	Insuficiente conocimiento, aplicación y valoración de usos potenciales de la biodiversidad articulada a la estrategia nacional de biocomercio (solo existe una experiencia con plantas medicinales en la vereda Santa Bárbara)	Predominará el desconocimiento de los usos potenciales de la biota y la visión de ingreso económico de los pobladores de la subcuenca se enmarca en actividades productivas tradicionales insostenibles aisladas del desarrollo regional.	Identificación e implementación de experiencias de biocomercio sostenible por producto natural no maderable: ornamental (p.e. orquídeas), industrial (p.e. laurel de cera), alimentación (p.e. chachafruto), medicinal (p.e. manzanilla), frutal y ecoturístico articuladas a las iniciativas institucionales y dinámicas económicas regionales
	Pérdida de cobertura vegetal y desequilibrio biológico de las poblaciones de la especie endémicas y amenazadas (p.e. <i>Quercus humboldtii</i> (roble)) por escasa valoración de su importancia y presión	Incremento de procesos erosivos. Desaparición de poblaciones biológicamente viables de la especie en la subcuenca	Conocimiento detallado de la distribución y estado poblacional de la especie en la subcuenca socializado con el 70% de los actores institucionales y comunitarios directamente relacionados con la especie y establecimiento de un rodal semillero que garantice repoblaciones

			con semillas viables genéticamente
	Deficientes mecanismos de articulación comunitaria e institucional para aplicación efectiva de la normatividad ambiental	Desorden social, degradación ambiental por incremento de casos de violación a los derechos relacionados con el ambiente y desmotivación comunitaria para el trámite de denuncias	La autoridad municipal y ambiental cuenta con una dependencia y el personal capacitado para atender oportunamente los casos de violación ambiental bajo coordinación comunitaria e interinstitucional
	Deficiente de investigación biológica articulada en temas de conocimiento, uso, manejo y respuesta ante efectos perturbadores al igual que un sistema de alarma ante eventos súbitos (avenidas torrenciales)	Las instituciones y comunidades locales continúan desarrollando acciones de conservación desarticuladas, repetitivas y de impacto biológico real desconocido. Se adopta un sistema de alarma ante avenidas torrenciales	Un sistema de información ambiental implementado como herramienta de monitoreo del estado, perturbación y amenaza de los recursos naturales

Continuación Cuadro 124.

COMPONENTE	ESCENARIO ACTUAL	ESCENARIO TENDENCIAL	ESCENARIO DESEADO
SOCIO-ECONÓMICO	Deficiencia de programas de educación ambiental (formal o no formal) en los establecimientos educativos y hacia la comunidad en general, en temas como	A nivel institucional se direccionan los programas educativos bajo un enfoque integral de conservación, uso y manejo de recursos naturales, sin embargo a nivel comunitario es deficiente la apropiación de estos conocimientos que agudiza los	Se han adoptado programas de educación ambiental bajo principios de articulación entre establecimientos educativos, instituciones y organizaciones comunitarias que disminuyen efectos catastróficos de

	disposición de residuos, normatividad ambiental, prevención de desastres, valoración, conservación, uso y manejo de los recursos naturales.	conflictos socio-ambientales en la subcuenca	eventos geológicos, contaminación hídrica, deforestación y defaunación.
	En la zona urbana el servicio de alcantarillado en algunos sectores es deficiente.	Se agudizan los problemas de morbilidad, generación de vectores y detrimento de la calidad de vida.	En la zona urbana, el servicio de alcantarillado de la ciudad cuenta con redes independientes para aguas lluvias y aguas servidas, además de presentar una óptima prestación del servicio
	Predios rurales aun sin titulación	Incremento de pobladores sin posibilidades de acceder a créditos, subsidios y beneficios estatales.	Predios rurales legalizados
	Alto índice de población económicamente activa inmersa en la economía informal, por falta de oportunidades laborales	Incremento de pobreza absoluta, pandillismo, drogadicción, inconformismo, desnutrición poblacional, pésima calidad de vida, inseguridad	Alternativas productivas y comerciales implementadas bajo criterios de desarrollo humano sostenible y formación de liderazgo comunitario (p.e. microempresas).
	El SISBEN presenta deficiencia en la cobertura poblacional, prestación del servicio, bases de datos y cobertura de exámenes, drogas y cirugías	Aumento de la morbilidad, deterioro de la salud y por consiguiente de la calidad de vida,	El SISBEN funciona de manera integral y responde a las necesidades de los usuarios.

Continuación Cuadro 124.

COMPONENTE	ESCENARIO ACTUAL	ESCENARIO TENDENCIAL	ESCENARIO DESEADO
SOCIO-ECONÓMICO	La población no cuenta con un servicio de salud eficiente.	Incremento de la morbimortalidad, detrimento de la calidad de vida, desinterés de la población para atender oportunamente enfermedades.	Centros de salud, Empresas Prestadoras de Salud y hospitales con infraestructura, personal, medicamentos y programas acordes a las necesidades locales y regionales.
	La fusión educativa entre la escuela urbana y rural no ha permitido una equidad en la distribución de los recursos, en la respectiva asignación de profesores de planta y ha abandonado infraestructura establecida.	Cierre definitivo de los establecimientos educativos, deserción escolar, incremento del analfabetismo, imposibilidad de continuar estudios superiores, no hay desarrollo social equitativo.	Normatividad educativa generada y aplicada que satisface las necesidades de desarrollo humano sostenible, con centros educativos dotados y docentes idóneos
	Desorientación de actividades de niños y jóvenes en su tiempo libre unida a la deficiencia y deterioro de escenarios deportivos y salones comunales.	Sedentarismo, enfermedades cardiovasculares a temprana edad, drogadicción, violencia, la dinámica comunitaria se ve afectada por no tener sitios de reunión, ni de albergar población para capacitaciones y otras actividades .	Escenarios deportivos y salones comunales promovidos como espacios de desarrollo humano integral dotados con infraestructura adecuada y programas recreativos dirigidos
	En las zonas alta y media de la subcuenca río Molino se encuentran vías en mal estado y ausencia de otras necesarias para el acceso.	Aumento en el deterioro de las vías existentes, incremento en el costo del transporte, incomunicación por falta de este servicio, deficiente y costosa comercialización de productos y pérdida de estos.	Apertura, mejoramiento y mantenimiento de las vías de acceso tanto rurales como urbanas que incluyen consideraciones de conservación y manejo de los recursos naturales
	Planes de construcción y mejoramiento de vivienda escasos en la zona rural	Mayor deterioro de las viviendas, hacinamiento y afectación de la calidad de vida.	Vivienda digna y debidamente financiada

### 3.2.3 ANÁLISIS DE SINERGIA ENTRE PROBLEMAS

#### 3.2.3.1 LISTADO DE PROBLEMAS

Dada la complejidad de la problemática, especialmente urbana de la subcuenca, la identificación de problemas se desarrolló bajo dos métodos, el primero de ellos dirigido a la zona rural fundamentado en la metodología METAPLAN, en donde se analiza la problemática con sus causas y consecuencias y el segundo diseñado para la parte urbana bajo encuestas que incluyeron temas de contaminación, equipamiento,

servicios públicos, entre otros. Estos enfoques se aplicaron a través de talleres a los cuales se convocaron representantes comunitarios de los barrios y veredas constitutivas de cada una de las zonas de trabajo anteriormente descritas.

Bajo este contexto, el ejercicio de participación comunitaria permitió unificar un listado de problemas comunes que ascienden a 65 (Ver Cuadro 125), cuyo detalle y descripción puede encontrarse en los Anexos del Documento de Participación.

Cuadro 125. Listado de problemática consolidada de la subcuenca Río Molino- Qda. Pubús

NO	PROBLEMA	NO	PROBLEMA	NO	PROBLEMA
1	Manejo inadecuado de los suelos	2	Insuficiente implementación de sistemas agrosilvopastoriles que tengan en cuenta especies nativas regionales	3	Poca difusión e implementación de experiencias de seguridad alimentaria
4	Escasa planificación predial	5	Carencia de identificación e implementación de cultivos promisorios de la región	6	No hay prevención, control ni manejo de la erosión ni en predios ni en vías
7	Deficiente capacitación en el manejo adecuado de los suelos	8	Establecimiento de cultivos y/o potreros sin respetar las márgenes de los ríos	9	Ausencia de proyectos productivos con potencialidad comercial o industrial
10	Predominio de sistemas productivos	11	No existen viveros comunitarios multipropósito ni bancos	12	Pérdida de biodiversidad



	tradicionales		de semilla regional que apoyen los procesos de reforestación		
<b>13</b>	Reforestación con especies no nativas ni articulado a conceptos de biología de la conservación	<b>14</b>	Poca implementación de incentivos/compensación por conservar	<b>15</b>	Deficiente implementación de bosques protectores, productores y protectores/productores

NOTA: el número del problema es su identificador en las matrices de influencia-dependencia presentadas posteriormente

Continuación Cuadro 125.

<b>N O</b>	<b>PROBLEMA</b>	<b>NO</b>	<b>PROBLEMA</b>	<b>NO</b>	<b>PROBLEMA</b>
<b>16</b>	No se han definido áreas de conservación bajo figuras municipales o privadas	<b>17</b>	Deforestación	<b>18</b>	Alta demanda de leña para combustible
<b>19</b>	No existen programas de intercambio de semillas	<b>20</b>	Programas de educación/ capacitación ambiental y recursos biológicos son escasos o mal orientados	<b>21</b>	Desconocimiento del potencial de uso y comercialización de especies de fauna y flora y su importancia
<b>22</b>	No existen programas de educación en manejo y uso de la vida silvestre	<b>23</b>	El colegio con perfil agroindustrial y ambiental existente no es suficiente para satisfacer la demanda escolar	<b>24</b>	Gran parte del personal docente no es calificado ni de planta
<b>25</b>	Se han perdido los programas de educación/capacitación en cultura ciudadana	<b>26</b>	No hay socialización ni capacitación sobre la normatividad ambiental vigente	<b>27</b>	La cobertura del subsidio de transporte escolar es insuficiente
<b>28</b>	Deficiente participación de los padres de familia en la educación de sus hijos	<b>29</b>	Cierre de plazas docentes por no cumplir con la normatividad vigente	<b>30</b>	Deserción escolar
<b>31</b>	Deterioro de la infraestructura de escuelas cerradas existentes	<b>32</b>	No existen programas de generación de microempresas	<b>33</b>	No hay desarrollo de proyectos ecoturísticos (senderismo)
<b>34</b>	Insuficiencia de recursos económicos para implementación de proyectos ambientales	<b>35</b>	Insuficiente apoyo financiero y técnico por parte de las instituciones en formulación, gestión e implementación de proyectos	<b>36</b>	Los programas de saneamiento básico no cubren el 100% del área
<b>37</b>	La infraestructura de salud se encuentra deteriorada y en algunos casos no existe	<b>38</b>	Las bases de datos del SISBEN no se encuentran corregidas	<b>39</b>	La cobertura en el régimen subsidiado es deficiente

<b>40</b>	La prestación del servicio de salud es deficiente	<b>41</b>	Los programas de prevención de salud no tienen la frecuencia ni el enfoque requerido	<b>42</b>	Escasa coordinación en atención al usuario por parte de centros de salud y hospitales
<b>43</b>	Desnutrición infantil	<b>44</b>	Insuficientes programas de construcción y mejoramiento de viviendas	<b>45</b>	No hay programas de reubicación de familias ubicadas en zonas de alto riesgo

NOTA: el número del problema es su identificador en las matrices de influencia-dependencia presentadas posteriormente

Continuación Cuadro 125

<b>N O</b>	<b>PROBLEMA</b>	<b>NO</b>	<b>PROBLEMA</b>	<b>NO</b>	<b>PROBLEMA</b>
<b>46</b>	Deficiente cobertura eléctrica	<b>47</b>	No existe transporte interveredal	<b>48</b>	Escasez de centros recreativos y deterioro de los existentes
<b>49</b>	Poca cobertura de obras de contención y protección de deslizamiento en vías	<b>50</b>	La cobertura telefónica es deficiente	<b>51</b>	Deficiente construcción, mejoramiento y tratamiento de acueductos veredales
<b>52</b>	Cada vereda no cuenta con un salón múltiple	<b>53</b>	Manejo inadecuado de basuras	<b>54</b>	No existe conexión terrestre interveredal
<b>55</b>	Deficiente cobertura de alumbrado público	<b>56</b>	Puentes de comunicación interveredal en mal estado o inexistente en algunos casos	<b>57</b>	Las personas de la comunidad no están capacitadas en formulación, gestión e implementación de proyectos
<b>58</b>	No existen programas de fortalecimiento a procesos organizativos	<b>59</b>	Pérdida del conocimiento tradicional	<b>60</b>	No existe articulación entre los propietarios de los predios y la comunidad habitante del área
<b>61</b>	No se promueven campañas de limpieza de los ríos	<b>62</b>	Escasa difusión de frentes de seguridad	<b>63</b>	Inciiente proceso de legalización de los predios
<b>64</b>	Contaminación hídrica por vertimiento de aguas servidas, residuos de fertilizantes y compuestos químicos	<b>65</b>	La autoridad ambiental departamental no cuenta con la capacidad para atender las quejas y reclamos por violación a la normatividad		

NOTA: el número del problema es su identificador en las matrices de influencia-dependencia presentadas posteriormente

Adicional a esta problemática general, también se obtuvo, gracias a la participación de líderes comunitarios

urbanos, un mayor detalle en la información de la problemática urbana, la cual fue entregada a la Oficina de Planeación de la Alcaldía Municipal del Municipio de Popayán,

dado que su solución depende básicamente de la aplicación de la normatividad vigente. Los casos más recurrentes se presentan en el Cuadro 126 y Anexo 4.

