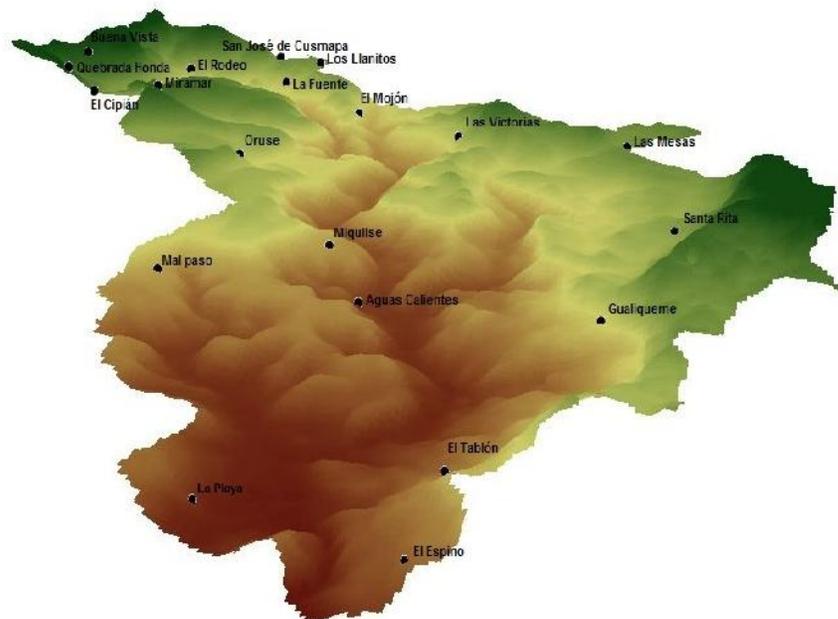




PLAN DE MANEJO Y GESTIÓN INTEGRAL SUBCUENCA DEL RÍO TAPACALÍ



**Madriz, Nicaragua
2014**

 Alianza por la Resiliencia



INDRHU
Instituto de Promoción Humana
Somoto, Madriz, Nicaragua



ACRÓNIMOS

| | |
|------------|---|
| ACC | Adaptación al Cambio Climático |
| ACH | Acción Contra el Hambre |
| AF | Sistemas Agroforestales |
| AFPF | Asociación Familia Padre Fabretto |
| AGASM | Asociación de Ganaderos de San Marcos de Colón |
| AHPROHCAFE | Asociación Hondureña de Productores de Café |
| AMMA | Asociación de Municipios de Madriz |
| AMUNIC | Asociación de Municipios de Nicaragua |
| AS | Agua Superficial |
| ASDENIC | Asociación de Desarrollo Social de Nicaragua |
| AVC | Análisis de Vulnerabilidades y Capacidades |
| BCIE | Banco Centroamericano de Integración Económica |
| BLA | Bosque Latifoliado Abierto |
| BLC | Bosque Latifoliado Cerrado |
| BPA | Buenas Prácticas Agrícolas |
| BRIMUR | Brigada Municipal de Respuesta |
| Bo | Barrio |
| CAPS | Comité de Agua Potable y Saneamiento |
| CAPRE | Norma Regional de Normativa Regional de Agua de Consumo Humano y Saneamiento para América Central y el Caribe |
| CARE | Cooperativa para la Asistencia y el Socorro a cualquiera |
| CARUNA | Caja Rural Nacional |
| CE | Conductividad Eléctrica |
| CEE | Comunidad Económica Europea |
| CRN | Cruz Roja Nicaragüense |
| CATIE | Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza |
| CDI | Centro de Desarrollo Infantil |
| CFCA | Fundación Cristiana para Niños y Ancianos |
| CLC | Concejo de Liderazgo Sandinista |
| CRN | Cruz Roja Nicaragüense |
| CIAT | Centro Internacional de Agricultura Tropical |
| COCOSAM | Cooperativa Cafetalera San Marqueña |
| COLOPRED | Comité Local para la Prevención, Mitigación y Atención de Desastres |
| COMJERUMA | Cooperativa Multisectorial de Jóvenes Emprendedores Rurales de Madriz |
| COSAMAR | Cooperativa de Servicios Agropecuarios de Miramar |
| COSUDE | Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación |
| Cyi | Coyol Inferior |
| Cys | Coyol Superior |
| DBO | Demanda Biológica de Oxígeno |
| Dd | Densidad de Drenaje |
| ENACAL | Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados |
| ENOS | El Niño y la Oscilación del Sur |
| ERN | Escuela Radiofónica de Nicaragua |
| ETP | Evapotranspiración Potencial |
| ETR | Evapotranspiración Real |
| FAO | Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación |
| FPA | Tierras forestales para aprovechamiento y producción |
| FORCUENCA | Fortalecimiento de la Gestión Local para las Cuencas del Río Patuca, Choluteca y Negro |
| FSLN | Frente Sandinista de Liberación Nacional |
| GFCV | Gabinete de la Familia, Comunidad y Vida |
| GIRH | Gestión Integrada de los Recursos Hídricos |
| GPS | Sistema de Posicionamiento Global |
| Gpm | Galones por minuto |
| GRUN | Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional |
| Ha | Hectárea |
| Hab | Habitante |

| | |
|-------------------|---|
| hr | Hora |
| ICF | Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre |
| IICA | Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura |
| INAFOR | Instituto Nacional Forestal |
| INETER | Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales |
| INFOCOOP | Instituto Nicaragüense de Fomento Cooperativo |
| INIDES | Instituto Nacional de Información de Desarrollo |
| INIFOM | Instituto Nicaragüense de Fomento Municipal |
| INPRHU | Instituto de Promoción Humana |
| INTA | Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria |
| INTUR | Instituto de Turismo |
| Km | Kilómetro |
| Km ² | Kilómetro cuadrado |
| MAGFOR | Ministerio Agropecuario y Forestal |
| MCN | Movimiento Comunal Nicaragüense |
| MEFCCA | Ministerio de Economía Familiar, Cooperativa y Asociativa |
| MINSA | Ministerio de Salud |
| MINED | Ministerio de Educación |
| M | Metro |
| Mmca | Millones de metros cúbicos anuales |
| Mm | Milímetro |
| m/m | Metro por metro |
| Mn | Manantial |
| MRE | Manejo y Restauración de Ecosistemas |
| m/s | Metro por segundo |
| Msnm | Metro sobre el nivel del mar |
| Mz | Manzana |
| NBI | Necesidades Básicas Insatisfechas |
| NTON | Normativa Técnica Obligatoria Nicaragüense |
| NTU | Unidades Nefelométricas de Turbidez |
| No | Número |
| OCSA | Obra de Conservación de Suelos y Agua |
| OD | Oxígeno Disuelto |
| ODESA | Organización para el Desarrollo Social y Ambiental |
| OG | Organismo Gubernamental |
| ONG | Organismo No Gubernamental |
| ONU | Organización de las Naciones Unidas |
| OPS | Organización Panamericana de la Salud |
| P | Precipitación |
| PAC | Productores Agrícolas de Café |
| PCaC | Programa Campesino a Campesino |
| PE | Pozo Excavado |
| PFNM | Productos Forestales No Maderables |
| PfR | Alianza por la Resiliencia |
| PGR | Procuraduría General de la República |
| POC | Pueblo Originario de Cusmapa, Sitio El Carrizal |
| Pm | Pasado meridiano |
| PMA | Programa Mundial de Alimento |
| PN | Policía Nacional |
| PP | Pozo Perforado |
| PTAP | Planta de Tratamiento de Agua Potable |
| PVS | Protección de la Vida Silvestre |
| PRESANCA | Programa Regional de Seguridad Alimentaria y Nutricional |
| Qq | Quintal |
| Qr | Caudal de retorno |
| Qsup _e | Aguas superficiales entrantes de otras cuencas |
| Qsup _s | Caudal superficial de salida |

| | |
|-------------------------------|--|
| RRD | Reducción de Riesgo de Desastres |
| SAG | Secretaria de Estado en los Despachos de Agricultura y Ganadería |
| SAN | Seguridad Alimentaria Nutricional |
| SAT | Sistema de Aprendizaje Tutorial |
| SE | Secretaría de Estado en el Despacho de Educación |
| SENASA | Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria |
| STD | Sólidos Totales Disueltos |
| Ss | Silvopastoril |
| SOYNICA | Asociación Soya de Nicaragua |
| Tc | Tiempo de Concentración |
| Tmc | Terciario Grupo Coyol |
| UCA | Universidad Centroamericana |
| UCANS | Unión de Cooperativas Agropecuarias del Norte de Las Segovias |
| UMA | Unidad Municipal Ambiental |
| UNAG | Unión Nacional de Agricultores y Ganaderos |
| UCOM | Unidad de Concertación y Cooperación Municipalista |
| UNI | Universidad Nacional de Ingeniería |
| UNICAM | Universidad Campesina |
| % | Porcentaje |
| WHO | World Health Organization |
| WI | Wetlands International |
| °C | Grado Centigrado |
| Cm | Centímetro |
| cm ² | Centímetro Cuadrado |
| CO ₂ | Dióxido de Carbono |
| CaCO ₃ | Carbonato de Calcio |
| Cl ⁻ | Anión Cloruro |
| Ca ²⁺ | Iones Calcio |
| CO ₃ ²⁻ | Carbonato |
| F ⁻ | Ión Fluoruro |
| HCO ₃ ⁻ | Iones Bicarbonatos |
| L | Litro |
| Meq | Miliequivalente |
| Mg | Miligramo |
| mg/L | Miligramo por Litro |
| Mn | Manganeso |
| Mg ²⁺ | Iones Magnesio |
| ml | Mililitro |
| meq/L | Miliequivalente por Litro |
| ng/L | Nanogramo por Litro |
| NH ₃ | Especie no Ionizada de Amonio |
| NH ₄ ⁺ | Especie Ionizada de Amonio |
| NMP | Número más Probable |
| Pt-Co | Platino Cobalto |
| SO ₄ ²⁻ | Sulfato |
| SO ₂ | Dióxido de Azufre |
| µg | Microgramo |
| µg/L | Microgramo por Litro |
| µS | MicroSiemens |
| µS/cm | MicroSiemens por Centímetro |