Cuadro 126. Problemática urbana identificada participativamente. subcuenca Río Molino-Qda. Pubús

COMPONENTE	ASPECTO GENERADOR DE LA PROBLEMÁTICA	NÚMERO DE CASOS
<b>ESPACIO PÚBLICO</b>	Invasión del espacio público	19
<b>CONTAMINACIÓN AMBIENTAL</b>	Vertimiento de aguas residuales	24
	Lavaderos de carro	14
	Desechos sólidos	13
	Puentes	13
	TALLERES (mecánica)	12
	Animales domésticos	6
	Via publica	6
	Trilladoras	5
	Trayectos viales	4
	Lotes	4
	Estaciones de empresas de transporte público	3
	Mataderos	3
	Cementerios	3
	Polideportivos	3
	Depósitos de huesos	2
	Restaurantes	2
	Galerías	2
	Aserraderos	1
	Curtiembre	1
	Marraneras	1
	Unidad tecnica de basuras	1
	Lacteos purace	1
	Trituradora	1
	Relleno sanitario	1
<b>INSEGURIDAD</b>	Tramos de vías	29
	Parques	20
	Polideportivos- canchas	18
	Puentes	13
	Expendios de alucinógenos	7
	Bares	3
	Juegos de azar	2
	Galerías	2
	Ciclovia	1
	Hogar infantil	1
<b>EQUIPAMIENTO</b>	Canchas- polideportivos	31
	Puentes	31
	Puesto de salud	2
	Parques	1
	Terminal de transportes	1
	Ciclovia	1
	Galeria	1

### 3.2.3.2 ANÁLISIS DE INFLUENCIA-DEPENDENCIA

Teniendo en cuenta que el análisis de influencia-dependencia de la problemática identificada en la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús, implicó relacionar 65 problemas, se excluyó la calificación de matrices en los talleres participativos. No obstante, la calificación independiente de la matriz requirió la homologación de priorizaciones resultantes de la misma con la realizada por la comunidad, tratando siempre de resaltar tanto la realidad del estado de los recursos como la opinión comunitaria.

En primera instancia, se presenta el resultado de la calificación de la matriz general, es decir, relacionando los problemas biofísicos con los socioeconómicos. Los resultados (Ver Figura 43) determinan que:

- **Los problemas de la zona de poder son:** escasa planificación predial (4), desconocimiento del potencial de uso y comercialización de especies de fauna y flora (21), insuficiencia de recursos económico para la implementación de proyectos (34), insuficiente apoyo financiero y técnico por parte de las instituciones para la formulación, gestión e implementación de proyectos (35), las personas de la

comunidad no están capacitadas en formulación, gestión e implementación de proyectos (57), no existe articulación entre los propietarios y la comunidad habitante del área (60).

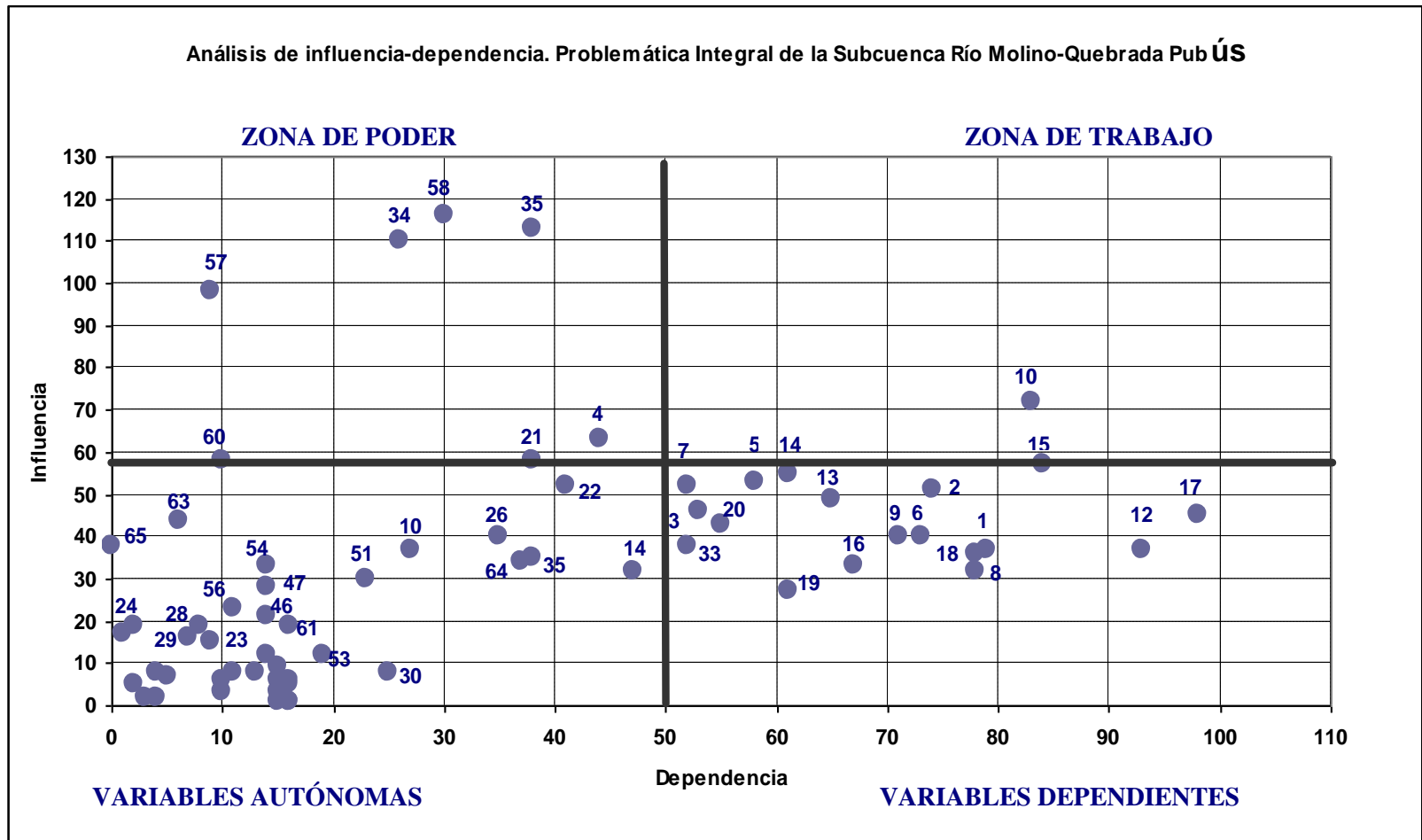
- **Los problemas de la zona de trabajo son:** predominio de sistemas productivos tradicionales (10), deficiente implementar bosques protectores, productores y/o productores-protectores (15).

Dichos problemas determinan el horizonte de planificación y gestión de recursos naturales en la subcuenca y representan la visión de futuro de sus habitantes, la cual se resume en la existencia de procesos organizativos consolidados, dinamizadores y gestores de prácticas ambientalmente sostenibles, acompañados y apoyados por las autoridades ambientales con jurisdicción en la subcuenca, que captan y manejan con transparencia, eficacia y equidad recursos económicos provenientes de fuentes de financiación municipal, departamental, nacional o internacional, los cuales permiten potencializar el conocimiento, uso y manejo sostenible de los recursos suelo, flora, fauna, agua y clima y minimizan los problemas socioeconómicos fundamentales existentes en: vivienda, salud, educación e ingresos económicos.

Por su parte, los problemas restantes equivalen a las zonas de autonomía y dependencia, los cuales se ven influenciados por las soluciones y/o alternativas de desarrollo que orientarán las acciones a realizar en los problemas identificados.



Figura 43. Matriz de influencia-dependencia de la problemática integral de la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús (los números corresponden a los problemas mencionados en el Cuadro 127)



Con el propósito de detallar un poco más en las relaciones existentes, se aplicó una matriz exclusiva para el componente biofísico y otra para el componente socioeconómico. Los resultados encontrados determinan que:

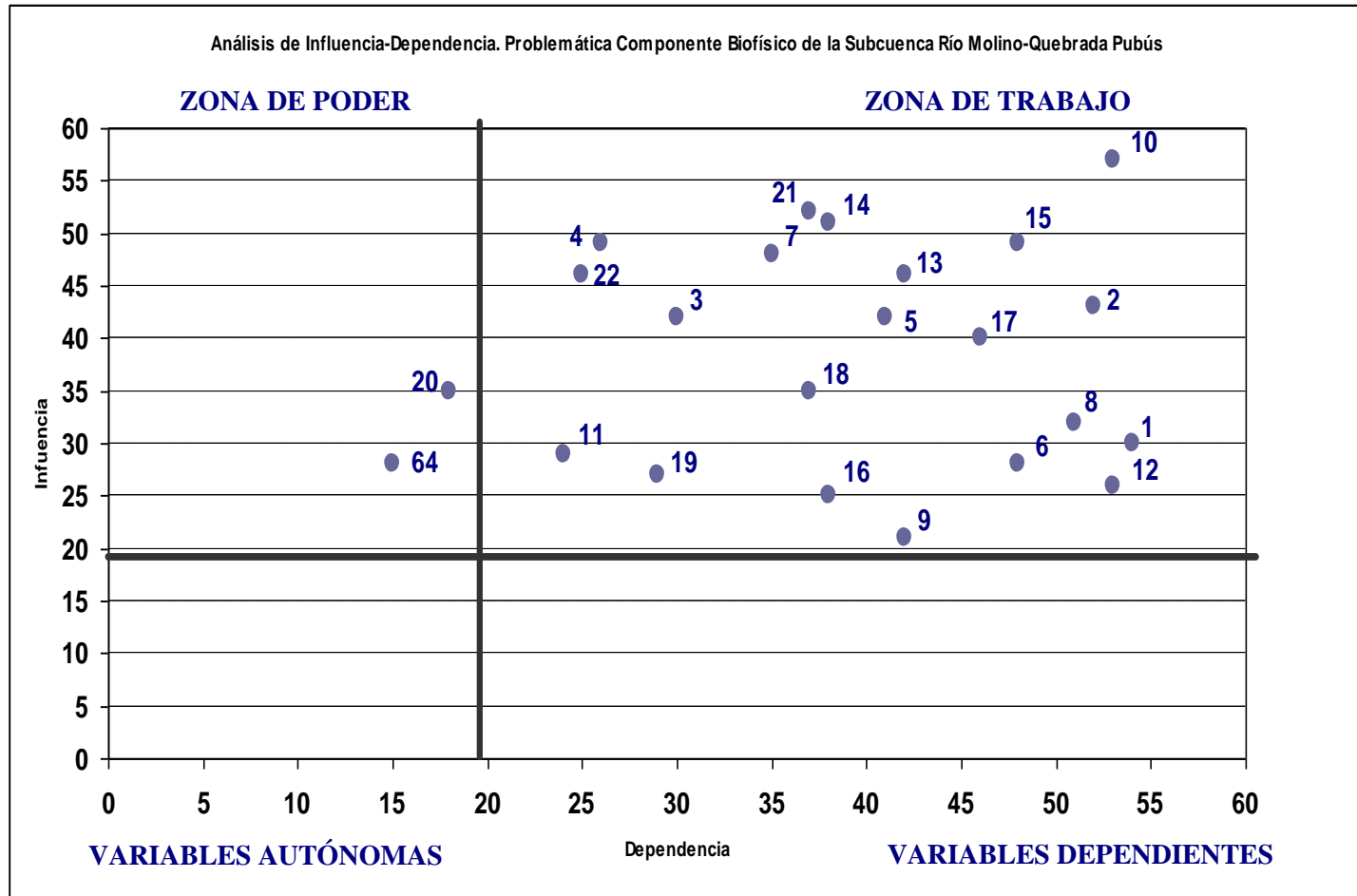
La problemática del componente biofísico se encuentra muy activa, relacionada y requiere de enfoques acertados e integrados de trabajo (Ver Figura 44), teniendo en cuenta que:

- **En la zona de poder se presenta:** contaminación hídrica por vertimiento de aguas servidas, residuos de fertilizantes y compuestos químicos (64), programas de educación/capacitación ambiental y recursos biológicos son escasos o mal orientados (22)

- La **zona de trabajo** está constituida por los demás problemas biofísicos identificados, es decir, **21 problemas ambientales.**

Estos resultados demuestran la gran movilidad de los problemas biofísicos y especialmente la urgente necesidad de tratarlos de forma integrada, teniendo en cuenta que hacen parte del sistema de la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús y cualquier acción sobre un componente incidirá efectivamente en los restantes. Este hecho puede constituir una ventaja para los pobladores e instituciones que desean y/o deben participar en el proceso de cambio, siempre y cuando las acciones sean orientadas de manera coordinada entre las instituciones y la comunidad, al igual que consideren la fragilidad de sus recursos naturales.

Figura 44. Matriz de influencia-dependencia de la problemática del componente biofísico de la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús (los números corresponden a los problemas mencionados en el Cuadro 127)

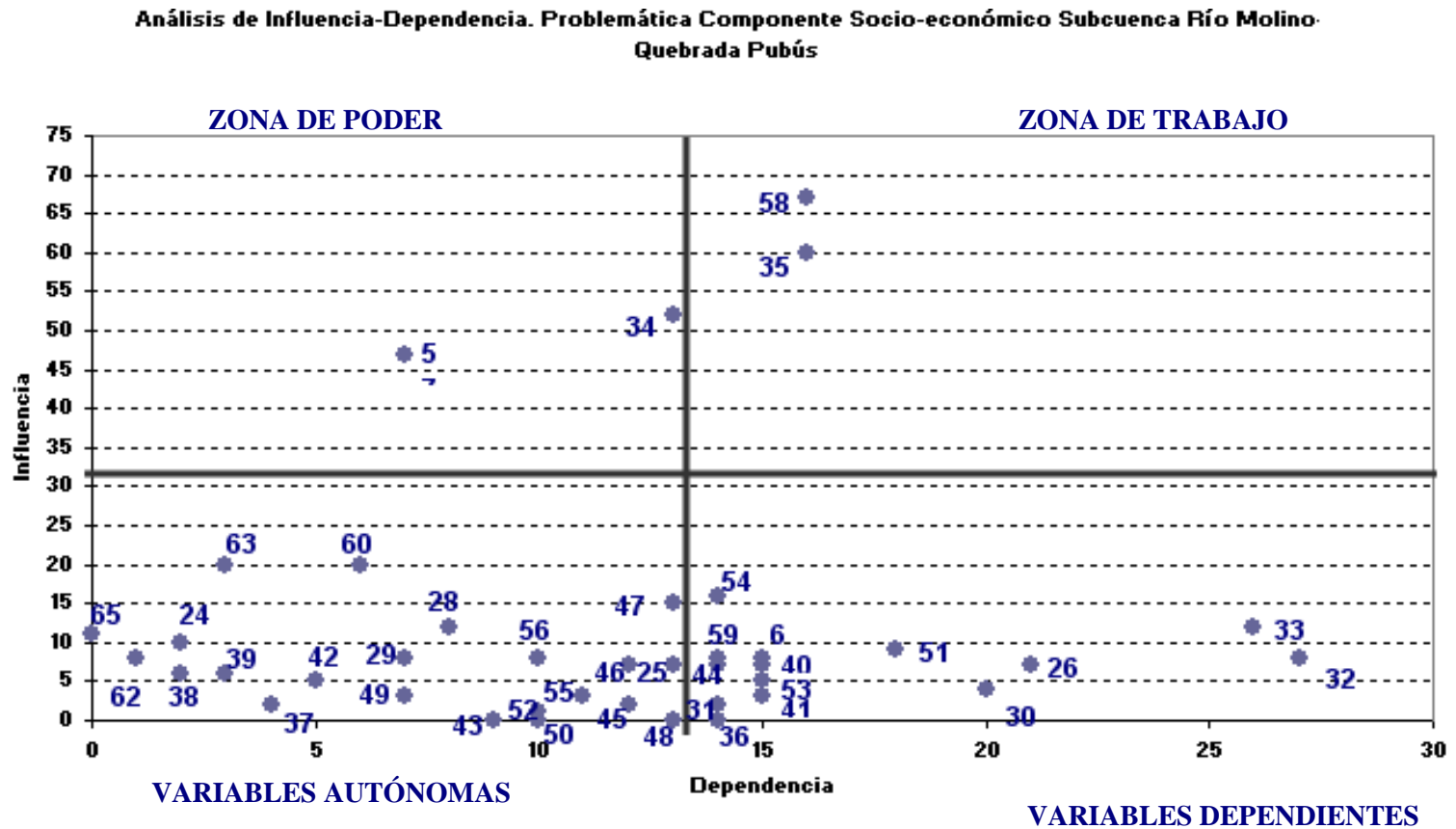


Con respecto a la aplicación de la matriz del componente socioeconómico (Ver Figura 45) los resultados encontrados coinciden nuevamente con los de la matriz general, dado que:

- **Los problemas de la zona de poder son:** las personas de la comunidad no están capacitadas en formulación, gestión e implementación de proyectos (57), insuficiencia de recursos económicos para implementación de proyectos ambientales (34)
- **Los problemas de la zona de trabajo son:** insuficiente apoyo financiero y técnico por parte de las instituciones en formulación, gestión e implementación de proyectos (35), no existen programas de fortalecimiento a procesos organizativos (58)

Esta reiteración de resultados en el componente socioeconómico es muy importante, dado que para la comunidad en general, los problemas radicales son aquellos relacionados con las edificaciones, ya sea en el tema de vivienda o en el de equipamientos (puentes, centros de salud, escuelas, iglesias, polideportivos, parques, ciclovías, etc...), sin embargo, la situación encontrada refleja que al no existir procesos organizativos consolidados que gestionen y apalanquen recursos económicos bajo alternativas sostenibles de desarrollo, ya sea en el marco urbano o rural, la calidad de vida de los habitantes de la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús continuará dependiendo del esquema ya relegado del “Estado paternalista”.

Figura 45. Matriz de influencia-dependencia de la problemática del componente socioeconómico de la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús (los números corresponden a los problemas mencionados en el Cuadro 127)



### 3.2.3.3 *PRIORIZACIÓN PARTICIPATIVA DE PROBLEMAS*

El proceso de priorización participativa de la problemática integral de la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús, se realizó no solo para cada uno de los problemas resultantes en las zonas de trabajo y/o poder de las matrices aplicadas, sino para todos los problemas identificados, decisión tomada con base en la reiterada concepción social que lo prioritario es solucionar aspectos relacionados con las edificaciones, dejando la conservación y manejo de los recursos naturales en un segundo plano. La anterior situación, especialmente reflejada en la zona urbana, dada la actual cultura desarrollo y falta de sensibilización y motivación.

En este sentido, se presenta la problemática del componente biofísico y socioeconómico independiente para la zona rural y urbana, diferenciada por las diferentes zonas que hicieron parte de los talleres de priorización participativa, con el propósito de mostrar la diferenciación en las percepciones de vida y desarrollo de las comunidades de la subcuenca, pero también las grandes similitudes existentes entre ellas.

Es necesario resaltar que el ejercicio de priorización cuenta con muy pocos

problemas cuyo proceso de solución es a largo plazo y ninguno es de baja prioridad, aspecto que refleja el requerimiento de las comunidad de realizar un proceso de cambio que pueda ser visto por las generaciones actuales y que no se quede en simplemente el ejercicio de construcción de un documento. Esta aclaración es válida, teniendo en cuenta que existen aspectos como

descontaminación del río Molino, reubicación de asentamientos de la Quebrada Pubús, construcción de escombreras, entre otros que de hecho no podrán realizarse a corto o mediano plazo, sin embargo, se definen desde ahora como necesarios y urgentes.

A continuación se presentan los resultados de la priorización participativa tanto en la zona rural como urbana de la Subcuenca Río Molino-Qda. Pubús (Ver Cuadros 127 a 129).

Cuadro 127. Priorización participativa de la Problemática Rural del Componente Biofísico. subcuenca Río Molino-Qda. Pubús

NOMBRE DEL PROBLEMA	EJERCICIO TÉCNICO	ZONA RURAL RÍO MOLINO						ZONA RURAL DE LA QUEBRADA PUBÚS	
		Parte Alta (Río Molino)		Parte Media (Río Molino)		Parte Media (Río Ejido)		prioridad	Temporalidad (Plazo)
		prioridad	Temporalidad (Plazo)	prioridad	Temporalidad (Plazo)	prioridad	Temporalidad (Plazo)		
Manejo inadecuado de los suelos	√	☹	Corto	☹	Corto	☹	Corto	☹	Mediano
Deficiente implementación de proyectos de sistemas agrosilvopastoriles que tengan en cuenta las especies nativas regionales	√	☹	Corto	☹	Mediano			☹	Corto
Poca difusión e implementación de experiencias de seguridad alimentaria y granjas integrales	√	☹	Corto	☹	Corto			☹	Corto
Carencia de identificación e implementación de cultivos promisorios de la región	√	☺	Corto						
No hay control ni manejo de la erosión ni en predios ni en vías	√	☺	Largo	☹	Corto	☹	Corto	☹	Corto
Fragilidad natural de los suelos	√					☺	Largo	☹	Corto
Desconocimiento por parte de la comunidad del aprovechamiento sostenible del recurso	√					☹	Corto	☹	Corto
Establecimiento de cultivos y/o potreros sin respetar las márgenes de los ríos	√					☹	Mediano	☹	Corto
Insuficientes proyectos productivos sostenibles	√					☹	Mediano		
Ausencia de proyectos productivos con potencialidad comercial/industrial	√					☹	Mediano	☹	Corto
Predominio de sistemas productivos tradicionales (monocultivos, pastizales)	√					☹	Mediano	☹	Mediano

Contaminación hídrica por vertimiento de aguas servidas, de residuos de fertilizantes y de compuestos químicos	√					☹	Corto	☹	Corto
--	---	--	--	--	--	---	-------	---	-------

☹ = Prioridad Alta; 😊 = Prioridad Media; ☺ = Prioridad Baja

Temporalidad: Corto Plazo (1-3 años), Mediano Plazo (3-6 años); Largo Plazo (6 en adelante)



Continuación Cuadro 127.

NOMBRE DEL PROBLEMA	EJERCICIO TÉCNICO	ZONA RURAL RÍO MOLINO						ZONA RURAL DE LA QUEBRADA PUBÚS	
		Parte Alta (Río Molino)		Parte Media (Río Molino)		Parte Media (Río Ejido)		prioridad	Temporalidad (Plazo)
		prioridad	Temporalidad (Plazo)	prioridad	Temporalidad (Plazo)	prioridad	Temporalidad (Plazo)		
No existen viveros comunitarios multipropósito ni bancos de semillas regionales	√	☹	Corto	😊	Corto	☹	Corto		
Perdida de la diversidad biológica	√	😊	Largo	☹	Mediano	☹	Mediano	☹	Mediano
Reforestación con especies no nativas ni articulada a conceptos de biología de la conservación	√	☹	Mediano	😊	Corto				
Poca implementación de incentivos/compensación por la conservación	√	☹	Corto	☹	Corto				
Programas de educación/capacitación ambiental y recursos biológicos son escasos o mal orientados	√	☹	Corto						
Programas de educación/capacitación ambiental y cultura ciudadana vinculado a las escuelas	√			☹	Corto	☹	Corto		
Deforestación	√					☹	Mediano	☹	Corto
Implementación de bosques productores, protectores y protectores/productores	√	☹	Mediano	😊	Mediano				
Desconocimiento del potencial de uso y comercialización de especies de fauna y flora	√	😊	Mediano			😊	Largo	☹	Mediano
Desconocimiento de la fauna y flora existente y de su importancia biológica	√					☹	Corto		

No se han definido áreas de conservación bajo figuras municipales o privadas	√			☹	Mediano				
--	---	--	--	---	---------	--	--	--	--

☹ = Prioridad Alta; 😊 = Prioridad Media; ☺ = Prioridad Baja

Temporalidad: Corto Plazo (1-3 años), Mediano Plazo (3-6 años); Largo Plazo (6 en adelante)

Cuadro 128. Priorización participativa de la Problemática Rural del Componente Socio-económico. subcuenca Río Molino-Qda. Pubús

NOMBRE DEL PROBLEMA	EJERCICIO TÉCNICO	ZONA RURAL RÍO MOLINO						ZONA RURAL DE LA QUEBRADA PUBÚS	
		Parte Alta (Río Molino)		Parte Media (Río Molino)		Parte Media (Río Ejido)			
		prioridad	Temporalidad (Plazo)	prioridad	Temporalidad (Plazo)	prioridad	Temporalidad (Plazo)	prioridad	Temporalidad (Plazo)
Creación de colegio con perfil agroindustrial y ambiental		☹	Corto	☹	Largo				
Se requiere mejoramiento / construcción de infraestructura docente		☹	Largo	☺	Mediano			☹	Corto
Gran parte del personal docente no es calificado ni de planta		☹	Corto	☹	Corto				
La cobertura del subsidio de transporte escolar es insuficiente				☹	Corto				
Débil participación de los padres de familia en la educación de sus hijos						☹	Corto		
Cierre de plazas docentes por no cumplir con la normatividad vigente						☹	Corto		
Existe dificultad para el acceso a centros educativos						☺	Corto		
Pérdida del conocimiento tradicional		☹	Mediano	☺	Mediano				
Generación de microempresas		☺	Mediano	☹	Mediano				
No hay desarrollo de proyectos ecoturísticos				☹	Mediano	☹	Corto		
Insuficiencia de recursos económicos para implementación de proyectos ambientales	√					☹	Corto		
Insuficiente apoyo financiero y técnico por parte de las instituciones en la gestión e implementación de proyectos	√					☹	Corto		

🔴 = Prioridad Alta; 🟡 = Prioridad Media; ⚫ = Prioridad Baja

Temporalidad: Corto Plazo (1-3 años), Mediano Plazo (3-6 años); Largo Plazo (6 en adelante)

Continuación Cuadro 128.

NOMBRE DEL PROBLEMA	EJERCICIO TÉCNICO	ZONA RURAL RÍO MOLINO						ZONA RURAL DE LA QUEBRADA PUBÚS	
		Parte Alta (Río Molino)		Parte Media (Río Molino)		Parte Media (Río Ejido)			
		prioridad	Temporalidad (Plazo)	prioridad	Temporalidad (Plazo)	prioridad	Temporalidad (Plazo)	prioridad	Temporalidad (Plazo)
Faltan programas de construcción y mejoramiento de viviendas		☺	Corto	☺	Mediano	☺	Mediano	☺	Mediano
No hay programas de reubicación de familias ubicadas en zonas de alto riesgo				☺	Corto	☺	Corto		
Los programas de saneamiento básico no cubren el 100% del área		☺	Mediano	☺	Mediano	☺	Mediano	☺	Mediano
La infraestructura desalada se encuentra deteriorada y en algunos casos no existe		☺	Largo	☺	Mediano				
Las bases de datos del SISBEN no se encuentran corregidas		☺	Corto	☺	Corto	☺	Corto	☺	Corto
La cobertura en el régimen subsidiado no es suficiente para satisfacer la demanda		☺	Corto	☺	Corto	☺	Corto	☺	Corto
Los programas de salud no cuentan con la frecuencia ni el enfoque requerido						☺	Corto		
Escasa coordinación en atención al usuario por parte de centros de salud y hospitales						☺	Corto		
Desnutrición/Malnutrición infantil						☺	Corto	☺	Mediano
Deficiente cobertura eléctrica		☺	Mediano	☺	Mediano				
Mejoramiento y construcción de vías		☺	Mediano	☺	Mediano	☺	Corto	☺	Corto
No existe transporte interveredal		☺	Mediano			☺	Largo		

Faltan obras de contención y protección de deslizamientos en las vías		☹	Largo	☹	Corto				
Deficiente cobertura telefónica		☹	Mediano						

☹ = Prioridad Alta; ☺ = Prioridad Media; ☺ = Prioridad Baja

Temporalidad: Corto Plazo (1-3 años), Mediano Plazo (3-6 años); Largo Plazo (6 en adelante)

Continuación Cuadro 128

NOMBRE DEL PROBLEMA	EJERCICIO TÉCNICO	ZONA RURAL RÍO MOLINO						ZONA RURAL DE LA QUEBRADA PUBÚS	
		Parte Alta (Río Molino)		Parte Media (Río Molino)		Parte Media (Río Ejido)		prioridad	Temporalidad (Plazo)
		prioridad	Temporalidad (Plazo)	prioridad	Temporalidad (Plazo)	prioridad	Temporalidad (Plazo)		
Escasez de centros recreativos y deterioro de los existentes		☹	Mediano	☹	Mediano	☺	Corto	☹	Corto
Deficiente construcción, mejoramiento y tratamiento de acueductos veredales				☹	Mediano	☹	Mediano	☹	Mediano
Escasa cobertura de las campañas de limpieza del río Molino				☹	Corto				
Construcción de un salón múltiple en cada vereda				☹	Mediano	☺	Mediano	☹	Corto
Manejo inadecuado de basuras que afecta la fauna, agua y salud						☹	Corto	☹	Mediano
deficiente/inexistente cobertura de alumbrado público						☹	Mediano		
Puentes de comunicación interveredal en mal estado o inexistente en algunos casos						☹	Corto		
Las personas de la comunidad no están capacitadas en formulación, gestión e implementación de proyectos	√	☹	Corto	☹	Corto				
No existen programas de fortalecimiento a procesos organizativos	√	☹	Corto						
Incipiente proceso de legalización de predios		☹	Corto	☹	Corto				
No existe articulación entre los propietarios de los predios y la comunidad habitante del área				☹	Corto				
No hay suficiente socialización y capacitación en normatividad ambiental existente				☹	Corto				

Escasa difusión de frentes de seguridad				☹	Corto				
Deterioro de las redes de alcantarillado								☹	Corto

☹ = Prioridad Alta; ☺ = Prioridad Media; ● = Prioridad Baja

Temporalidad: Corto Plazo (1-3 años), Mediano Plazo (3-6 años); Largo Plazo (6 en adelante)

Cuadro 129. Priorización participativa de la Problemática Urbana del Componente Biofísico y Socio-económico. subcuenca Río Molino-Qda. Pubús