ÍNDICE

| | Página |
|--|---------------|
| Resumen ejecutivo | 14 |
| 1. Introducción | 23 |
| 2. Objetivos del Plan de Manejo y Gestión Integral de la subcuenca | 25 |
| 2.1. Objetivo general | 25 |
| 2.2. Objetivos específicos | 25 |
| 3. Metodología | 26 |
| 4. Descripción del área | 30 |
| 4.1. Ubicación y límites | 30 |
| 4.1.1. Ubicación política | 30 |
| 4.1.2. Ubicación geográfica | 31 |
| 4.1.3. Ubicación hidrológica | 31 |
| 4.2. Caracterización y Diagnóstico Biofísico | 31 |
| 4.2.1. Características morfométricas | 31 |
| 4.2.1.1. Parámetros de Forma | 31 |
| 4.2.1.2. Parámetros de Relieve | 32 |
| Pendiente media | 32 |
| Elevación media (Curva hipsométrica) | 33 |
| Coeficiente de Masividad | 34 |
| 4.2.1.3. Parámetros relativos a la Red de Drenaje | 34 |
| Red de Drenaje | 34 |
| Orden y número de corrientes | 37 |
| Densidad de Drenaje | 37 |
| Densidad de Corriente | 37 |
| 4.2.2. Características hidrográficas de las microcuencas que conforman la subcuenca del Río Tapacalí | 38 |
| Quebrada Honda | 38 |
| Tapacalí parte alta | 38 |
| La Sopera | 39 |
| El Gualiqueme | 39 |
| Licuata | 39 |
| Los Tablones | 39 |
| Tapacalí parte media | 39 |
| Los Cuevones | 39 |
| El Caracol | 39 |
| El Varillal | 40 |
| Tapacalí parte baja | 40 |
| Salamar | 40 |
| 4.2.3. Biodiversidad | 40 |
| 4.2.4. Aspectos físicos naturales | 43 |
| Precipitación | 43 |
| Altitud | 49 |
| Evapotranspiración Potencial (ETP) | 50 |
| Temperatura | 50 |
| Geología | 52 |
| Suelo | 54 |
| Entisol | 55 |
| Alfisol | 57 |
| Vertisol | 57 |
| Hidrología | 57 |
| Hidrogeología | 86 |
| Geomorfología | 88 |
| 4.2.5. Análisis de vulnerabilidad a eventos naturales extremos | 90 |
| Sequía | 91 |

| | Página |
|--|---------------|
| Canícula | 92 |
| El Niño y La Niña | 94 |
| 4.3. Caracterización y Diagnóstico Socioeconómico | 97 |
| 4.3.1. Población | 97 |
| Comunidades existentes | 97 |
| Distribución de la población por sexo | 98 |
| Vivienda | 100 |
| Estructuras organizativas locales | 101 |
| Migración | 104 |
| Nivel de pobreza | 105 |
| 4.3.2. Equipamiento social | 106 |
| Salud | 106 |
| Educación | 108 |
| Aspectos culturales | 111 |
| 4.3.3. Sectores económicos productivos | 114 |
| 4.3.4. Tenencia de la propiedad | 120 |
| 4.3.5. Evaluación de infraestructura física y económica | 122 |
| Transporte | 122 |
| Vías de comunicación | 123 |
| Telecomunicaciones | 125 |
| Servicio de electricidad | 126 |
| Agua y saneamiento | 127 |
| 4.3.6. Comunidades y Recursos Naturales | 130 |
| Agua | 130 |
| Bosque | 136 |
| Fauna silvestre | 149 |
| Suelo | 153 |
| 4.3.7. Valoración cuantitativa de los recursos naturales | 164 |
| 5. Análisis de la problemática | 172 |
| 6. Caracterización del marco legal e institucional | 190 |
| 6.1 Políticas y estrategias de desarrollo sostenible vigentes en Nicaragua | 190 |
| Política Ambiental | 190 |
| Política de Desarrollo Forestal | 192 |
| Política de Recursos Hídricos | 192 |
| Política de Humedales | 193 |
| Política de Ordenamiento Territorial | 193 |
| Política y Estrategia Nacional de Educación Ambiental | 194 |
| Plan Nacional de Gestión de Riesgos | 197 |
| Plan Nacional de Desarrollo Humano | 197 |
| Estrategia Nacional Ambiental y de Cambio Climático | 199 |
| 6.2. Marco legal e institucional vigente | 199 |
| 7. Zonificación | 211 |
| 7.1. Zonas de producción intensiva y extensiva | 211 |
| 7.2. Zonas de áreas protegidas | 212 |
| 7.3. Zonas de amenazas | 215 |
| 7.3.1. Inundación | 215 |
| 7.3.2. Deslizamientos de tierra | 216 |
| 7.4. Zonificación biofísica | 217 |
| 8. Programas y subprogramas de manejo | 220 |
| 9. Estrategia de implementación del plan | 244 |
| 10. Presupuesto | 248 |
| 11. Sistema de Monitoreo, Seguimiento y Evaluación | 251 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | Página | |
|----|---|-----|
| 1 | Ubicación hidrográfica de la subcuenca del Río Tapacalí | 30 |
| 2 | Curva Hipsométrica de la subcuenca del Río Tapacalí | 33 |
| 3 | Polígonos de altitud del Río Tapacalí | 34 |
| 4 | Porcentajes de áreas de microcuencas tributarias de la subcuenca del Río Tapacalí | 36 |
| 5 | Distribución mensual de la precipitación media en la subcuenca del Río Tapacalí | 45 |
| 6 | Distribución de los días con lluvia mayor de un milímetro en la parte alta, media y baja de la subcuenca del Río Tapacalí | 47 |
| 7 | Órdenes de suelos predominantes en la subcuenca del Río Tapacalí | 55 |
| 8 | Balance Hídrico Superficial de la subcuenca del Río Tapacalí | 62 |
| 9 | Normas para evaluar la calidad de las aguas de riego | 85 |
| 10 | Precipitación media mensual vs precipitación mensual durante eventos ENOS | 95 |
| 11 | Distribución de la precipitación durante los eventos El Niño en la parte alta de la subcuenca del Río Tapacalí | 96 |
| 12 | Distribución de la precipitación durante los eventos El Niño en la parte media de la subcuenca del Río Tapacalí | 96 |
| 13 | Distribución de la precipitación durante los eventos El Niño en la parte baja de la subcuenca del Río Tapacalí | 97 |
| 14 | Tipología de las instituciones que desarrollan acciones en la subcuenca del Río Tapacalí | 202 |