NOMBRE DEL PROBLEMA	EJERCICIO TÉCNICO	ZONA URBANA RÍO MOLINO				ZONA URBANA QUEBRADA PUBÚS	
		Río Molino		Río Ejido		prioridad	Temporalidad (Plazo)
		prioridad	Temporalidad (Plazo)	prioridad	Temporalidad (Plazo)		
Establecimiento de cultivos y/o potreros sin respetar las márgenes de los ríos	√	☹	Corto	☹	Corto		
Perdida de la diversidad biológica	√	☹	Mediano	☹	Mediano		
Reforestación con especies no nativas ni articulada a conceptos de biología de la conservación	√			☹	Corto		
Programas de educación/capacitación ambiental y cultura ciudadana escasos o mal orientados	√	☹	Mediano	☹	Corto	☹	Corto
Deforestación	√	☹	Mediano				
Se requiere el mejoramiento/construcción de infraestructura docente		☹	Corto	☹	Mediano		
Gran parte del personal de planta no es calificado ni de planta				☹	Mediano		
No hay suficiente aislamiento recuperación de humedales y zonas de riveras	√			☹	Corto		
Insuficientes recursos económicos para implementación de proyectos ambientales	√			☹	Corto		
Pocos programas de mejoramiento y construcción de viviendas		☹	Mediano	☹	Corto	☹	Corto
No hay programas de reubicación de familias ubicadas en zonas de alto riesgo				☹	Corto	☹	Corto
El saneamiento básico no cubre el 100% del área		☹	Mediano				
La cobertura en el régimen subsidiado es deficiente				☹	Corto	☹	Corto



Los programas de salud no tienen el enfoque ni la frecuencia requerida		☹	Corto				
Escasa coordinación en atención al usuario por parte de centros de salud y hospitales		☹	Corto				
Malnutrición de la población		☹	Corto				

☹ = Prioridad Alta; 😊 = Prioridad Media; ☺ = Prioridad Baja

Temporalidad: Corto Plazo (1-3 años), Mediano Plazo (3-6 años); Largo Plazo (6 en adelante)

Continuación Cuadro 129

NOMBRE DEL PROBLEMA	EJERCICIO TÉCNICO	ZONA URBANA RÍO MOLINO				ZONA URBANA QUEBRADA PUBÚS	
		Río Molino		Río Ejido		prioridad	Temporalidad (Plazo)
		prioridad	Temporalidad (Plazo)	prioridad	Temporalidad (Plazo)		
Se requiere mejoramiento y construcción de vías		☹	Corto				
Escasez de centros recreativos y deterioro de los existentes				☹	Corto		
Cada comuna no cuenta con un salón múltiple		☹	Largo	☹	Corto		
Contaminación hídrica por vertimiento de aguas servidas, de residuos de fertilizantes y de compuestos químicos	√	☹	Mediano	☹	Corto	☹	Corto
No existen programas de fortalecimiento a procesos organizativos	√			☹	Corto		
Incipiente proceso de legalización de predios				☹	Corto		
No hay socialización ni capacitación de la normatividad ambiental vigente						☹	Corto
Desconocimiento por parte de la comunidad del aprovechamiento sostenible del recurso		☹	Mediano				
Inseguridad en una vía existente		☹	Corto				
Altos costos en los servicios públicos		☹	Corto				
Conflictos de uso del suelo				☹	Mediano		

No hay manejo de aguas en el sector del Boquerón y Tejares.				☹	Corto		
Canalización de aguas negras sector María Oriente Poblado				☹	Corto		
Desarticulación interinstitucional en ejecución de actividades		☹	Mediano	☹	Mediano	☹	Mediano
El box coulvert no satisface la demanda actual ni futura				☹	Corto		

☹ = Prioridad Alta; 😊 = Prioridad Media; ☺ = Prioridad Baja

Temporalidad: Corto Plazo (1-3 años), Mediano Plazo (3-6 años); Largo Plazo (6 en adelante)

Continuación Cuadro 129

NOMBRE DEL PROBLEMA	EJERCICIO TÉCNICO	ZONA URBANA RÍO MOLINO				ZONA URBANA QUEBRADA PUBÚS	
		Río Molino		Río Ejido		prioridad	Temporalidad (Plazo)
		prioridad	Temporalidad (Plazo)	prioridad	Temporalidad (Plazo)		
Enfermedades por olores, vertimientos y vectores.				☹	Corto	☹	Corto
Alcantarillado deficiente y en mal estado				☹	Corto		
Poca frecuencia de rutas de transporte público y horarios restringidos en algunas zonas				☹	Corto		
Insuficiente presión hídrica en la parte alta de la comuna 5				☹	Corto		
formación de cooperativas comunitarias, para comercializar los productos (r. Sólidos orgánicos e inorgánicos)						☹	Corto
La autoridad ambiental no cuenta con la capacidad para atender las quejas y reclamos por violación a la normatividad		☹	Corto	☹	Corto	😊	Corto
equipamientos en salud, educación y recreación		☹	Corto	☹	Corto	☹	Corto
espacio público adecuado, con la recuperación de las zonas de protección, para la ribera y humedales de la quebrada Pubús, creación de senderos ecológicos y el parque lineal						☹	Mediano

☹ = Prioridad Alta; 😊 = Prioridad Media; ☺ = Prioridad Baja

Temporalidad: Corto Plazo (1-3 años), Mediano Plazo (3-6 años); Largo Plazo (6 en adelante)



## IV. FORMULACIÓN



#### 4. PLAN DE EJECUCION

El Plan de Ejecución de la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús se desarrolló a través de los siguientes pasos:

a. ***Discusión participativa de la problemática socioambiental de la subcuenca:*** se realizaron talleres tanto en la zona rural como urbana, en los cuales los actores comunitarios discutieron nuevamente la problemática socioambiental expuesta en la Fase de Prospectiva, aspecto que permitió complementar dicha información.

b. ***Discusión y definición de propuestas de proyecto:*** en los talleres desarrollados se presentaron las propuestas de proyecto, las cuales fueron discutidas y complementadas por los diferentes actores sociales presentes. El trabajo se dividió en mesas temáticas de: flora y fauna, suelos, componente socioeconómico.

c. ***Elaboración del Plan de Ejecución:*** con base en los resultados obtenidos en los diferentes talleres participativos realizados en la subcuenca Río Molino-Qda Pubús, se estructuró el Plan de Ejecución en líneas estratégicas, cada una de las cuales cuenta con los planes, programas y proyectos propuestos. Dichas líneas son:

- Educación ambiental
- Sostenibilidad ambiental
- Atención y prevención de desastres
- Conocimiento de la oferta ambiental
- Aprovechamiento de la biodiversidad y mercados verdes
- Mejoramiento de la calidad de vida

Cada una de las líneas anteriores se encuentra articulada a los diferentes planes estratégicos establecidos hasta el momento por parte de las diferentes autoridades municipal y ambiental, teniendo en cuenta que el propósito del presente POMCH es actuar como marco de apoyo y articulación de las acciones socioambientales que permitirán a la población gozar de un ambiente saludable y sostenible.

Igualmente, es necesario considerar que este Plan de Ejecución se verá complementado, una vez se termine el Estudio del Componente Urbanístico del POMCH, el cual establecerá la visión de futuro deseada

para el paisaje circundante del río Molino, Quebrada Pubús y sus afluentes.

#### **4.1 LÍNEAS ESTRATÉGICAS**

##### **4.1.1 EDUCACIÓN AMBIENTAL**

***Objetivo General:*** generar y continuar con los procesos de educación ambiental en la subcuenca Río Molino-Qda Pubús, tanto formales como no formales, dirigidos especialmente a población objetivo que promueva cambios de actitud y propendan por el establecimiento de una relación armónica entre las comunidades humanas de la subcuenca y los recursos naturales.

Se enfatizará en la población de niños y jóvenes, teniendo en cuenta que son los actores más dinámicos, emprendedores y receptivos que conducirán procesos de cambio real en las actitudes de la población en general, al tener la capacidad de permear otros grupos objetivo (adultos, profesores, adultos mayores, entre otros) y de incorporar en su quehacer cotidiano respuestas favorables frente a la problemática ambiental existente.

Esta línea estratégica contará con la articulación entre los establecimientos educativos y hará especial énfasis en la promoción y formación de líderes ambientales que una vez concientes y apropiados de su función social y ecológica, se encargarán de propagar las experiencias aprendidas, permitiendo que los proyectos ejecutados puedan garantizar la sostenibilidad en el tiempo.

A su vez, se entiende que esta línea es transversal a las demás y, que por tanto, debe incorporarse en cada uno de los proyectos a desarrollar, dejando en la medida de lo posible, capacidad local instalada que facilite la continuidad de las acciones institucionales y permita que, con mayor frecuencia, los actores locales desempeñen papeles vitales en el desarrollo de su región.

Esta línea posee un plan denominado “Manejo Integral de los Recursos Naturales”, que se encuentra dividido en dos Programas:

a. *Divulgación*: este programa es de especial significancia en el contexto actual de la subcuenca, teniendo en cuenta que el presente POMCH incluye un componente de Diagnóstico detallado con información actualizada que debe ser conocida por toda la población de la subcuenca, especialmente en los temas de manejo de suelos, de flora y fauna, amenazas naturales por erosión y zonificación ambiental. Dicha divulgación requiere ser desarrollada especialmente en la zona rural y en cuanto se refiere a normatividad ambiental en la zona urbana con más agudeza.

b. *Formación, capacitación y gestión para la conservación*: este es un programa importante que permitirá lograr la sostenibilidad ambiental y económica de la subcuenca. Pretende descubrir, incentivar y apoyar el liderazgo innato de muchos de sus habitantes por grupos objetivo (niños, jóvenes, adultos y adultos mayores), canalizando sus potencialidades a través de temas específicos (restauración de áreas erosionadas, sistemas productivos sostenibles, formulación de proyectos, manejo de fauna y flora, etc) que permitan concretar mayor cantidad de acciones



que las actualmente logradas. Facilitará el desarrollo de procesos de apropiación en gestión para la conservación, garantizando la existencia de personas capaces de dinamizar iniciativas y proyectos, incorporando la conservación a un estilo de vida sin estar supeditado a la asistencia institucional permanente. El éxito de dicho programa determinará, en gran medida, la capacidad de réplica de las experiencias socioambientales desarrolladas en la subcuenca y su sostenibilidad en el tiempo.

El valor total estimado para esta línea es de \$589.000.000,00

#### **4.1.2 SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL**

**Objetivo General:** implementar tecnologías y sistemas productivos amigables con el ambiente que incentiven el desarrollo socioeconómico de la subcuenca. El desarrollo y expansión de estas tecnologías y sistemas será el garante para formular y gestionar propuestas de retribución por la prestación de servicios ambientales, aspecto que no solo fomentará los procesos de conservación y adecuado

aprovechamiento del suelo, sino también contribuirá al manejo integral de los recursos naturales bajo el enfoque de cuenca.

Esta línea estratégica contempla un Plan denominado “Implementación de tecnologías productivas amigables con el medio ambiente” que incluye dos Programas:

a. *Zonificación de usos y ordenamiento predial:* la zonificación de usos realizada en el presente POMCH debe ser la base fundamental y el componente orientador de la planificación del uso de los recursos naturales de la subcuenca. En este sentido, se expone el desarrollo de proyectos detallados en microzonificación de áreas de aptitud forestal y la ordenación predial como primer paso, contando con el desarrollo de incentivos, ya sea de canje ecológico o tributario, que permiten y motivan la implementación de sistemas productivos amigables con el ambiente. El realizar los proyectos teniendo en cuenta estos aspectos determinará la agudización o no del estado de los recursos naturales, especialmente del suelo, agua y bosque que repercuten directamente en la condición socioeconómica de los pobladores de la subcuenca.

b. *Implementación de sistemas productivos sostenibles:* generar una

conciencia de las tendencias nacionales e internacionales de producción agrosilvopastoril sostenible económica y ambientalmente, será uno de los pilares fundamentales de éxito en la conservación de los recursos naturales de la subcuenca y en el mantenimiento del orden social. Estos sistemas productivos deben ser establecidos acordes con la aptitud potencial del suelo como criterio principal (por ejemplo, en el componente de prospectiva se exponen algunos de los cultivos potenciales), diversificando las especies productoras, tanto animales como vegetales, que permitirán asegurar una mejor nutrición de la población (seguridad alimentaria) e ingresos económicos adicionales. Estos sistemas tienen el potencial de generar procesos organizativos entre miembros de la comunidad, permitiendo explorar nuevos mercados y especialmente, ampliar la visión del poblador hacia las nuevas alternativas de desarrollo humano.

El valor total estimado para esta línea es de \$2.328.000.000,00

#### **4.1.3 ATENCIÓN Y PREVENCIÓN DE DESASTRES NATURALES**

**Objetivo General:** prevenir y atender oportunamente los eventos de amenaza y/o desastre presentados en la subcuenca, contando con el organismo institucional debidamente dotado y capacitado además

del apoyo de una comunidad rural y urbana conciente y colaboradora organizada en brigadas de prevención y control de desastres naturales.

Esta línea estratégica de atención y prevención de desastres cuenta con un solo plan y un programa que reciben su mismo nombre y que se encamina bajo proyectos orientados en los tres casos más frecuentes en la subcuenca: remoción en masa, inundaciones e incendios forestales.

El valor total estimado para esta línea es de \$835.000.000,00

#### 4.1.4 CONOCIMIENTO DE LA OFERTA AMBIENTAL

**Objetivo General:** establecer la línea base del estado actual de los recursos naturales de la subcuenca y del potencial aprovechamiento de los mismos, en el marco de procesos investigativos y de monitoreo que orienten el desarrollo de acciones de manejo y conservación específicas.

Esta línea estratégica cuenta con dos planes:

- a. *Caracterización de la oferta y demanda ambiental:* este plan que cuenta con un programa del mismo nombre se enfocará en investigar aspectos específicos de

especies de fauna y flora, de procesos geomorfológicos, de inundaciones, reordenación y reglamentación del recurso hídrico. Todos estos elementos desarrollados bajo un enfoque holístico e integral de conocimiento que se articula y que soporta las decisiones de conservación

- b. *Monitoreo de la oferta y demanda ambiental para la adecuada toma de decisiones:* el sistema de monitoreo concebido bajo una estructura que relaciona los resultados de la línea base de los recursos naturales con mecanismos de seguimiento que aporten a la prevención de desastres naturales y a la eficaz y adecuada toma de decisiones de manejo, regulación y conservación por parte de las diferentes autoridades de planificación ambiental, quienes estarán en permanente contacto a través de un sistema en red.