ÍNDICE DE ANEXO

| | Página | |
|-----|--|-----|
| A1 | Lista de Indicadores de Calidad de Recursos Naturales | 258 |
| A2 | Mapa municipios de la subcuenca del Río Tapacalí | 266 |
| A3 | Mapa de microcuencas que conforman la subcuenca del Río Tapacalí | 267 |
| A4 | Mapa de isoyetas de la subcuenca del Río Tapacalí | 268 |
| A5 | Mapa de isotermas de la subcuenca del Río Tapacalí | 269 |
| A6 | Mapa de cañícula de la subcuenca del Río Tapacalí | 270 |
| A7 | Mapa de intensidad de la cañícula durante un evento El Niño en la subcuenca del Río Tapacalí | 271 |
| A8 | Mapa de zonas de vida de la subcuenca del Río Tapacalí | 272 |
| A9 | Mapa de zonas altitudinales de la subcuenca del Río Tapacalí | 273 |
| A10 | Mapa geológico de la subcuenca del Río Tapacalí | 274 |
| A11 | Mapa de fallas geológicas de la subcuenca del Río Tapacalí | 275 |
| A12 | Mapa geomorfológico de la subcuenca del Río Tapacalí | 276 |
| A13 | Mapa de pendientes de la subcuenca del Río Tapacalí | 277 |
| A14 | Mapa de suelos de la subcuenca del Río Tapacalí | 278 |
| A15 | Mapa de suelos de capacidad de uso de la tierra del Río Tapacalí | 279 |
| A16 | Mapa de suelos de uso actual del Río Tapacalí | 280 |
| A17 | Mapa de confrontación de uso de a tierra de la subcuenca del Río Tapacalí | 281 |
| A18 | Mapa de uso propuesto de la subcuenca del Río Tapacalí | 282 |
| A19 | Mapa de calidad de suelos de la subcuenca del Río Tapacalí | 283 |
| A20 | Mapa de sitios de toma de muestras de agua en la subcuenca del Río Tapacalí | 284 |
| A21 | Mapa hidrogeológico de la subcuenca del Río Tapacalí | 285 |
| A22 | Mapa de área protegida de la subcuenca del Río Tapacalí | 286 |
| A23 | Mapa de susceptibilidad a inundación de la subcuenca del Río Tapacalí | 287 |
| A24 | Mapa de amenaza a inundación en la comunidad La Playa de la subcuenca del Río Tapacalí | 288 |
| A25 | Mapa de susceptibilidad a deslizamientos de tierra de la subcuenca del Río Tapacalí | 289 |
| A26 | Mapa de riesgo de erosión de la subcuenca del Río Tapacalí | 290 |
| A27 | Mapa de riesgo de amenaza a sequía meteorológica de la subcuenca del Río Tapacalí | 291 |
| A28 | Cálculo del componente Sistema Productivo Agroforestal para tres hectáreas | 292 |
| A29 | Cálculo del componente Sistema Productivo de Café Ecoforestal para dos hectáreas | 293 |
| A30 | Cálculo del componente Sistema Productivo Silvopastoril para siete hectáreas | 294 |
| A31 | Cálculo del componente Sistema Manejo de Bosque para diez hectáreas | 295 |
| A32 | Cálculo del componente Sistema Manejo de Regeneración Natural para diez hectáreas | 296 |
| A33 | Cálculo del componente Huertos Familiares | 297 |
| A34 | Participantes de la elaboración del Plan de Manejo de Subcuenca del Río Tapacalí, en el marco del convenio de colaboración UCA-CRN | 298 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | Página | |
|-----|---|----|
| 1 | Área y porcentaje de los siete municipios que comparten el territorio de la subcuenca del Río Tapacalí | 31 |
| 2 | Valor del Coeficiente de Compacidad (K_c) de las microcuencas que conforman la subcuenca del Río Tapacalí | 32 |
| 3 | Parámetros de relieve de las microcuencas que conforman la subcuenca del Río Tapacalí | 32 |
| 4 | Microcuencas que conforman la subcuenca del Río Tapacalí | 36 |
| 5 | Número de orden de las corrientes de la red hidrográfica del Río Tapacalí | 37 |
| 6 | Valores de longitud del río, longitud total del río, tiempo de concentración y densidad de drenaje de las microcuencas que conforman la subcuenca del Río Tapacalí | 38 |
| 7 | Composición faunística predominantes en la subcuenca del Río Tapacalí | 41 |
| 8 | Especies arbóreas predominante en la subcuenca del Río Tapacalí | 42 |
| 9 | Distribución de las Zonas de Vida predominantes en la subcuenca del Río Tapacalí | 43 |
| 10 | Generalidades de las Estaciones Meteorológicas ubicadas en el área de la subcuenca del Río Tapacalí | 43 |
| 11 | Distribución de las isoyetas en la subcuenca del Río Tapacalí | 44 |
| 12 | Establecimiento del período lluvioso en la subcuenca del Río Tapacalí | 46 |
| 13 | Distribución de las zonas altitudinales de la subcuenca del Río Tapacalí | 48 |
| 14 | Distribución de la temperatura media en la subcuenca del Río Tapacalí | 51 |
| 15 | Unidades geológicas predominantes en la subcuenca del Río Tapacalí | 54 |
| 16 | Distribución de los órdenes taxonómicos de suelo predominantes en la subcuenca del Río Tapacalí | 57 |
| 17 | Total de objetos hidrogeológicos caracterizados a nivel de microcuenca que conforman la subcuenca del Río Tapacalí | 58 |
| 18 | Total de objetos hidrogeológicos caracterizados a nivel de zona altitudinal en la subcuenca del Río Tapacalí | 57 |
| 19. | Tipología de propietarios de los objetos hidrogeológicos caracterizados en la subcuenca del Río Tapacalí | 58 |
| 20 | Fuentes de agua superficial localizadas en la subcuenca del Río Tapacalí | 59 |
| 21 | Manantiales localizados en la subcuenca del Río Tapacalí | 59 |
| 22 | Pozos excavados localizados en la subcuenca del Río Tapacalí | 60 |
| 23 | Pozos perforados localizados en la subcuenca del Río Tapacalí | 60 |
| 24 | Cálculo de la ETP de la subcuenca del Río Tapacalí | 61 |
| 25 | Cálculo del Balance Hídrico Superficial de la subcuenca del Río Tapacalí | 61 |
| 26 | Porcentaje de infiltración de acuerdo a la Unidad Geológica | 62 |
| 27 | Identificación de sitios de muestreo de agua en las tres zonas altitudinales de la subcuenca del Río Tapacalí | 64 |
| 28 | Métodos utilizados para la determinación analítica de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos realizados a las muestras de agua tomadas en las tres zonas altitudinales de la subcuenca del Río Tapacalí | 65 |
| 29 | Valores de parámetros físicos determinados a las muestras de agua en 20 sitios de muestreo (pozos excavados, pozos perforados y manantiales) en la subcuenca del Río Tapacalí | 66 |
| 30 | Valores de parámetros químicos determinados a las muestras de agua en 20 sitios de muestreo (pozos excavados, pozos perforados y manantiales) en la subcuenca del Río Tapacalí | 68 |
| 31 | Clasificación del agua en base a la dureza total determinada a las muestras de agua de pozos excavados, pozos perforados y manantiales localizados en las tres zonas altitudinales de la subcuenca del Río Tapacalí | 69 |

| | Página | |
|----|---|----|
| 32 | Valores de concentración de cinco metales pesados determinados a las muestras de agua en 20 sitios de muestreo (pozos excavados, pozos perforados y manantiales) en la subcuenca del Río Tapacalí | 71 |
| 33 | Valores de concentración de nitratos, nitritos y amonio determinados a las muestras de agua en 20 sitios de muestreo (pozos excavados, pozos perforados y manantiales) en la subcuenca del Río Tapacalí | 72 |
| 34 | Valores de concentración de Coliformes Termotolerantes determinados a las muestras de agua en 20 sitios de muestreo (pozos excavados, pozos perforados y manantiales) en la subcuenca del Río Tapacalí | 74 |
| 35 | Valores de parámetros físicos determinados a las muestras de agua superficial en cinco sitios de muestreo en la subcuenca del Río Tapacalí | 75 |
| 36 | Valores de parámetros químicos determinados a las muestras de agua superficial en cinco sitios de muestreo en la subcuenca del Río Tapacalí | 76 |
| 37 | Clasificación del agua en base a la dureza total determinada a cinco muestras de agua superficial muestreadas en la zona media y baja de la subcuenca del Río Tapacalí | 77 |
| 38 | Valores de concentración de cinco metales pesados determinados a las muestras de agua superficial en cinco sitios de muestreo en la subcuenca del Río Tapacalí | 78 |
| 39 | Valores de concentración de nitratos, nitritos y amonio determinados a las muestras de agua superficial en cinco sitios de muestreo en la subcuenca del Río Tapacalí | 79 |
| 40 | Valores de concentración de Coliformes Termotolerantes determinados a las muestras de agua superficial en cinco sitios de muestreo en la subcuenca del Río Tapacalí | 80 |
| 41 | Parámetros que están fuera de lo normado para cada sitio muestreado en la subcuenca del Río Tapacalí de acuerdo al Agua Tipo 1 | 81 |
| 42 | Parámetros que están fuera de lo normado para cada sitio muestreado en la subcuenca del Río Tapacalí de acuerdo a los valores recomendados por la Norma Regional CAPRE para agua de consumo humano | 82 |
| 43 | Parámetros de las muestras de agua que exceden los valores normados por la Norma Regional CAPRE | 83 |
| 44 | Riesgo de salinidad | 84 |
| 45 | Principales accidentes geográficos localizados en el territorio de la subcuenca del Río Tapacalí | 90 |
| 46 | Clase y rangos de pendiente predominantes en la subcuenca del Río Tapacalí | 90 |
| 47 | Distribución de las categorías de amenaza a Sequía Climatológica en la subcuenca del Río Tapacalí | 92 |
| 48 | Distribución de la intensidad de canícula en la subcuenca del Río Tapacalí | 93 |
| 49 | Distribución de la intensidad de canícula durante el evento El Niño en la subcuenca del Río Tapacalí | 93 |
| 50 | Distribución por municipio de las comunidades rurales localizadas en el territorio de la subcuenca del Río Tapacalí | 97 |
| 51 | Distribución de las comunidades en las tres zonas altitudinales de la subcuenca del Río Tapacalí | 98 |
| 52 | Distribución de las comunidades en las microcuencas que conforman la subcuenca del Río Tapacalí | 98 |
| 53 | Distribución de la población por sexo y total de familias que habitan en las comunidades localizadas en la parte alta del territorio de la subcuenca del Río Tapacalí | 99 |
| 54 | Distribución de la población por sexo y total de familias que habitan en las comunidades localizadas en la parte media del territorio de la subcuenca del Río Tapacalí | 99 |
| 55 | Distribución de la población por sexo y total de familias que habitan en las comunidades localizadas en la parte baja del territorio de la subcuenca del Río Tapacalí | 99 |