El valor total estimado para esta línea es de \$8.732.000,00

#### 4.1.5 APROVECHAMIENTO DE LA BIODIVERSIDAD Y MERCADOS VERDES

**Objetivo General:** potencializar la biodiversidad existente en la

subcuenca y adoptar la estrategia de mercados verdes como mecanismo de conocimiento y manejo alternativo de los recursos naturales, especialmente los de flora y fauna, de tal manera que brinden opciones de desarrollo socioeconómico y ambiental a la población asentada en la subcuenca.

Esta línea estratégica incluye dos planes y programas con el mismo nombre:

- a. *Mercados Verdes*: el incorporar tecnologías de producción limpia, establecer cadenas productivas a partir de productos forestales y aprovechar el potencial existente en los productos no maderables (ornamentales, medicinales, industriales, etc), senderismo y ecoturismo es una

- b. alternativa económica viable para la región que debe aprovecharse teniendo en cuenta las tendencias actuales de la economía y la atracción turística principal de la ciudad de Popayán (Semana Santa).
- c. *Producción Forestal*: El desarrollo forestal a partir de la producción de semilla, ya sea para propósitos de conservación, de producción agrícola o de ornamentación es un gran potencial de la subcuenca, si se considera el gradiente altitudinal propicio para la adaptación de especies vegetales de diferentes climas. Igualmente, la producción en viveros multipropósito no solo se orienta al abastecimiento de semilla sino también se constituye en una herramienta de educación tanto ambiental como en nutrición, en caso de contar con la diversidad suficiente para generar cambios en la dieta de la población.

El valor total estimado para esta línea es de \$2.615.000,00

#### **4.1.6 MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DE VIDA**

*Objetivo General*: mejorar los niveles de calidad de vida de los habitantes de la subcuenca, al proveer los servicios

públicos, infraestructura, educación y especialmente unas fuentes hídricas descontaminadas.

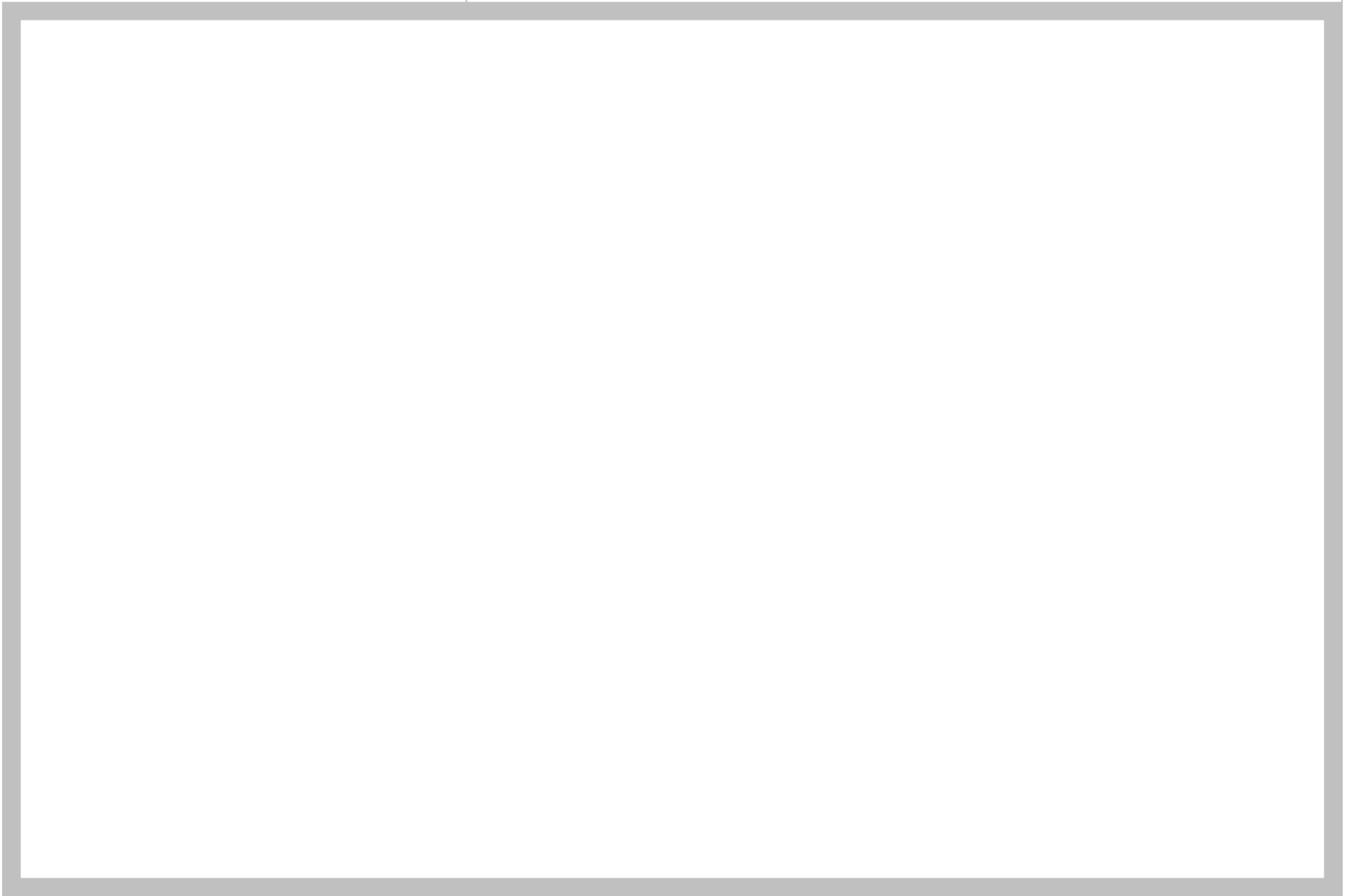
Esta línea estratégica se encuentra enunciada de manera general, teniendo en cuenta que se encuentra detallada en los programas y proyectos contenidos tanto en el Plan de ordenamiento del Municipio de Popayán, especialmente en lo referente a la zona urbana y en el Plan de Desarrollo Municipal. Por tanto, este POMCH adopta todas las iniciativas que se desarrollan en los documentos anteriormente mencionados, al igual que sus costos aproximados.

El valor total estimado para esta línea es de \$37.228.925.000.000,00

En general el Plan tiene un valor total de \$37.244.024.000.000,00 (Ver Cuadro 130), el cual se encuentra discriminado en programas y proyectos en los cuadros presentados secuencialmente.

Cuadro 130. Costo total del Plan de ordenación y manejo de la subcuenca Río Molino-Qda. Pubús

LÍNEA ESTRATÉGICA	PLAN	PROGRAMA	COSTO (millones de pesos)
EDUCACIÓN AMBIENTAL	CAPACITACIÓN Y FORMACIÓN EN EL MANEJO INTEGRAL DE LOS RECURSOS NATURALES	Divulgación	128
		Formación, capacitación y gestión	461
SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL	IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍAS PRODUCTIVAS AMIGABLES CON EL AMBIENTE	Zonificación de usos y ordenamiento predial	721
		Implementación de sistemas productivos sostenibles	1.607
ATENCIÓN Y PREVENCIÓN DE DESASTRES	ATENCIÓN Y PREVENCIÓN DE DESASTRES	Atención y prevención de desastres	835
CONOCIMIENTO DE LA OFERTA AMBIENTAL	CONOCIMIENTO Y MONITOREO DE LA LÍNEA BASE DE RECURSOS NATURALES	Caracterización de la oferta y demanda	8.452
		Monitoreo de la oferta y demanda ambiental para la adecuada toma de decisiones	280
APROVECHAMIENTO DE LA BIODIVERSIDAD Y MERCADOS VERDES	APROVECHAMIENTO DE LA OFERTA DE BIENES Y SERVICIOS	Mercados verdes	1.610
		Manejo forestal	1.005
MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DE VIDA	MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO	Descontaminación y potabilización del recurso hídrico	37.225.795
	INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS		3.130
<b>TOTAL</b>			<b>37.244.024</b>



**LÍNEA ESTRATÉGICA: EDUCACIÓN AMBIENTAL****PLAN: CAPACITACIÓN Y FORMACIÓN EN EL MANEJO INTEGRAL DE LOS RECURSOS NATURALES****PROGRAMA: DIVULGACIÓN**

NOMBRE DEL PROYECTO	INDICADOR MÍNIMO DE GESTIÓN	COSTO APROXIMADO (2006-2019)	PLAZO		
			CORTO (2006-2009)	MEDIANO (20010-2013)	LARGO (2013-2019)
Diseño e implementación en escuelas y veredas de módulos de educación ambiental enfocados en especies amenazadas y endémicas de la subcuenca, utilizando como base los libros rojos del Instituto Alexander von Humboldt y el Arca de Noé de Conservación Internacional.	-Número de módulos diseñados -Número de escuelas aplicando los módulos diseñados -Número de libros rojos (IAvH) y guías (CI) entregados a las escuelas	12.000.000,00	x		
Socialización, a través de campañas y medios audiovisuales, de los incentivos y oportunidades para promover la conservación.	- Número de campañas y medios audiovisuales aplicados -Número de personas receptoras de la información	16.000.000,00		x	
Divulgación y apropiación de los usos potenciales del suelo como base para el ordenamiento predial con fines de uso sostenible.	-Número de personas conocedoras del uso potencial del suelo	30.000.000,00	x		
Divulgación y apropiación de las regulaciones del Plan de Ordenamiento de Popayán en lo relacionado con la subcuenca y del Plan de Ordenación y Manejo de la subcuenca.	-Número de talleres de divulgación realizados -Número de veredas y comunas aplicando las regulaciones del POT Popayán y POMCH Molino-Pubús	30.000.000,00	x		
Diseño e implementación de módulos didácticos que permita apropiar el conocimiento uso y manejo tradicional y científico de las especies de flora y fauna de la subcuenca.	-Número de módulos didácticos diseñados -Número de personas con conocimiento y aplicación del uso de las especies	40.000.000,00		x	
<b>PROGRAMA: FORMACIÓN, CAPACITACIÓN Y GESTIÓN</b>					
Formación de grupos de líderes ambientales encargados de formular, gestionar y monitorear proyectos de desarrollo ambiental y socioeconómico.	-Número de grupos de líderes conformados -Número de personas capacitadas en formulación de proyectos -Número de propuestas ambientales y/o socioeconómicas	30.000.000,00		x	



	formuladas y gestionadas por los líderes ambientales		
Formación de grupos de líderes ambientales encargados de formular orientar y gestionar propuesta de biocomercio sostenible.	-Número de grupos de líderes conformados -Número de personas capacitadas en formulación de proyectos -Número de propuestas de biocomercio formuladas y gestionadas por los líderes ambientales	16.000.000,00	x

### Continuación PROGRAMA: FORMACIÓN, CAPACITACIÓN Y GESTIÓN

NOMBRE DEL PROYECTO	INDICADOR MÍNIMO DE GESTIÓN	COSTO APROXIMADO (2006-2019)	PLAZO		
			CORTO (2006-2009)	MEDIANO (2010-2013)	LARGO (2013-2019)
Formación de grupos de facilitadores en diseño e implementación de sistemas agrarios sostenibles.	-Número de grupos conformados -Número de personas capacitadas en sistemas agrarios sostenibles -Número de experiencias replicadas y/o capacitación difundida por los líderes capacitados	25.000.000,00	x		
Capacitación en el manejo adecuado de suelos de ladera y altas pendientes en las veredas El Hogar, Poblazón, Santa Elena y Santa Bárbara.	-Número de personas capacitadas en el manejo adecuado de suelos de ladera y altas pendientes	16.000.000,00	x		
Capacitación de la población rural y urbana en la selección, manejo y disposición de residuos sólidos domiciliarios e implementación de modelos piloto.	-Número de personas capacitadas -Volumen de residuos sólidos aprovechados sosteniblemente por hogares rurales	250.000.000,00 (50.000.000)*		x	
Capacitación en sistemas de compostaje reforzados con materiales minerales en las veredas Torres, Puelenje y Figueroa.	-Número de personas capacitadas -Número de predios aplicando sistemas de compostaje	25.000.000,00	X		
Fomento y gestión del sistema local de áreas protegidas (SILAP) a partir de experiencia exitosas en otras regiones.	-Número talleres realizados -Número de experiencias visitadas -Hectáreas en áreas protegidas establecidas y oficialmente declaradas -% de cobertura de la subcuenca conciente del	60.000.000,00			X

	significado e importancia del SILAP		
Consolidación de grupos de guardabosques y su formación en normatividad ambiental.	-Número de grupos constituidos y capacitados en normatividad ambiental	14.000.000,00	X
Formación de brigadas de control y prevención de incendios forestales.	-Número de personas capacitadas en control y prevención de incendios forestales -Número de brigadas oficialmente constituidas	25.000.000,00	X

\* Proyectos de inversión estimados a corto plazo por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán S.A. ESP.