| | Página | |
|----|--|-----|
| 56 | Densidad poblacional de las tres zonas altitudinales de la subcuenca del Río Tapacalí | 100 |
| 57 | Distribución de las viviendas que existen en las comunidades localizadas en las tres zonas altitudinales del territorio de la subcuenca del Río Tapacalí | 100 |
| 58 | Aspectos relevantes de las Estructuras Organizativas Locales que se han conformado en las comunidades localizadas en el territorio de la subcuenca del Río Tapacalí | 103 |
| 59 | Aspectos relevantes del fenómeno de emigración que se presenta en las comunidades localizadas en el territorio de la subcuenca del Río Tapacalí | 104 |
| 60 | Valoración local del nivel de pobreza prevaeciente en las comunidades localizadas en el territorio de la subcuenca del Río Tapacalí | 105 |
| 61 | Nivel de pobreza en los municipios y comunidades localizadas en el territorio de la subcuenca del Río Tapacalí | 106 |
| 62 | Distribución de centros de salud, casa base, brigadistas de salud, parteras y curanderos en las comunidades localizadas en el territorio de la subcuenca del Río Tapacalí | 108 |
| 63 | Distribución de infraestructura educativa que existe en las comunidades localizadas en la parte alta de la subcuenca del Río Tapacalí | 109 |
| 64 | Distribución de infraestructura educativa que existe en las comunidades localizadas en la parte media de la subcuenca del Río Tapacalí | 110 |
| 65 | Distribución de infraestructura educativa que existe en las comunidades localizadas en la parte baja de la subcuenca del Río Tapacalí | 110 |
| 66 | Comunidades de la subcuenca del Río Tapacalí en las que los pobladores realizan trabajo de artesanía | 111 |
| 67 | Principales festividades que se celebran en las comunidades de la subcuenca del Río Tapacalí | 112 |
| 68 | Distribución de infraestructura religiosa, cementerios y religión que profesan los pobladores que habitan en las comunidades de la subcuenca del Río Tapacalí | 113 |
| 69 | Comunidades de la subcuenca del Río Tapacalí que cuentan con infraestructura deportiva | 114 |
| 70 | Actividades productivas realizadas por los pobladores que habitan en las comunidades de la subcuenca del Río Tapacalí | 114 |
| 71 | Principales cultivos establecidos en las parcelas agrícolas, tipo de ganadería y razas de ganado predominante en las comunidades de la subcuenca del Río Tapacalí | 114 |
| 72 | Aspectos relevantes de ganadería mayor que se practica en las comunidades de la subcuenca del Río Tapacalí | 116 |
| 73 | Aspectos relevantes de la ganadería menor, tenencia de bestia mular/caballar y establecimiento de huertos familiares en las comunidades de la subcuenca del Río Tapacalí | 117 |
| 74 | Acceso a crédito, método de almacenamiento de granos, comercialización de la producción y rol de la familia en actividades productivas en las comunidades de la subcuenca del Río Tapacalí | 117 |
| 75 | Aspectos relevantes de manejo de suelo que realizan los productores de la subcuenca del Río Tapacalí | 118 |
| 76 | Aspectos relevantes de fertilización orgánica e inorgánica que realizan los productores de la subcuenca del Río Tapacalí | 119 |
| 77 | Comunidades de la subcuenca del Río Tapacalí en las que los pobladores practican venta de tierra | 121 |
| 78 | Tipología y área promedio de la propiedad que poseen los pobladores que habitan en las comunidades de la subcuenca del Río Tapacalí | 121 |
| 79 | Medios de transporte utilizados por los pobladores que habitan en las comunidades de la subcuenca del Río Tapacalí | 122 |
| 80 | Estado de las vías de comunicación a las comunidades de la subcuenca del Río Tapacalí | 123 |
| 81 | Medios de comunicación social utilizados por los pobladores que habitan en las comunidades de la subcuenca del Río Tapacalí | 126 |

| | Página | |
|-----|--|-----|
| 82 | Acceso a servicio de electricidad en las comunidades de la subcuenca del Río Tapacalí | 127 |
| 83 | Fuentes hídricas de abastecimiento de agua utilizadas por los pobladores de las comunidades de la subcuenca binacional del Río Tapacalí | 128 |
| 84 | Comunidades de la subcuenca del Río Tapacalí que tienen acceso a agua potable | 128 |
| 85 | Letrinización en la subcuenca del Río Tapacalí | 129 |
| 86 | Métodos de eliminación de desechos domésticos utilizados por los pobladores que habitan en la subcuenca del Río Tapacalí | 130 |
| 87 | Fuentes de contaminación hídrica y percepción local de la calidad del agua | 131 |
| 88 | Valoración cualitativa del estado situacional de los Recursos Hídricos por parte de los pobladores que habitan en las comunidades localizadas en la parte alta de la subcuenca del Río Tapacalí | 132 |
| 89 | Valoración cualitativa del estado situacional de los Recursos Hídricos por parte de los pobladores que habitan en las comunidades localizadas en la parte media de la subcuenca del Río Tapacalí | 134 |
| 90 | Valoración cualitativa del estado situacional de los Recursos Hídricos por parte de los pobladores que habitan en las comunidades localizadas en la parte baja de la subcuenca del Río Tapacalí | 135 |
| 91 | Distribución de las áreas de bosque predominantes en el territorio de la subcuenca del Río Tapacalí | 136 |
| 92 | Aspectos relevantes del recurso bosque en las comunidades de la subcuenca del Río Tapacalí | 138 |
| 93 | Ocurrencia de incendios forestales en las comunidades de la subcuenca del Río Tapacalí | 139 |
| 94 | Acciones de reforestación en las comunidades de la subcuenca del Río Tapacalí | 139 |
| 95 | Ocurrencia de incendios forestales en las comunidades de la subcuenca del Río Tapacalí y aspectos relevantes de promoción de campañas contra incendios forestales a nivel comunitario | 141 |
| 96 | Extracción de madera por parte de los pobladores que habitan en las comunidades de la subcuenca del Río Tapacalí | 142 |
| 97 | Consumo de leña en las comunidades de la subcuenca del Río Tapacalí | 143 |
| 98 | Especies de plantas medicinales utilizadas por los pobladores que habitan en las comunidades de la subcuenca del Río Tapacalí | 144 |
| 99 | Valoración cualitativa del estado situacional del Recurso Bosque por parte de los pobladores que habitan en las comunidades localizadas en la parte alta de la subcuenca del Río Tapacalí. | 145 |
| 100 | Valoración cualitativa del estado situacional del Recurso Bosque por parte de los pobladores que habitan en las comunidades localizadas en la parte media de la subcuenca del Río Tapacalí | 147 |
| 101 | Valoración cualitativa del estado situacional del Recurso Bosque por parte de los pobladores que habitan en las comunidades localizadas en la parte baja de la subcuenca del Río Tapacalí | 148 |
| 102 | Aspectos relevantes de la fauna silvestre predominante en las comunidades de la subcuenca del Río Tapacalí | 150 |
| 103 | Valoración cualitativa del estado situacional del Recurso Fauna Silvestre por parte de los pobladores que habitan en las comunidades localizadas en el territorio de la subcuenca del Río Tapacalí | 151 |
| 104 | Niveles de riesgo de erosión en la subcuenca del Río Tapacalí | 154 |
| 105 | Clases de Capacidad de Uso de la Tierra predominantes en la subcuenca del Río Tapacalí | 156 |
| 106 | Recomendaciones de uso y manejo para los suelos de la subcuenca del Río Tapacalí en base a las Clases de Capacidad de Uso de la Tierra | 157 |
| 107 | Distribución de las categorías de uso actual del suelo en la subcuenca del Río Tapacalí | 158 |

| | Página |
|--|---------------|
| 108 Valoración cualitativa del estado situacional del Recurso Suelo por parte de parte de los pobladores que habitan en las comunidades localizadas en la parte alta de la subcuenca del Río Tapacalí | 161 |
| 109 Valoración cualitativa del estado situacional del Recurso Suelo por parte de parte de los pobladores que habitan en las comunidades localizadas en la parte media de la subcuenca del Río Tapacalí | 162 |
| 110 Valoración cualitativa del estado situacional del Recurso Suelo por parte de parte de los pobladores que habitan en las comunidades localizadas en la parte baja de la subcuenca del Río Tapacalí | 163 |
| 111 Total de indicadores por componente utilizados para valorar cuantitativamente el estado de degradación de los recursos naturales de las comunidades localizadas en el territorio de la subcuenca del Río Tapacalí | 166 |
| 112 Categoría de valoración de los indicadores por componente utilizados para valorar cuantitativamente el estado de degradación de los recursos naturales de las comunidades localizadas en el territorio de la subcuenca del Río Tapacalí | 166 |
| 113 Síntesis de indicadores por componente utilizados para valorar cuantitativamente el estado de degradación de los recursos naturales de las comunidades localizadas en las tres zonas altitudinales del territorio de la subcuenca del Río Tapacalí | 167 |
| 114 Valoración de las variables de calidad del recurso agua por parte de los pobladores que habitan en las comunidades localizadas en la parte alta de la subcuenca del Río Tapacalí | 168 |
| 115 Valoración de las variables de calidad del recurso agua por parte de los pobladores que habitan en las comunidades localizadas en la parte media de la subcuenca del Río Tapacalí | 168 |
| 116 Valoración de las variables de calidad del recurso agua por parte de los pobladores que habitan en las comunidades localizadas en la parte media de la subcuenca del Río Tapacalí | 168 |
| 117 Valoración de las variables de calidad del recurso bosque y fauna silvestre por parte de los pobladores que habitan en las comunidades localizadas en la parte alta de la subcuenca del Río Tapacalí | 169 |
| 118 Valoración de las variables de calidad del recurso bosque y fauna silvestre por parte de los pobladores que habitan en las comunidades localizadas en la parte media de la subcuenca del Río Tapacalí | 169 |
| 119 Valoración de las variables de calidad del recurso bosque y fauna silvestre por parte de los pobladores que habitan en las comunidades localizadas en la parte baja de la subcuenca del Río Tapacalí | 170 |
| 120 Valoración de las variables de calidad del recurso suelo por parte de los pobladores que habitan en las comunidades localizadas en la parte alta de la subcuenca del Río Tapacalí | 170 |
| 121 Valoración de las variables de calidad del recurso suelo por parte de los pobladores que habitan en las comunidades localizadas en la parte media de la subcuenca del Río Tapacalí | 171 |
| 122 Valoración de las variables de calidad del recurso suelo por parte de los pobladores que habitan en las comunidades localizadas en la parte baja de la subcuenca del Río Tapacalí | 171 |
| 123 Problemas socioambientales y productivos predominantes y priorizados por los pobladores que habitan en las comunidades localizadas en la parta baja de la subcuenca del Río Tapacalí | 180 |
| 124. Problemas socioambientales y productivos predominantes y priorizados por los pobladores que habitan en las comunidades localizadas en la parta media de la subcuenca del Río Tapacalí | 181 |

| | Página |
|--|---------------|
| 125 Problemas socioambientales y productivos predominantes y priorizados por los pobladores que habitan en las comunidades localizadas en la parta alta de la subcuenca del Río Tapacalí | 182 |
| 126 Resumen de la problemática de la subcuenca del Río Tapacalí | 183 |
| 127 Distribución por país de las Instituciones que desarrollan acciones en la subcuenca del Río Tapacalí | 204 |
| 128 Instituciones que desarrollan acciones en la subcuenca del Río Tapacalí | 204 |
| 129 Comportamiento de los ejes temáticos del accionar institucional en la subcuenca del Río Tapacalí | 205 |
| 130 Ejes de trabajo institucional que desarrollan actores institucionales en la subcuenca del Río Tapacalí | 206 |
| 131 Cobertura de presencia institucional | 206 |
| 132 Presencia institucional en comunidades, zona altitudinal y microcuencas de la subcuenca del Río Tapacalí | 208 |
| 133 Tipología de acciones que desarrollan las instituciones que inciden en el territorio de la subcuenca del Río Tapacalí | 211 |
| 134. Categorías de Conflictos de Uso de la Tierra en la subcuenca del Río Tapacalí | 213 |
| 135 Niveles de vulnerabilidad potencial a deslizamientos de tierra en la subcuenca del Río Tapacalí | 217 |
| 136 Distribución de las Categorías de Uso Propuesto la Tierra para la subcuenca del Río Tapacalí | 220 |
| 137 Resumen de los componentes del Programa Manejo agroecológico y diversificación de fincas | 240 |
| 138 Costo de Componentes y Programas del Plan de Manejo y Gestión Integral de la subcuenca del Río Tapacalí | 249 |
| 139 Set mínimo de indicadores para el Manejo y Gestión de la subcuenca del Río Tapacalí | 254 |

RESUMEN EJECUTIVO

Palabras Claves: subcuenca, Río Tapacalí, pendiente media, elevación media, perímetro, densidad de drenaje, red de drenaje, microcuenca, afluente, exorreica, tiempo de concentración, escurrimiento superficial, precipitación, temperatura, canícula, altitud, zona de vida, sequía, erosión, El Niño, La Niña, deslizamiento de tierra, área protegida, recurso hídrico, agua, geología, relieve, pendiente, suelo, biodiversidad, uso de la tierra, degradación, inundación, deslizamiento de tierra, capacidad de uso, zonificación biofísica, capital hídrico, pozo perforado, pozo excavado, manantial, calidad del agua, contaminación, balance hídrico, fuentes de agua, acuífero, caudal, recarga hídrica, conflicto de uso de la tierra, agua potable, riego, deforestación, riesgo, comunidad, municipio, hombre, mujer, población, familia, vivienda, nivel de pobreza, centro de salud, escuela, religión, cementerio, ingreso económico, actividad productiva, camino, agua, letrina, calidad del agua, contaminación, clima, cambio climático, variabilidad climática.

La subcuenca del Río Tapacalí se ubica en la parte alta de la cuenca del Río Coco (Cuenca No. 45), en la Región Central de Nicaragua y Región Sur de la República de Honduras. Tiene una superficie de 156.93 Km² (15,693 Hectáreas) y es compartida por la participación territorial de siete municipios (Somoto, San Lucas, Las Sabanas, San José de Cusmapa, Pueblo Nuevo, San Juan de Limay y San Marcos de Colón). La conforman doce microcuencas, tres microcuencas provienen de territorio hondureño y nueve microcuencas drenan sus aguas en territorio nicaragüense; ocho microcuencas son intermunicipales.

En el territorio se localizan diecinueve comunidades rurales y el casco urbano del municipio de San José de Cusmapa. Once comunidades rurales, son comunidades indígenas, de las cuales cuatro comunidades (El Rodeo, Los Llanitos, El Mojón y La Fuente) están adscritas a la jurisdicción político-administrativa del municipio de San José de Cusmapa; y siete comunidades (La Playa, El Tablón, El Espino, Mal Paso, Gualiqueme, Aguas Calientes y Miquilse) pertenecen al municipio de San Lucas.

Presenta forma oval oblonga a rectangular oblonga (coeficiente de Gravelius igual a 1.59), perímetro de 70.79 kilómetros, pendiente media de 3.3%, elevación media de 1104.64 msnm, un coeficiente de masividad de 7.04 m/km² que la categoriza como subcuenca muy montañosa, densidad de drenaje de 0.72 km/km² por lo que la velocidad de respuesta del escurrimiento superficial es relativamente baja y tiene una eficiencia de drenaje alta. La red de drenaje está constituida por corrientes de régimen efímeras e intermitentes. El total de longitud de toda la red de drenaje es de 29.04 kilómetros y el valor de la longitud de ríos corresponde a 112.40 kilómetros. El tiempo de concentración es de 1.73 horas.

El patrón de drenaje es dendrítico (tributario en forma de árbol) y subparalelo (tributarios con ángulos dispuestos más o menos de 45°). De acuerdo al criterio del destino final del escurrimiento superficial, se clasifica como una unidad hidrológica de tipo exorreica o abierta porque drena sus aguas hacia el Río Coco. Se caracteriza por su gran caudal durante el período lluvioso y dentro de la clasificación de ríos, su cauce principal es considerado como río de régimen permanente.

El régimen de lluvias presenta un patrón bien definido de dos épocas: una lluviosa y otra seca, las cuales tienen una duración de seis meses cada una de ellas. La precipitación media anual es de 1286 milímetros, de los cuales 1160 milímetros se

registran en la época lluviosa (mayo a octubre) y en la época seca (noviembre a abril) un promedio 126 milímetros. El inicio del período lluvioso queda establecido entre el 21 y 23 de mayo. Se presentan dos picos de máxima precipitación, uno en junio y otro en septiembre. En el comportamiento anual de la lluvia se presenta una disminución drástica de las mismas entre los meses de julio y agosto, conocida popularmente como el fenómeno de la canícula. La subcuenca presenta una alta probabilidad de ser afectada por déficit de lluvia durante un evento El Niño.