### LÍNEA ESTRATÉGICA: SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL

#### PLAN: IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍAS PRODUCTIVAS AMIGABLES CON EL AMBIENTE

#### PROGRAMA: ZONIFICACIÓN DE USOS Y ORDENAMIENTO PREDIAL

NOMBRE DEL PROYECTO	INDICADOR MÍNIMO DE GESTIÓN	COSTO APROXIMADO (2006-2019)	PLAZO		
			CORTO (2006-2009)	MEDIANO (2010-2013)	LARGO (2013-2019)
Micro zonificación de áreas de aptitud forestal y desarrollo de experiencias forestales.	-Estudio de microzonificación -Número de experiencias forestales desarrolladas	18.000.000,00	X		
Ordenación predial en predios priorizadas en la subcuenca.	-Número de predios ordenados - % de predios de la subcuenca ordenados	300.000.000,00		X	
Aislamiento y recuperación de nacimientos de agua existentes en predios particulares.	-Hectáreas aisladas y recuperadas -Hectáreas regeneradas naturalmente y/o reforestadas	45.000.000,00		X	
Diseño e implementación de una propuesta de canje ecológico para apoyo de proyectos agrarios sostenibles y desarrollo social a personas comprometidas con el ordenamiento y	-Documento propuesta inscrito y avalado por la autoridad competente. -Cantidad de recursos reinvertidos en desarrollo socio-económico/año -Número de beneficiarios	350.000.000,00		X	

zonificación ambiental de la subcuenca.	de la propuesta de canje ecológico -Hectáreas aplicando sistemas agrarios sostenibles por implementación de canje ecológico Hectáreas cubiertas en bosque natural			
Diseño, gestión e implementación de una propuesta ante la Alcaldía Municipal, para implementar un incentivo tributario en predios comprometidos con el ordenamiento y zonificación ambiental de la subcuenca.	-Documento propuesta inscrito y avalado por la autoridad competente. -Número de predios beneficiarios del incentivo tributario -Cantidad de recursos económicos invertidos en el incentivo	8.000.000,00		X

### LÍNEA ESTRATÉGICA: SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL

#### PLAN: IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍAS PRODUCTIVAS AMIGABLES CON EL AMBIENTE

##### PROGRAMA: IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS PRODUCTIVOS SOSTENIBLES

NOMBRE DEL PROYECTO	INDICADOR MÍNIMO DE GESTIÓN	COSTO APROXIMADO (2006-2019)	PLAZO		
			CORTO (2006-2009)	MEDIANO (2010-2013)	LARGO (2013-2019)
Implementación de cultivos caducifolios en la parte alta de la subcuenca, veredas Poblazón y Santa Elena.	-Número de hectáreas establecidas/cultivo -Número de predios con cultivos caducifolios	240.000.000,00		X	
Implementación de Sistemas Productivos Sostenibles con énfasis en seguridad alimentaria y comercialización de excedentes en áreas	-Número de hectáreas aplicando Sistemas productivos sostenibles -Número de familias aplicando sistemas productivos sostenibles	167.000.000,00 (45.000.000)*	X		

priorizadas de la subcuenca (incluye productos agrarios, ganaderos, piscícolas y de especies menores).	-Número ingresos percibidos por familia -Número de especies nuevas incorporadas a los sistemas productivos		
Implementación de bosques productores para satisfacción de demanda de leña, madera para construcción y cercas.	-Número de hectáreas en bosque productor -Volumen de madera/leña abastecida por los bosques productores -Hectáreas de bosque natural liberado de presión por extracción	600.000.000,00	X
Mejoramiento de sistemas de producción ganadera (doble propósito) con mínimo impacto mediante practicas agrosilvopastoriles	-Número de predios aplicando sistemas agrosilvopastoriles -Número de hectáreas en sistemas agrosilvopastoriles -Volumen de producción destinada para autoconsumo y para comercialización -Ingresos económicos generados por la aplicación de sistemas agrosilvopastoriles	600.000.000,00	X

\* Proyectos de inversión estimados a corto plazo por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán S.A. ESP.

**LÍNEA ESTRATÉGICA: ATENCIÓN Y PREVENCIÓN DE DESASTRES**

**PLAN: ATENCIÓN Y PREVENCIÓN DE DESASTRES**

**PROGRAMA: ATENCIÓN Y PREVENCIÓN DE DESASTRES**

NOMBRE DEL PROYECTO	INDICADOR MÍNIMO DE GESTIÓN	COSTO APROXIMADO	PLAZO		
			CORTO	MEDIANO	LARGO

		(2006-2019)	(2006-2009)	(20010-2013)	(2013-2019)
Estabilización de suelos con procesos de erosión ligera a moderada en las veredas El Hogar, Sendero, Santa Elena y Santa Bárbara, Poblazón, Puelenje y Torres.	-Hectáreas estabilizadas por aplicación de obras biomecánicas	80.000.000,00	X		
Estabilización de suelos con procesos de remoción en masa en las veredas El Hogar, Sendero, Santa Elena y Santa Bárbara.	-Hectáreas estabilizadas por aplicación de obras biomecánicas e ingenieriles	65.000.000,00	X		
Recuperación y reforestación de las rondas de quebradas y ríos con énfasis en la zona urbana como alternativa de mitigación de inundaciones.	-Número de hectáreas reforestadas en rondas de quebradas y ríos	650.000.000,00 (250.000.000)*		X	
Reubicación de viviendas presentes en zona de alto riesgo y protección del área liberada.	-Número de viviendas reubicadas -Área de predios liberada con medidas de conservación aplicadas			X	
Refuerzo y construcción de muros de contención.	-Número y área de muros de contención construidos -Número y volumen de procesos de deslizamiento detenidos		X		
Control y prevención de incendios forestales.	-Número de incendios atendidos -Área cubierta por incendios ocurridos	40.000.000,00	X		

\* Proyectos de inversión estimados a corto plazo por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán S.A. ESP.

**LÍNEA ESTRATÉGICA: CONOCIMIENTO DE LA OFERTA AMBIENTAL****PLAN: CONOCIMIENTO Y MONITOREO DE LA LÍNEA BASE DE RECURSOS NATURALES****PROGRAMA: CARACTERIZACIÓN DE LA OFERTA Y DEMANDA**

NOMBRE DEL PROYECTO	INDICADOR MÍNIMO DE GESTIÓN	COSTO APROXIMADO (2006-2019)	PLAZO		
			CORTO (2006-2009)	MEDIANO (20010-2013)	LARGO (2013-2019)
Determinación de la distribución y estado genético de las poblaciones de roble ( <i>Quercus sp</i> ) existentes en la subcuenca y medidas para su conservación.	-Área de bosques de roble en la subcuenca -Variabilidad genética de las poblaciones de roble -Medidas propuestas y aplicadas para la conservación del roble	40.000.000,00	X		
Identificación de especies promisorias de fauna y flora y aplicación de sus usos en experiencias piloto.	-Número de especies promisorias identificadas -Número de experiencias piloto con especies promisorias	50.000.000,00		X	
Determinación del estado poblacional, comportamiento reproductivo de la rana <i>Hyla larinopigion</i>	-Densidad poblacional -Tasa de reproducción	12.000.000,00		X	
Estrategia de conservación y aprovechamiento sostenible de la rana <i>Hyla larinophigion</i> implementada en la subcuenca.	-Estudio valorativo de potencialidad de uso in situ y ex situ -Volumen potencial de suero comercializable sosteniblemente -Medidas de conservación implementadas	60.000.000,00		X	
Plan de conservación, manejo y seguimiento de las especies <i>Leopardus tigrinus</i> , <i>Hyla larinopigion</i> , <i>Gastrotheca trachipces</i> y <i>Penelope perspicaz</i> , en dos sectores de la subcuenca y monitoreo de su estado.	-Densidad de poblaciones de cada especie -Dieta caracterizada de cada especie -Hábitat caracterizado de cada especie -Monitoreo de cada especie -Acciones de conservación establecidas	100.000.000,00		X	
Elaboración de los planes de manejo de los humedales de la Subcuenca	-% de humedales de la subcuenca con planes de manejo elaborados	400.000.000,00			
Caracterización de la biodiversidad en paisajes modificados mediante establecimiento de procesos de ordenación	-Diversidad específica vegetal y animal en predios con sistemas sostenibles	20.000.000,00		X	

predial para sistemas sostenible.				
Investigación de los procesos geomorfológicos de la zona de especial manejo ambiental.	-Número de reportes atendidos -Número de simulacros realizados	24.000.000,00		X
Ordenación del recurso hídrico a partir de la oferta y demanda de la subcuenca (incluyendo la reglamentación de corrientes).	-Número de usuarios de acueductos veredales cubiertos por servicio permanente	7.394.000.000,00		X

### LÍNEA ESTRATÉGICA: CONOCIMIENTO DE LA OFERTA AMBIENTAL

#### PLAN: CONOCIMIENTO Y MONITOREO DE LA LÍNEA BASE DE RECURSOS NATURALES

##### Continuación PROGRAMA: CARACTERIZACIÓN DE LA OFERTA Y DEMANDA

NOMBRE DEL PROYECTO	INDICADOR MÍNIMO DE GESTIÓN	COSTO APROXIMADO (2006-2019)	PLAZO		
			CORTO (2006-2009)	MEDIANO (2010-2013)	LARGO (2013-2019)
Estudio detallado de la amenaza por inundación en la ciudad de Popayán (Ríos Molino, Ejido y Qda. Pubús).	-Documento de amenaza por inundación entregado	252.000.000,00	X		
Obras de mitigación en la zona inundable Río Ejido.	- % de zona inundable con obras de mitigación acertadas.	100.000.000*	X		

#### PROGRAMA: MONITOREO DE LA OFERTA Y DEMANDA AMBIENTAL PARA LA ADECUADA TOMA DE DECISIONES

Diseño e implementación de un Sistema Monitoreo como soporte a la toma de decisiones en plataforma SIG, articulado a las diferentes instancias locales y regionales de planificación.	-Sistema de monitoreo implementado y alimentado -Número de consultas al sistema de monitoreo -Número de instancias de planificación operando el sistema de monitoreo	60.000.000,00		x	X
Establecimiento de un sistema de captura de información sobre indicadores (Presión-Estado-Respuesta) de fauna, flora, suelos y aspectos socioeconómicos relacionados.	-Sistema de captura diseñado -Sistema de indicadores seleccionados -Frecuencia de estudios de inventario de componentes fauna, flora, suelos y aspectos socio-económicos	40.000.000,00		X	x
Establecimiento de Red de Estaciones Hidrométricas y de Calidad del Agua.	-Número de estaciones hidrométricas, climatológicas y de calidad de agua en operación	100.000.000,00		x	X
Establecimiento de un sistema de alertas tempranas con base en el monitoreo de las	-Número de productos con sello verde -Número de predios certificados	80.000.000,00		X	x

amenazas potenciales.

\* Proyectos de inversión estimados a corto plazo por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán S.A. ESP.

**LÍNEA ESTRATÉGICA: APROVECHAMIENTO DE LA BIODIVERSIDAD Y MERCADOS VERDES****PLAN: APROVECHAMIENTO DE LA OFERTA DE BIENES Y SERVICIOS****PROGRAMA: MERCADOS VERDES**

NOMBRE DEL PROYECTO	INDICADOR MÍNIMO DE GESTIÓN	COSTO APROXIMADO (2006-2019)	PLAZO		
			CORTO (2006-2009)	MEDIANO (20010-2013)	LARGO (2013-2019)
Implementación de experiencias piloto para aprovechamiento de productos naturales no maderables (ornamentales, resinas, aceites, medicinales).	-Número de especies aprovechadas sosteniblemente -Número de experiencias piloto -Ingresos percibidos	60.000.000,00	X	X	
Desarrollo del potencial de ecoturismo y senderismo regional, articulando el área urbana y rural de la subcuenca.	-Área y/o Km desarrollados en ecoturismo y /o senderismo -Número de predios articulados a la estrategia ecoturística -Ingresos percibidos por desarrollo ecoturístico y senderismo	700.000.000,00 (30.000.000)*	X	X	
Implementación de un proceso de análisis y	-Número y volumen de mercado A&DM-FAO	300.000.000,00		X	



desarrollo de mercados A&DM-FAO, a partir de las fincas con sistemas agrarios sostenibles.	satisfecho -Número de predios articulados al mercado A&DM-FAO -Ingresos percibidos				
Promoción y apoyo de proyectos de producción limpia con énfasis en seguridad alimentaria y producción para mercados alternativos.	-Número de proyectos piloto establecidos -Ingresos percibidos -Mercados satisfechos	200.000.000,00	X		X
Gestión de certificación con sellos verdes u otros certificados que apoyen los procesos de comercialización.	-Número de productos con sello verde -Número de predios certificados	150.000.000,00			X

**PROGRAMA: MANEJO FORESTAL**

Establecimiento de un rodal semillero de roble en la subcuenca como aporte a los procesos de conservación y mejoramiento de ingresos.	-Área del rodal bajo conservación -Peso promedio año de semillas producidas por el rodal -Ingresos percibidos	100.000.000,00			X
Implementación de viveros multipropósito comunitario regional de especies nativas como insumo a los procesos de reforestación y desarrollo productivo de la región.	-Número de especies nativas e individuos para reforestación y/o desarrollo productivo -Empleos generados	100.000.000,00			X
Adecuación al vivero municipal.	-Metros cuadrados de infraestructura adecuada	25.000.000*			
Aislamiento, regeneración natural y seguimiento de márgenes de ríos y quebradas.	-Hectáreas aisladas -Hectáreas y diversidad de bosque regenerado	780.000.000,00	X		

**LÍNEA ESTRATÉGICA: MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DE VIDA**

**PLAN: MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO**

**PROGRAMA: DESCONTAMINACIÓN Y POTABILIZACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO**

NOMBRE DEL PROYECTO	INDICADOR DE GESTIÓN	MÍNIMO	COSTO APROXIMADO (2006-2019)	PLAZO		
				CORTO (2006-2009)	MEDIANO (20010-2013)	LARGO (2013-2019)
<b>REPOSICIÓN, TERMINACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE INFRAESTRUCTURA PARA ALCANTARILLADO</b>						
Sistemade tratamiento de aguas residuales zanjas de oxidación.	-Carga total de SST y DBO reducida -Medidas de descontaminación implementadas		20.000.000.000,00	X		X

Construcción del emisor Sur-occidente.	- Metros lineales	4.350.000.000,00	X
Emisor derecho río Ejido.	Metros lineales	2.500.000.000,00	X
Emisor izquierdo río Molino.	Metros lineales	3.800.000.000,00	X
Construcción sedimentador planta de tratamiento.	Metros lineales	2.000.000.000,00	X
Ampliación de redes de diferentes diámetros.	Metros lineales	800.000.000,00	X
Reposición colector sanitario, Calle 2N carrera 11 a 12A, Barrio Monterrosales.	Metros lineales	53.300.000,00*	X
Construcción colector pluvial, Carrera 3 calle 27N a 29N, Barrio Yanaconas.	Metros lineales	71.200.000,00*	X
Reposición colector sanitario, Calle 29N carrera 4 a 5, Barrio Yambitara.	Metros lineales	58.500.000,00*	X
Construcción de 4 gaviones o envolturas en piedra con cubierta de malla inoxidable con el fin de reforzar los aliviaderos existentes al finalizar la conducción de las aguas lluvias vertidas a la Quebrada La Cantera de las calles 26BN, 26DN, 26 EN y 27. Barrio Villa Docente.	Metros lineales	25.000.000,00*	X
Alcantarillado sanitario en la ciclovia, comprendido entre las calles 25N y 32N con la carrera 5ª, con los correspondientes sumideros para aguas lluvias, Barrio los Hoyos.	Metros lineales	64.000.000,00*	X
Construcción de alcantarillado para aguas servidas, incluyendo cámaras y sumideros en la calle 3 N entre carreras 5ª y 6ª, Barrio Bolívar .	Metros lineales	36.100.000,00*	X

\* Proyectos de inversión estimados a corto plazo por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán S.A. ESP.