Los valores medios mensuales de temperatura máxima se registran en los meses de abril y mayo, a finales del período seco e inicio del período lluvioso, con valores de 26.5 y 26.3°C; y los valores de temperatura media mínima ocurren entre los meses de diciembre y enero, con magnitudes que oscilan entre 22.7 y 22.6°C. Los valores máximos de temperatura se registran en abril y mayo; oscilando entre 32.6 y 32°C en diferentes puntos de la subcuenca.

Los valores de temperatura que se presentan en el territorio no representan ninguna restricción para el desarrollo de los cultivos de granos básicos, café y hortalizas, ya que el comportamiento actual todavía se encuentran dentro de los valores umbrales requeridos por dichos cultivos. Sin embargo, una tendencia hacia el incremento de las mismas en los años venideros, puede incrementar el riesgo para el desarrollo de los cultivos predominantes.

En el estudio “Elaboración de escenarios climáticos actuales y futuros del proyecto “Enfoque territorial contra el cambio climático, medidas de adaptación y reducción de la vulnerabilidades en la Región de Las Segovias- Nicaragua”, donde se ubican seis municipios (Somoto, San Lucas, Las Sabanas, San José de Cusmapa, Pueblo Nuevo, San Juan de Limay) insertos en el territorio de la subcuenca del Río Tapacalí; se destaca que sobre el clima futuro, los modelos de predicción de cambio climático (19 GCMs) indican que la precipitación anual disminuirá y las temperaturas máximas y mínimas mensuales se incrementarán moderadamente para el año 2020 y continuarán aumentando progresivamente para el año 2080. El clima en general se volverá más cálido con un aumento en la temperatura de 0,9°C para el 2020 y 2,1°C en el 2050 y será más seco con un número acumulativo de meses secos que aumenta de 6 a 7 meses y una reducción de 120 milímetros en la precipitación anual (COSUDE, PNUD, MARENA & INETER, 2013).

El 12% del área de territorio presenta intensidad de canícula débil, el 59.5% canícula moderada y el 27.7% canícula severa. En la parte alta normalmente el período canicular tiene un comportamiento severo, iniciando en la primera decena de julio y extendiéndose hasta la segunda decena de agosto, con un período aproximado de 52 días. En la parte media a lo largo del Río Tapacalí hasta las comunidades La Playa y El Espino, el comportamiento de la canícula es moderado, y se manifiesta entre la primera decena de julio y la segunda decena de agosto, teniendo una duración aproximada de 38 y 40 días. En la zona oriental entre la comunidad Miramar y Mal Paso, se presenta un comportamiento débil de la canícula, manifestándose entre la segunda decena de julio y segunda decena de agosto con una duración aproximada de 20 a 35 días.

Cuando se presenta el evento El Niño, el período canicular se torna severo en casi toda la subcuenca, presentándose esta disminución de las precipitaciones entre la primera decena de julio y primera decena de septiembre, con una duración de 60 a 70 días.

Según la Clasificación Climática de Holdridge, se identifican cuatro Zonas de Vida: Bosque Seco Tropical, Bosque muy Seco Tropical, Bosque Seco Subtropical Premontano y Bosque muy Seco Subtropical.

Con base a la zonificación altitudinal, se destacan tres zonas bien diferenciadas: en la parte baja las elevaciones varían desde los 664 hasta 970 msnm, en la parte media se encuentran elevaciones entre los 971 hasta 1200 msnm, mientras que en la parte alta se presentan elevaciones desde los 1201 hasta 1710 msnm. La parte baja representa el 30.7% del área total de la subcuenca, la parte media y alta el 36.4 y 32.9% respectivamente.

La subcuenca se encuentra ubicada en la Provincia Geológica denominada Tierras Altas del Interior, predominando las rocas ígneas del grupo Coyal. La geología pertenece a la Unidad Geológica del grupo volcánico Somoto Superior (Mioceno Superior). Posee estructuras geológicas que son de carácter lineales (fracturas y fallas) y de morfología circular; asociadas a relictos de antiguos y recientes centros volcánicos. El territorio presenta una gran cantidad de fallas y es atravesado por un sistema de fallas sísmicas locales. Tectónicamente, la subcuenca se encuentra asentada en la falla que pasa en la planicie aluvial del Río Coco. Las Unidades Geológicas predominantes son Coyal Inferior (Cyi) y Coyal superior (Cys), que se distribuyen en el 86.2 y 13.8% respectivamente del área total de la subcuenca.

En el territorio las pendientes varían ampliamente, se diferencian siete rangos de pendiente. Las condiciones topográficas en cuanto a la forma del terreno y la pendiente de los suelos indican que las pendientes dominantes son las del rango del 15 al 30% (fuertemente ondulada), distribuidas en la parte media-alta, las cuales representan el 35.6% del área total de la subcuenca. Los terrenos con pendiente escarpada a muy escarpada (mayor de 30%), ocupan el 25.6% (40.18 km²) y se distribuyen en la parte alta. En cambio los terrenos con pendiente plana a suavemente ondulada (0 - 8%), constituyen el 17.2% (27.03 km²) del área total y se distribuyen en la parte baja; y el 21.5% corresponden a pendientes onduladas (8 - 15%).

Predominan los suelos con poco desarrollo del orden Entisol (6983 hectáreas), seguido de suelos más desarrollados del orden Alfisol (2166 hectáreas), y en una buena proporción se encuentran los suelos del orden Vertisol (6544 hectáreas). Los subgrupos taxonómicos del orden Entisol (Lithic Ustorthents y Typic Ustifluents) califican en la categoría de baja y alta calidad respectivamente; en cambio los suelos del orden Vertisol y Alfisol califican en la categoría de moderada y alta calidad respectivamente.

Se identifican cinco categorías de uso de la tierra; con predominancia de tacotales, cultivos anuales y pastos; bosques latifoliados y bosques de pinos fuertemente intervenidos. Estos grupos de vegetación se encuentran en diferentes estados de

intervención de acuerdo a las actividades desarrolladas por los habitantes de la subcuenca con el propósito de garantizar la subsistencia alimentaria.

El 28.2% del territorio presenta vocación forestal debido a las limitaciones de pendiente, pedregosidad y poca profundidad que presentan los suelos; el 41.9% debe ser destinado a áreas de conservación y protección de la vida silvestre. El área apta para cultivos en surco representa el 29.9% del territorio; sin embargo, la mayor parte de esta área tiene moderadas restricciones que limitan el uso a cultivos semi-perennes y perennes.

Una proporción importante del territorio está siendo utilizado por encima de su capacidad de uso, ya que el 76.2% del territorio presenta conflicto de uso de la tierra alto a muy alto. Si a esto se le suma el 14.6% del territorio que presenta conflicto moderado de uso de la tierra; en el 90.8% del territorio de la subcuenca, el uso que se le está dando a los suelos pone en riesgo la sostenibilidad de los ecosistemas.

Partiendo de lo establecido en el Decreto 78-2002, en la Norma Técnica Nicaragüense para el Uso y Manejo del Suelo (NTN 11 020 - 07) y tomando en consideración la realidad socioeconómica y productiva de la subcuenca, se propone la siguiente Zonificación Biofísica para el territorio: Tierras aptas para la agricultura (14.3%), Tierras aptas para Sistemas Agroforestales y Manejo Forestal (43.8%) y Protección de la Vida Silvestre (41.9%).

El potencial y/o capital hídrico que posee la subcuenca es aprovechado a través de pozos excavados, pozos perforados y manantiales que sirven para abastecimiento de agua potable y usos domésticos, así como el aprovechamiento de quebradas surgidas de sistemas de fallas y fracturas en los cerros, estas fuentes de agua abastecen a las comunidades durante el invierno y verano. Sin embargo en el periodo de verano, la población tiene problemas de abastecimiento de agua ya que disminuyen los caudales de ríos, pozos y manantiales. Actualmente, la población hace un manejo inadecuado de las fuentes superficiales y subterráneas que abastecen de agua a las comunidades.

La mayoría de las fuentes hídricas (superficial y subterránea) que posee la subcuenca necesitan de tratamientos previos para eliminar problemas de Color, Turbiedad, Hierro, Amonio y Coliformes Termotolerantes; ya que estos parámetros exceden los valores recomendados y máximo admisibles de la Norma de Calidad de Agua para consumo humano (Norma Regional CAPRE) y la Normativa Técnica Obligatoria Nicaragüense para agua de uso domésticos o industrial (Categoría 1A) (NTON 05 007-98). Los valores de parámetros como pH, Dureza Total, Conductividad Eléctrica, Sólidos Totales Disueltos, Sulfatos, Fluoruros, Fósforo, Nitratos y Nitritos no exceden los valores recomendado y máximo admisible para agua de consumo humana de la Norma Regional CAPRE. Todas las concentraciones de los metales pesados (Aluminio, Arsénico, Plomo, Manganeso) se encuentran muy por debajo de los valores recomendados y máximos admisibles para agua de consumo humano de la Norma Regional CAPRE y de los valores normados para agua de uso doméstico o industrial (Categoría 1) y agropecuario (Categoría 2) (NTON 05 007-98). La excepción es el hierro total, el cual excede los valores normados de la Norma Regional CAPRE y de la Categoría 1A de la NTON 05 007-98.