### LÍNEA ESTRATÉGICA: MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DE VIDA

#### PLAN: MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO

#### Continuación PROGRAMA: DESCONTAMINACIÓN Y POTABILIZACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO

NOMBRE DEL PROYECTO	INDICADOR	MÍNIMO	COSTO	PLAZO
---------------------	-----------	--------	-------	-------

	DE GESTIÓN	APROXIMADO (2006-2019)	CORTO (2006-2009)	MEDIANO (20010- 2013)	LARGO (2013-2019)
Reposición alcantarillado calle 5 entre carreras 1 y 2, Barrio La Pamba.	Metros lineales	29.800.000,00*	X		
Reposición colector sanitario, barrio Caldas	Metros lineales	29.800.000,00*	X		
Reposición alcantarillado carrera 3AE hasta la carrera 4AE contiguo al parque Santa Catalina.	Metros lineales	29.800.000,00*	X		
Construcción colector sanitario, Calle 9 Carreras 1 a 2, barrio Santa Inés.	Metros lineales	28.100.000,00*	X		
Reposición alcantarillado carrera 13 entre calles 1 y 2, Barrio El Cadillal.	Metros lineales	29.800.000,00*	X		
Terminación y reposición de colector sanitario paralelo al Colegio INEM y la red de alcantarillado de la calle 2N entre las carreras 11 y 12 y descoles en las carreras 11A y 11. Barrio los Rosales.	Metros lineales	20.000.000,00*	X		
Reposición alcantarillado calle 6ª entre carreras 15 y 17, Barrio Valencia.	Metros lineales	29.800.000,00*	X		
Reposición alcantarillado carrera 1ª con calles 17 hasta la 19. Barrio Los Sauces.	Metros lineales	38.500.000,00*	X		
Construcción alcantarillado sanitario, sector Alto Barrio Real Independencia.	Metros lineales	36.100.000,00*	X		
Reposición colector sanitario, Carrera 6BE calle 17B Barrio Maria Oriente.	Metros lineales	30.000.000,00*	X		
Reposición colector sanitario, Carrera 6AE calle 17B, barrio Maria Oriente.	Metros lineales	28.100.000,00*	X		
Construcción colector pluvial, Calle 17C .Barrio Los Andes.	Metros lineales	20.000.000,00*	X		
Reposición colector sanitario, Carrera 11A calle 13A a 14, Barrio El Limonar.	Metros lineales	15.900.000,00*	X		
Reposición colector sanitario, Carrera 13A calle 13 a 13A, Barrio El Limonar.	Metros lineales	24.000.000,00*	X		
Construcción colector pluvial, La Independencia.	Metros lineales	33.500.000,00*	X		

Construcción colector pluvial, Carrera 37 Asociación de Vivienda, Los Cristales.	Metros lineales	66.500.000,00*	X
--	-----------------	----------------	---

\* Proyectos de inversión estimados a corto plazo por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán S.A. ESP.

### LÍNEA ESTRATÉGICA: MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DE VIDA

#### PLAN: MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO

#### Continuación PROGRAMA: DESCONTAMINACIÓN Y POTABILIZACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO

NOMBRE DEL PROYECTO	INDICADOR DE GESTIÓN	MÍNIMO	COSTO APROXIMADO (2006-2019)	PLAZO		
				CORTO (2006-2009)	MEDIANO (2010-2013)	LARGO (2013-2019)
Reposición colector sanitario, manzanas 19, 20 y 27,28 Barrio Tomas Cipriano Mosquera.	Metros lineales		40.200.000,00*	X		
Construcción, Reposición colector sanitario, Barrio 31 de Marzo.	Metros lineales		10.100.000,00*	X		
Reposición colector sanitario (combinado), carrera 21A calle 7 a 8, Barrio El Libertador.	Metros lineales		46.000.000,00*	X		
Reposición colector sanitario, Calle 5A carrera 19 a 19A Barrio La Esmeralda.	Metros lineales		25.800.000,00*	X		
Reposición colector sanitario, Carrera 18A calle 2 a 2A, Barrio Pandiguando.	Metros lineales		39.500.000,00*	X		
Construcción de alcantarillado para aguas lluvias, via principal entre carrera 17 y hospital Susana López de Valencia. Barrio La Ladera.	Metros lineales		15.800.000,00*	X		
Iniciación de construcción alcantarillado de aguas pluviales de la carrera 12 (barrio Nueva Granada hasta Loma de la Virgen).	Metros lineales		20.200.000,00*	X		
Remodelación de alcantarillado carrera 19A entre diagonal 14 y calle 13. Barrio El Pajonal.	Metros lineales		12.500.000,00*	X		

Alcantarillado pluvial iniciando calle 20 hasta carrera 31 y 32 desde allí en sentido oriente a occidente hasta la calle 21 y otro tramo de la carrera 32 con calle 21ª hasta encontrar recamara ubicada en la calle 21. Barrio Valladolid.	Metros lineales	28.100.000,00*	X
Construcción alcantarillado de aguas lluvias de las carreras 33ª-33b-33c-33d. Barrio Munich.	Metros lineales	28.100.000,00*	X
Aguas lluvias cra 45(60mts); calle 7b (35mts) cra 46 (60mts); calle 7ª (50mts); calle peatonal (50mts); calle 7d (68mts). Hasta el pueste de la calle 8. Barrio SantaLibrada.	Metros lineales	28.100.000,00*	X

\* Proyectos de inversión estimados a corto plazo por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán S.A. ESP.

### LÍNEA ESTRATÉGICA: MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DE VIDA

#### PLAN: MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO

Continuación PROGRAMA: DESCONTAMINACIÓN Y POTABILIZACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO

NOMBRE DEL PROYECTO	INDICADOR DE GESTIÓN	MÍNIMO	COSTO APROXIMADO (2006-2019)	PLAZO		
				CORTO (2006-2009)	MEDIANO (2010-2013)	LARGO (2013-2019)
Construcción colector pluvial de la calle 14 con carrera 24 y 24. Barrio Chapinero.	Metros lineales		28.100.000,00*	X		
Aguas lluvias, carreras 19 y 20 iniciando desde la calle 15. Barrio Villa Garcia.	Metros lineales		28.100.000,00*	X		
Alcantarillado Barrio El Guayabal calle 8A entre carreras 20 hasta la 21, Barrio El Guayabal.	Metros lineales		17.720.000,00*	X		
Alcantarillado Transversal 25 entre la carrera 2A hasta la 32, Barrio Camilo Torres.	Metros lineales		17.720.000,00*	X		
Alcantarillado carrera 21B entre calles 2 hasta la 2A, Barrio Pandiguando.	Metros lineales		17.720.000,00*	X		
Reposición de redes de acueducto y alcantarillado cra 33 entre las calles 7 y 8. Barrio San Jose.	Metros lineales		23.000.000,00*	X		
Canalización aguas lluvias cra 41 entre 1 y 3 norte,	Metros lineales		14.000.000,00*	X		

Barrio 5 de Abril.					
Recolector aguas residuales zona alto riesgo calle 4A entre 34 y 35, Barrio Carlos I.	Metros lineales		15.000.000,00*	X	
Reposición de redes de aguas lluvias zona del romboy. Propuesta calle 3ª a calle 4E cra 58, Barrio Lomas de Granada.	Metros lineales		20.000.000,00*	X	
DISEÑO, CONSTRUCCION MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DE ACUEDUCTOS VEREDALES					
Mejora de conducciones de acueductos veredales y soluciones multi o unifamiliares.	-Número de conducciones cumpliendo las normas técnicas	de	350.000.000,00	X	X
Acueducto El Sendero.	- Obras construidas		24.000.000,00*	X	
Acueducto de Poblazon.	Obras construidas		45.400.000,00*	X	
Acueducto de Pueblillo Alto.	Obras construidas		9.900.000,00*	X	
Acueducto El Arenal.	Obras construidas		81.400.000,00*	X	
Acueducto de Montebello.	Obras construidas		14.550.000,00*	X	
Acueducto de Siloé.	Obras construidas		60.600.000,00*	X	
Acueducto de Santa Bárbara.	Obras construidas		12.650.000,00*	X	
Acueducto La Paila.	Obras construidas		12.650.000,00*	X	
Construcción acueducto de El Hogar con cobertura Pisojé Alto, San Alfonso, Claridad y El imperio.	Obras construidas		231.700,00*	X	
OTRAS INVERSIONES EN AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO					
Estudios y diseños colector marginal Quebrada Pubus parte alta.	-Documento aprobado		42.500.000,00*	X	

\* Proyectos de inversión estimados a corto plazo por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán S.A. ESP.

### LÍNEA ESTRATÉGICA: MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DE VIDA

#### PLAN: MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO

#### Continuación PROGRAMA: DESCONTAMINACIÓN Y POTABILIZACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO

NOMBRE DEL PROYECTO	INDICADOR DE GESTIÓN	MÍNIMO	COSTO APROXIMADO (2006-2019)	PLAZO		
				CORTO (2006-2009)	MEDIANO (20010-2013)	LARGO (2013-2019)
Construcción soluciones sanitarias, vereda Alto Pesares, La Unión, El Canelo, Pisojé Bajo, Santa Elena, Pomona y el Paraíso.	-No beneficiadas -No baterías sanitarias implementadas	familias	163.600.000,00*	X		
Fortalecimiento de fuentes de abastecimiento subcuenca Río Molino.	-No obras ejecutados		87.300.000,00*	X		

Saneamiento básico para fuentes de abastecimiento.	-No obras construidas	116.700.000,00*	X
Recuperación de microcuencas del sector urbano	-Areas recuperadas	118.120.000,00*	X
protección microcuencas abastecimiento acueductos veredales	-Area recuperada	55.000.000,00*	X
Obras complementarias para la implementación del plan de manejo ambiental en el matadero municipal	-Obras implementadas	100.000.000,00*	X
Dotación y mejoramiento de la central de sacrificios.	-Infraestructura instalada	60.000.000,00*	X
Continuación construcción alcantarillado pluvial El Portal de las Ferias.	-Metros lineales	49.165.000,00*	X
Estudio y diseño colector izquierdo Qda. Pubús.	- Documento aprobado	60.000.000,00*	X
Estudio y diseño interceptor aguas residuales del Río Ejido paralelo al Box Coluvert.	- Documento aprobado	150.000.000,00*	X
Reposición redes de acueducto y alcantarillado en galerías de la ciudad.	-Metros lineales	40.000.000,00*	X
Mejoramiento y o mantenimiento de las redes de acueducto y alcantarillado de las instituciones educativas.	-Metros lineales	40.000.000,00*	X
Implementación de sistemas de potabilización del agua en acueductos veredales.	-Número de acueductos veredales con infraestructura adecuada para captación, tratamiento y distribución de agua potable	300.000.000,00	X
Construcción y manejo adecuado de baterías sanitarias.	-Número de baterías sanitarias construidas -Número de familias beneficiadas -Número de familias capacitadas en el manejo de las baterías sanitarias	280.000.000,00	X

\* Proyectos de inversión estimados a corto plazo por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán S.A. ESP.

### LÍNEA ESTRATÉGICA: MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DE VIDA

#### PLAN: MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO

##### PROGRAMA: INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS

NOMBRE DEL PROYECTO	INDICADOR DE GESTIÓN	MÍNIMO	COSTO APROXIMADO (2006-2019)	PLAZO		
				CORTO (2006-2009)	MEDIANO (20010-2013)	LARGO (2013-2019)

Ampliación de la cobertura en energía eléctrica rural.	-Número de viviendas con energía eléctrica -Metros de redes de energía eléctrica en funcionamiento	750.000.000,00	X
Diseño y construcción de una vía interveredal alternativa que conecte la parte media y alta de la subcuenca con la ciudad de Popayán.	-Documento con estudio de factibilidad de construcción de la vía -Km de vía construidos -Número de veredas interconectadas	350.000.000,00	X
Dotación y funcionamiento de los puestos de salud en veredas y ciudad en general.	-Puesto de salud funcionando permanentemente. -Dotación de equipos, implementos, medicamentos y personal especializado para los puestos de salud.	280.000.000,00	x
Implementación de la unidad odontológica del centro de salud, mediante la asignación de un profesional que la operativice, prestando el servicio odontológico.	-Número de pacientes beneficiados del servicio.	720.000.000,00	x
Implementación de botiquines comunitarios en zonas estratégicas de la vereda.	-Número de botiquines comunitarios distribuidos en las veredas.	80.000.000,00	X
Reactivación y fortalecimiento de las brigadas de salud.	-Número de brigadas realizadas y beneficiarios en cada vereda por año.	40.000.000,00	X
Capacitación en nutrición, hábitos alimenticios, culinaria alternativos a la comunidad.	-Número de campañas en nutrición realizadas anualmente en cada vereda y población beneficiada.	30.000.000,00	X
Seguimiento a la malnutrición infantil y al adulto mayor en las veredas por medio de una valoración semestral.	-Informe del comportamiento de la mal nutrición en el último semestre.	40.000.000,00	X
Construcción, dotación y operación de un colegio agropecuario.	-Número de programas con énfasis agropecuario diseñados y aplicados -Área y número de estudiantes	500.000.000,00	X



atendidos			
Implementación de fuentes energéticas alternativas (hornillas ecológicas, estufas de gas, biodigestores).	-Número de familias beneficiadas	340.000.000,00	X
	-Número de fuentes energéticas distribuidas		

**BIBLIOGRAFÍA**

- Aguas En Colombia. 1995 Recursos Abundantes, Sin Uso Racional. Francisco Galán S. Fundación Corona – Fundación FES. Santafé de Bogotá D.C. – Santiago de Cali, Colombia. Mayo.
- Alberico, Michael. 1981. Lista preliminar de los murciélagos del Valle del Cauca. *Cespedesia*. 10 (39-40): 223-230.
- Albuja, L. 1999. Murciélagos del Ecuador. Segunda edición. Quito, Ecuador: Cicetronic Cía Ltda offset, 288 pp. 19 lam, 52 figs y 93 mapas.
- Aparicio, F., 1996. Fundamentos De Hidrología De Superficie. Limusa. México.
- Aranda, Jaime. 1981. Rastros de los Mamíferos Silvestres de México. Instituto Nacional de Investigaciones Sobre Recursos Bióticos, Xalapa, México. 198 pp.
- Aristizabal A, Rivera H. 1995. Descripción de arvenses en plantaciones de café. Cenicafe.
- Arteaga, S; Paz N, Enrique & Sarmiento, Diego. 1994. C.R.C - Universidad Del Cauca - Instituto De Postgrados En Vías E Ingeniería Civil Departamento De Hidráulica. Estudio de las corrientes superficiales de la meseta de popayán y su potencial hídrico..
- August, P.V. 1983. The role of habitat complexity and heterogeneity in structuring tropical mammal communities. *Ecology*, 64 (6): 1495-1507.
- Ayerbe, F.; Gómez, L. G.; López, J. P.; Ramírez, M. B.; Sandoval, J. V. y González, M. F. 2005. Avifauna de Popayán y Municipios Aledaños. En prensa.
- Barredo, José 1 , 1996. Sistemas de información geográfica y evaluación multicriterio en la ordenación del territorio. Ra-ma, España.
- Base de datos Colección de Referencia del Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca. Junio 2005.
- Banai-Kashani, R., 1989. A new method for site suitability analysis: The Analytic Hierarchy Process. *Environmental Management*, Vol. 13, No 6. Springer-Verlag, New York.
- Belk, M.C., Smith, H.D y Lawson, J. 1988. Use and partitioning of montane habitat by small mammals. *Journal of Mammalogy*, 69 (4): 688-695.
- Benavides, A., et al (2000) Comparing heuristic landslide hazard assesment techniques using GIS in the Tirajana basin, Gran Canaria Island, Spain. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, Issue I ITC, Enschede, The Netherlands.
- Carrara, A. Gis-Based Techniques For Mapping Landslide Hazard (Sf). Pagina Web [Http://Hum.Amu.Edu.Pl/~Sgp/Gw/Gwsig/Htm](http://Hum.Amu.Edu.Pl/~Sgp/Gw/Gwsig/Htm)
- Centro de Investigación de la Caña de Azúcar (CENICAÑA), 1992. INFORME ANUAL. Santiago de Cali, Colombia.
- Centro de Investigación de la Caña de Azúcar

(CENICAÑA),1995. INFORME ANUAL. Santiago de Cali, Colombia.

CEDEX, 2000. Calculo Hidrometeorológico De Aportaciones y Crecidas, versión PreAlfa 03C desarrollado por el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas, adscrito al Ministerio de Fomento de España.

Corporación Autónoma Regional del Cauca (CRC), 1996. Universidad del Cauca Instituto de estudios de postgrado en Ingeniería Civil. Plan de Manejo de la Cuenca del río Molino. p 121135.

Corporación Autónoma Regional Del Cauca C.R.C., 1996. Convenio FONADE. Monitoreo Ambiental con énfasis en el recurso hídrico, Cuenca del río Cauca. Departamento del Cauca.

Corporacion Autonoma Regional Del Cauca(C.R.C), 1996. Estudio básico y diagnostico para la reglamentación del uso del río Las Piedras. Municipio de Popayán. Departamento del Cauca.

Corporación Autónoma Regional De Caldas, Instituto Nacional De Vias. 1999. Manual para el control de la erosión. Manizales: Editor SA.

Corporación Autónoma Regional De Caldas. 1993. Lista De Chequeo de Procesos Erosivos. Manizales: Archivo Interno.

Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC), Subdirección de Gestión Ambiental, Grupo de Recursos Hídricos, 2000. Consideraciones Metodológicas En La Determinación Del Balance Demanda -

Disponibilidad. Santiago de Cali, Colombia.

Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC), Subdirección de Gestión Ambiental, Grupo de Recursos Hídricos, 2000. Demanda Hídrica. Proyecto Metodología para la Distribución del Recurso Hídrico en el Valle del Cauca (PMD). Universidad del Valle, Departamento de Mecánica de Fluidos y Ciencias Térmicas. Santiago de Cali, Colombia.

Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC), Subdirección de Gestión Ambiental, Grupo de Recursos Hídricos, 2000. Oferta Hídrica. Proyecto Metodología para la Distribución del Recurso Hídrico en el Valle del Cauca (PMD). Universidad del Valle, Departamento de Mecánica de Fluidos y Ciencias Térmicas. Santiago de Cali, Colombia.

Dahl, George. Los Peces del Norte de Colombia. Ministerio de Agricultura, INDERENA 197.

Delgado Diana; Artunduaga Diana; Concha Clara; Mosquera Angélica. Plan De Manejo Ambiental Del río Molino. 2005. Grupo De Estudios Ambientales (G.E.A.) Universidad del Cauca. 34 P. En prensa.

Doorenbos J., Pruitt W.O., 1977. Las Necesidades De Agua De Los Cultivos. Estudio Fao De Riego Y Drenaje. No.24. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma.

Eisenberg, J.F. 1989. Mammals of the Neotropics. Vol. I. Chicago: University of Chicago Press.

- Emmons, L. H. 1999. Mamíferos de los bosques húmedos de América tropical: una guía de campo. Bolivia: editorial F.A.N.. 281 pp.
- Espinel, L. 1981. Apuntes sobre la Flora de la Región Central del Cauca. Universidad del Valle. Cali.
- Etayo, F. 1986. Mapa De Terrenos De Colombia. Bogotá: Publicación Especial Ingeominas. No 14.
- Franja, 1993. Soluciones informáticas, software para calcular la similaridad de comunidades de manera cualitativa.
- Fundación Pro Cuenca Río Las Piedras, 1990. Plan de Manejo Integral de la Cuenca del río Las Piedras, Popayán.
- Galvis, German; Mojica, Iván José; Camargo, Mauricio. 1997. Peces del Catatumbo. Primera edición. D'Vinni Editores. Santa fe de Bogota, mayo
- Gentry A. 1993. A field guide to the families and genera of woody plants of Northwest South america (Colombia, Ecuador, Perú). University of Chicago.
- Gentry A. 1993. Riqueza especies y Composición Florística. EN: Colombia Pacífico. Fondo FEN Tomo I.
- GERY, Jacques. 1977. Characoids of the world. T. F. H. inc Ltda. U.S.A.
- Guzmán, Angélica y Ángela, Camargo. 2004. Importancia de los rastros para la caracterización del uso de hábitat de mamíferos medianos y grandes en el bosque de los Mangos (Puerto López - Meta, Colombia). Acta Biológica 9 (1): 11-22.
- Heithaus, E. R; Fleming, T. H. y Opler, P. A. 1975. Foraging patterns and resource utilization in seven species of bats in a seasonal tropical forest. Ecology. 56 (4): 841-854.
- Hermelín, M. 1985. Suelos, rocas y formaciones superficiales. Medellín: DYNA. N° 106.
- Hilty, S. L. and Brown, W. L. 1986. A guide to the birds of Colombia. Princeton University Press. Princeton, New Jersey. 835 pp.
- IDEAM, 2000. Registros Hidrológicos Estación Puente Carretera. Cali.
- INGEOMINAS-CVC, 2001. Evaluación del Riesgo por Fenómenos de Remoción en Masa. -Guía Metodológica-. Bogotá.
- INGEOMINAS-BRGM-ADK/KS. Microzonificación sismogeotécnica de Popayán. Publicaciones Especiales del INGEOMINAS, Santafé de Bogotá, 2: 1-224. ISSN 0121-2516.
- Linsley R., Hohler M & Paulhus J, 1986. HIDROLOGÍA PARA INGENIEROS. McGraw-Hill. México D. F.

Magurran, A.E. 1988. Ecological diversity and its measurement. New Jersey: Princeton University Press. 91-96 pp.

McAleece, N. 1997. BioDiversity Professional Beta 1. The Natural History Museum and the Scottish Association for Marine Science.

McAleece, N. 1997. Software Biodiversity Professional. The Natural History Museum & The Scottish Association for Marine Science.

Melo, O, Vargas R. 2003. Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos. Universidad del Tolima. CRQ-CARDER-CORPOCALDAS-CORTOLIMA. Ibagué.

Mendoza, A., 1998. Zonificación Agroecológica General Del Sector Quebrada Arrayanales subcuenca Del río Las Piedras, Municipio De Popayán Departamento Del Cauca. Universidad Nacional De Colombia, Sede Palmira.

MINDESARROLLO, 2000. Reglamento Técnico para el sector de agua potable y saneamiento básico – RAS. Bogotá.

Ministerio del Medio Ambiente. 2000. Guía para la Evaluación de Poblaciones de Fauna Silvestre. Fotolito América Ltda. Bogotá. 102 pp.

Ministerio De Obras Públicas Y Urbanismo, 1984. Guía para la elaboración de estudios del medio físico .Madrid.

Ministerio de Cultura, 1996, Guía Ciudad Histórica

Mojica, Iván José 1999: Lista preliminar de las especies de peces dulceacuícolas de Colombia. Rev. Acad. Colomb. Cienc., 23 (suplemento especial): 547-566.SIN 0370-3908.

MolinarI, J. 1994. A new species of *Anoura* (Mammalia Chiroptera Phyllostomidae) from the Andes of northern South America. Tropical zoology. 7: 73-86.

Moreno, Claudia E. 2001. Métodos Para Medir la Biodiversidad. M&T- Manuales y Tesis SEA. Vol. 1. Zaragoza. 84 pp.

Muñoz, Arango, J. 2003. Los murciélagos de Colombia. Sistemática, distribución, descripción historia natural y ecología. Medellín: Editorial Universidad de Antioquia. 391 pp.

Navarro, José F. y Javier, Muñoz. 2000. Manual de Huellas de Algunos Mamíferos Terrestres de Colombia. Multiempresas. Medellín, Colombia. 121 pp.

Norberg, U.M Y RAYNER, J.M. 1987. Ecological morphology and flight in bats (Mammalia; Chiroptera): wing adaptations, flight performance, foraging strategy and echolocation. Phil.trans.R.Soc.Lond. 31: 335-427.

NorusI, M.J. 1993. SPSS for Windows: Professional Statistic, Release, 6.0. Chicago: SPSS, Inc.

Orrego, A., Paris, G., 1991. "Cuadrángulo N-&, Popayán: Geología, Geoquímica y

Ocurrencias Minerales”, INGEOMINAS, Bogotá.

Pacheco, V; Solari, S y Velazco, P. M. 2004. A new species of *Carollia* (Chiroptera: Phyllostomidae) from the andes of Peru and Bolivia. Occasional papers Museum of Texas Tech University. (236): 1-15.

Paris, G., Marin, W., 1989. “Marco Geológico de la Tectónica Cuaternaria en el Suroccidente de Colombia”, INGEOMINAS, Popayán.

Páez, Vivian y Brian, Bock. 2002. Guía de Campo de Algunas Especies de Anfibios y Reptiles de Antioquia. Multimpresos, Medell

Plan De Ordenamiento Territorial, 2001. Municipio de Popayán. Documento técnico 1. Popayán.

Rangel-CH., J.O. Y Velazquez, A. 1997. Métodos de estudio de la vegetación. Colombia diversidad biótica II: Tipos de Vegetación en Colombia. Santa fe de Bogotá: Editorial Guadalupe Ltda.59-87 pp.

Remsen, J.V., Jr., A. Jaramillo, M. Noreo, J.F. Pacheco, M.B. Roblans, T.S. Schutenberg, F.G. Stiles, J.M.C. da Silva, D.F. Stotz, and K.J. Zimmer. 2005. A classification of the bird species of South America. American Ornithologists' Union. <http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.html>

Renjifo, Juan M. y Mikael Lundberg. 1999. Anfibios y Reptiles de Urra. Colina, Medellín. 96 pp.

Renjifo, L. M.; Franco-Maya A. M.; Amaya-Espinel, J. D.; Kattan, G. H. y López-Lanús B.. 2002. Libro rojo de aves de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia. 562 pp.

Rios, M et al. 2004. Guía de frutos y semillas de la cuenca medio del río Otún. Fundación Ecoandina. WSC Colombia. Primera Edición.

Rivas-Pava, M. P.; Sánchez-Palomino, P.S. Y Cadena, A. 1996. Estructura trófica de la comunidad de quirópteros en bosques de galería de la Serranía de la Macarena (Meta-Colombia). Contributions in Mammalogy: A memorial volume honoring Dr. J. Knox Jones, Jr. Museum of Texas Tech University. 237-248.

Rodier, J., 1981. Análisis de las aguas. Barcelona.

Roldan G. 1988. Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del departamento de Antioquia. Palma editores Ltda. Bogotá, Colombia. 217 p.

Sánchez-Palomino, P; RIVAS-PAVA, M. P. y Cadena, A. 1993. Composición, abundancia y riqueza de especies de la comunidad de murciélagos en bosques de galería en la Serranía de la Macarena (Meta-Colombia). Calsasia. 17 (2): 301-312.

Sanchez Velez, A. Conceptos elementales de

Hidrología Forestal. Agua, Cuenca y Vegetación. División de Ciencias forestales. Volumen I.

SIG-PAFC. Año 4, Número 14 septiembre de 1997. Sistemas de información Geográfica – Plan de acción Forestal Para Colombia.

Temez, J.R. 1977. MODELO MATEMÁTICO DE TRANSFORMACIÓN - APORTACIÓN ASINEL, Madrid – España.

Toro M. 2003. Inventarios Forestales. Ecosistemas Estratégicos, Fuentes de abastecimiento del Municipio de Popayán. Fundación Pro Cuenca río Las Piedras.

Toro, J. 2000. Árboles y arbustos del Parque regional Arvi. Corantioquia.

UNICAUCA, 1993. Manual de Hidrología. Instituto de postgrados en Vías e Ingeniería Civil. Popayán.

UNICAUCA, 1994. Estudio de las corrientes superficiales de la Meseta de Popayán. Río Las Piedras. Popayán.

UNICAUCA, 2004, Javier Velasco Mosquera. Consideraciones sobre la Arquitectura en Popayán

Van Westen, C. J., Van Duren I., Kruse H.M.G., And Tediën M.T.J., 1993. GISSIZ: training package for Geographic Information Systems in Slope Instability Zonation. ITC-Publication 15, ITC, Enschede, The Netherlands. Volume 1 : Theory.

Van Zuidam, R A, et al 1986. Aerial Photo-Interpretation in Terrain Analysis and Geomorphological Mapping. Smit Publishers, The Hague, The Netherlands.

Velez, M.C. et al. 1998. Monografías de la Flora andina. Flora arvense de la región cafetera centro-andina de Colombia. Universidad del Quindío.

Ven Te Chow, David R. Maidment and Larry W. Mays, 1993. HIDROLOGÍA APLICADA. McGraw-Hill. Santafé de Bogotá D.C., Colombia.

Villareal H., M. Alvarez., S. Cordoba., F. Escobar., G. Fagua, F. Gasth, H. Mendoza, M Ospina y A.M. Umaña. 2004. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 236 p.

W.F. Galindo, E. Murgueitio, L.A. Giraldo, A. Marin, F. Uribe y L. F. Berrío. 2003. Manejo Sostenible de los Sistemas Ganaderos Andinos. Fundación CIPAV, Cali, Colombia.

Wilson, D.E. 1973. Bat faunas: a trophic comparison. Systematic Zoology. 22: 14-29.

Zuñiga, A., Zuluaga M.T., 1999. Cuentas De Patrimonio Natural Del Recurso Hídrico En Las Cuencas De Los ríos Tuluá Y Morales. Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC), Subdirección de Planeación. Santiago de Cali, Colombia. Marzo.

<http://www.fao.org/docrep/T7202E/t7202e09.ht>

m#TopOfPage