El riesgo de contaminación de los recursos hídricos por plaguicidas es muy bajo, ya que las concentraciones son mucho menores a los valores regulados para aguas de consumo humano y para la vida acuática; por lo tanto aún no hay ningún riesgo significativo para la salud de la población.

Las fuentes de agua pueden ser utilizadas para irrigación, ya que al comparar los datos de los parámetros evaluados con los valores normados para agua de uso agropecuario (NTON 05 007-98) se encuentran por debajo de los valores estipulados. Además estas aguas muestran baja salinidad y bajo contenido de sodio por lo que son aptas para todo cultivo. El tipo hidroquímico predominante de las aguas es el tipo bicarbonato-cálcico-magnésico lo que indica recarga reciente en las zonas.

El Balance Hídrico Superficial realizado indica que existe déficit de agua en los meses secos de noviembre a abril. Se presentan valores máximos de escurrimientos superficiales en septiembre y octubre (136 y 116 milímetros) y un valor total para el período 1971-2010 de 303 milímetros. Considerando un valor de 47.55 mmca (millones de metros cúbicos anuales), en toda la subcuenca. Este caudal disminuye en el período seco, lo que hace indicar que el agua que mantiene el Río Tapacalí es producto de la relación hidráulica existente entre el agua superficial vs el agua subterránea.

El aprovechamiento del agua subterránea se da principalmente por extracción a través de manantiales y pozos, y corresponde a un valor de 0.50 mmca. De acuerdo a la demanda futura del uso y consumo de los recursos hídricos, estos pueden ser aprovechados bajo principios de conservación y protección, considerando el 60% de la recarga obtenida del Balance Hídrico Subterráneo (7 mmca); lo cual corresponde a un volumen de 4.2 mmca. De acuerdo a estudios hidrogeológicos el valor de 60% es considerado como conservativo según los conceptos de sostenibilidad de los recursos hídricos. No obstante, se puede manejar una planificación y extracción conforme al aumento de la población y el régimen hídrico que satisfaga la conservación y protección.

No se encuentran acuíferos de gran importancia hidrogeológica, debido a que el medio geológico está formado por rocas de baja permeabilidad secundaria y transmisibilidad de baja a media. Sin embargo, la existencia de fallas y fracturas originan acuíferos colgados que forman numerosos manantiales en diferentes cotas topográficas. En el perfil geológico de los pozos existentes se puede apreciar que la estratigrafía del medio en los primeros estratos (0 a 5 pulgadas) es arcilla, de 5 a 140 pulgadas es toba, y de 140 a 250 pulgadas el material encontrado corresponde a bolones, esto se presenta en todos los sitios perforados. En los pozos excavados la profundidad del agua con respecto al nivel del terreno varía de 1.41 metros a 11.48 metros. En cambio en los pozos perforados, la profundidad varía de 10.7 a 40 metros.

Los caudales de los pozos perforados varían de 5 a 50 gpm (galones por minuto) y la mayoría se localiza en posibles sitios de fallas y fracturas. El sistema de recarga y descarga de las aguas subterráneas puede asumirse como un movimiento discontinuo hacia las partes más bajas a través de fallas. Este sistema, se encuentra con barreras

geológicas que obligan al agua subterránea a descargar y formar manantiales que sirven de suministro de agua potable y a la vez forman los ríos existentes en la zona. La mayor concentración del agua subterránea, se mueve en el sistema de fracturas y fallas, lo cual permite la formación de manantiales y esto a su vez formar quebradas que descargan al Río Tapacalí. El volumen de recarga en el medio hidrogeológico es de 7 mmca (millones de metros cúbicos anuales), el cual compensa la extracción realizada (0.50 mmca) y se podría aprovechar al menos el 60% de este valor (4.2 mmca) bajo manejo racional.

En la subcuenca no se ha realizado un estudio específico de la composición florística y faunística. Sin embargo, de acuerdo a la información proporcionada por los colaboradores claves que participaron en los Talleres Participativos de Diagnóstico Comunitario, fue posible realizar una generalización que revela que la composición florística está compuesta por bosque latifoliado caducifolio, bosque de pinos, bosque mixto, robledales, regeneración natural, bosques secundarios, bosques riparios (ribereños y/o galería) y vegetación arbustiva y herbácea. La diversidad faunística es variada y está compuesta por especies de aves, mamíferos y reptiles. La explotación irracional y el manejo inadecuado de los recursos naturales, la contaminación y degradación ambiental por acciones antrópicas ha deteriorado la biodiversidad en la subcuenca.

En el área de la subcuenca se localizan 1,374 hectáreas del Área Protegida Reserva Natural Las Serranías Tepesomoto-La Pataste, lo cual representa el 8.8% del área total de la misma; y se insertan en dicha tres comunidades del municipio Las Sabanas (El Cipián, Quebrada Honda, Buena Vista) y la comunidad El Rodeo que pertenece al municipio de San José de Cusmapa.

La subcuenca ha sido afectada por el fenómeno de inundaciones, principalmente en su parte baja, hacia la desembocadura con el Río Coco. El único fenómeno hidrometeorológico que ha producido daños por inundación fue el huracán Mitch. El 89% de las comunidades rurales (17) y el casco urbano del municipio de San José de Cusmapa ubicado en el territorio no presentan riesgo a inundaciones, debido a su ubicación geográfica respecto al cauce principal de los ríos o quebradas más cercanos a ellas, y principalmente por la elevación (msnm) que poseen. Solamente dos comunidades (La Playa y Aguas Calientes) presentan grado de susceptibilidad ante inundación Alto y Medio respectivamente.

Las áreas que tiene riesgo a deslizamiento de tierra se ubican en casi todo el territorio de la subcuenca. El 93.3% (146.42 Km²) del área total presenta riesgo a deslizamientos de moderado a alto.

El cambio de uso de la tierra, la deforestación y la poca adopción de Obras de Conservación de Suelos y Agua (OCSA), han hecho del territorio un área muy degradada, donde predomina agricultura de subsistencia y ganadería extensiva; lo cual ha incrementado el riesgo de erosión hídrica de los suelos. Los suelos que presentan riesgo de erosión hídrica normal y bajo según pendiente y uso del suelos ocupan el 52% del área; el 5.8% del territorio presenta riesgo de erosión severa, el 12.3% corresponde a riesgo de erosión muy severa y los suelos con riesgo de erosión

catastrófica ocupan 4692 hectáreas (29.9% del área total). Los niveles de erosión severa, muy severa y catastrófica cubren el 48% del área de la subcuenca, y corresponde a las áreas de pendientes más pronunciadas, áreas de cultivos agrícolas en laderas sin OCSA y conflictos de uso del suelo clasificado de alto a muy alto, lo cual ha acelerado los niveles de erosión.

La subcuenca se ubica aledaña a la zona de menores acumulados de precipitación media anual conocida como Zona Seca de Nicaragua, por lo tanto es una zona propensa a ser afectada por sequía meteorológica. La mayor amenaza de sequía se presenta en la parte sur y alta de la subcuenca; se distribuye en el 4.6% (720 hectáreas) del territorio y afecta a la comunidad Los Llanitos y casco urbano del municipio de San José de Cusmapa. La categoría de amenaza media a sequía se presenta en la parte sureste, representa el 42.3% (6633 hectáreas) del área total de la subcuenca; y afecta a doce comunidades (El Espino, La Playa, El Tablón, El Mojón, Buena Vista, La Fuente, El Rodeo, Las Victorias, Quebrada Honda, Gualiqueme, Las Mesas y Santa Rita). La categoría de amenaza baja a sequía representa el 53.1% (8340 hectáreas) del área total de la subcuenca. Se presenta en la parte central y oriental del territorio, afecta las comunidades Mal Paso, Aguas Calientes, Miquilse, Oruse, El Cipián, y Miramar.

En la unidad hidrológica habitan 8637 personas, de las cuales 4389 son hombres y 4248 son mujeres. La población se encuentra distribuida en 2019 familias. Existen 1905 viviendas distribuidas en las tres zonas altitudinales. En la parte alta se distribuye el 56.4% (4867 habitantes) de la población debido a que se localiza el casco urbano del municipio de San José de Cusmapa, en la parte media se concentra el 16.4% (1418 habitantes) y en la parte baja vive el 27.2% (2352 habitantes) de la población total. La parte alta de la subcuenca es la que presenta la mayor densidad poblacional (94.12 hab/Km²). Se presentan niveles de pobreza considerables que denotan Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) de las familias. El promedio refleja el 16.35% de No Pobres, el 29.6% de Pobres No Extremos, un 54% de Pobres Extremos; y una pobreza total de 83.65%. Se localizan dos Centros de Salud, uno en la parte alta Casco (Urbano del municipio de San José de Cusmapa) y uno en la parte baja (La Playa). Existen ocho casas base, 38 parteras, 94 brigadistas de salud y siete curanderos. En el casco urbano del municipio de San José de Cusmapa hay una casa materna donde las mujeres embarazadas reciben buena atención antes del parto.

Los pobladores de las comunidades profesan la religión católica y evangélica. Las comunidades que no poseen cementerio son las siguientes: Quebrada Honda, El Cipián y Oruse (parte alta), El Mojón, La Fuente y Miquilce (parte media) y tres comunidades (La Playa, El Tablón y Aguas Calientes) localizadas en la parte baja de la subcuenca; los pobladores de estas comunidades utilizan los cementerios que se encuentran localizados en las comunidades vecinas, casco urbano de los municipios de San José de Cusmapa, Las Sabanas y Somoto.

La principal actividad productiva que genera ingresos económicos a las familias lo constituye la agricultura y ganadería. Otras actividades que generan ingresos a la economía familiar son las pequeñas pulperías, trabajo durante época de corte de café, trabajo como jornalero, trabajo de lavado y planchado que realizan las mujeres en el

casco urbano de los municipios de San José de Cusmapa, Las Sabanas, San Lucas y Somoto, horneado, venta de artesanía. Además, algunos pobladores realizan trabajo asalariado en instituciones públicas o privadas, o como maestros. La comercialización de huevos, gallinas, cerdos, hortalizas y frutas; también genera ingresos económicos.

Los principales cultivos que se han establecido en las parcelas agrícolas de los productores/as son maíz, frijol, millón, sorgo, maicillo y café. Se han introducido nuevos cultivos como: tomate, chiltoma, repollo, pepino, cebolla, chile, camote, yuca, lechuga, chí, aguacate, cítricos. En los cultivos tradicionales se utilizan variedades criollas y mejoradas; y la siembra se realiza en primera y postrera. La responsabilidad de la comercialización de la producción la realiza generalmente el hombre. Algunas mujeres de las comunidades participan en actividades agrícolas; al igual que algunos niños/as; lo cual representa un aspecto importante del rol que tienen los miembros del núcleo familiar en las actividades productivas. El tipo predominante de tenencia de la tierra es privada.

En el interior de todas las comunidades existe una red de caminos que comunica a las viviendas unas con otras y a los sectores que la conforman. Por lo general, las vías de comunicación a las comunidades en la época de verano son buenas; en cambio en invierno se encuentran en regular o mal estado. El principal medio de transporte que utilizan los pobladores para movilizarse a lo interno de la comunidad o a comunidades vecinas y/o aledañas es a pie, a caballo y en bicicleta.

Las viviendas de la comunidad Aguas Calientes no cuentan con infraestructura sanitaria (letrinas), esta situación representa un riesgo ambiental debido a que los pobladores al no tener acceso a esta infraestructura sanitaria practican fecalismo al aire libre, lo cual representa un foco de contaminación. Solamente en cinco comunidades rurales (Quebrada Honda, Miramar, Las Victorias, Miquilse y El Espino) todas las viviendas poseen letrinas. En el casco urbano de San José de Cusmapa unas letrinas que poseen las viviendas no están en buenas condiciones y además por la alta humedad que existe en la zona estas se inundan y causan contaminación en la zona urbana. Los desechos domésticos (basura) generados en las viviendas de los pobladores que habitan en las comunidades, generalmente se queman y entierran.

Siete comunidades rurales (Oruse, Santa Rita, Las Mesas, El Mojón, La Fuente Aguas Calientes y Gualiqueme), las viviendas no tienen acceso a servicio de electricidad. En cuatro comunidades rurales (Quebrada Honda, El Cipián, Miquilse y El Tablón), todas las viviendas cuentan con energía eléctrica.

Diez comunidades rurales (Buena Vista, Cipian, El Espino, Los Llanitos, Miramar, Oruse, Quebrada Honda, Las Mesas y Santa Rita) tienen acceso a agua potable. La comunidad Buena Vista abastece de agua a la comunidad Quebrada Honda; la comunidad El Cipián abastece a la comunidad Villa El Carmen y la comunidad El Espino abastece a las comunidades El Tablón y La Fraternidad del municipio de San Marcos de Colón en Honduras. En ocho comunidades rurales (Aguas Calientes, El Rodeo, El Tablón, Las Victorias, Gualiqueme, Los Llanitos, La Fuente y El Mojón) no existen Comités de Agua Potable y Saneamiento (CAPS), en trece comunidades rurales se ha conformado esta organización comunitaria para la Gestión Integrada de

los Recursos Hídricos; y en las comunidades Las Mesas y Santa Rita adscrita a la jurisdicción político-administrativa del municipio de San Marcos de Colón (República de Honduras) esta organización se denomina Junta de Agua. En la época de verano, la población tiene problemas de abastecimiento de agua, ya que disminuyen los caudales de las quebradas, pozos, manantiales y del Río Tapacalí.

Únicamente en la comunidad Las Mesas, los pobladores utilizan el agua de los pozos para riego; y en nueve comunidades (Aguas Calientes, Buena Vista, El Tablón, La Fuente, La Playa, Los Llanitos, Mal Paso, Miquilse y Santa Rita) se utiliza el agua del Río Tapacalí y/o quebradas para regar áreas de cultivo.

La degradación de los recursos naturales, medio ambiente, ecosistemas y humedales en el área de la subcuenca, es consecuencia del tipo de agricultura de subsistencia y ganadería extensiva que prevalece, del modelo de desarrollo que ha dominado en los últimos años; del cambio de uso de la tierra, la deforestación y la poca adopción de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y Buenas Prácticas Medioambientales (BPMA); lo cual ha provocado una drástica reducción del capital y/o infraestructura natural, de los activos ambientales, de los Bienes, Funciones y Servicios Ecosistémicos y su contribución al Bienestar Humano y Seguridad de las poblaciones que habitan en las diecinueve comunidades rurales y el casco urbano del municipio de San José de Cusmapa. Esta situación ha incrementado la vulnerabilidad ambiental, ecológica y social en el territorio, la poca resiliencia comunitaria y los conflictos socioambientales por el uso y acceso a los recursos naturales.

Los colaboradores claves que participaron en los Talleres Participativos de Diagnóstico Comunitario identificaron y analizaron los principales problemas que afrontan las comunidades en las que habitan y desarrollan actividades. Estos problemas se pueden agrupar de la siguiente manera: socio-productivos, biofísicos y ambientales; los cuales afectan y generan impactos y/o externalidades negativas en la Degradación y Calidad Ambiental, en la Vulnerabilidad Ambiental, Ecológica y Social del territorio, en la producción agropecuaria, en el Nivel y Calidad de Vida de los pobladores, en la poca resiliencia comunitaria, en el Bienestar Humano y Seguridad de los pobladores, en la Seguridad y Soberanía Alimentaria Nutricional (SAN); y además, provocan presión ambiental sobre la capacidad de carga de los recursos naturales y ecosistemas.

Entre los principales problemas socio-productivos identificados se destacan los siguientes: limitada cobertura de servicios básicos (agua y saneamiento básico, salud, educación, energía eléctrica), caminos en mal estado, necesidad de mejoramiento de viviendas, débil organización comunitaria, limitado apoyo al sector productivo, canales poco seguros de comercialización de la producción (comercialización se realiza a través de intermediarios), plagas en los cultivos, poca participación de la mujer en actividades de desarrollo socioeconómico.

Los principales problemas biofísicos y ambientales identificados por los actores sociales comunitarios, se centran en los siguientes aspectos: carencia de letrinas e infraestructura sanitaria en mal estado, deforestación, débil aplicación de Gobernanza Ambiental, terrenos vulnerables a deslizamientos, quemas agrícolas, uso irracional de

agroquímicos, débil coordinación interinstitucional, contaminación de aguas superficiales y subterráneas, manejo inadecuado de residuos sólidos.

Debido a que la mayoría de las actividades y/o acciones de uso, manejo y aprovechamiento de recursos naturales y ecosistemas implementadas por los pobladores (usuarios de los recursos naturales) de la subcuenca no están acordes a las características biofísicas de la unidad hidrológica, esto repercute en el acceso limitado al capital natural que posee la subcuenca por parte de los usuarios.

De acuerdo a lo expresado por los actores comunitarios, en los tres recursos naturales claves identificados (suelo, agua, bosque y biodiversidad) poseen un acceso muy variable; sin embargo es claro que la tendencia es de “regular a malo”, y consideran que es muy bajo el acceso de los mismos. Esta condición va marcando y condicionando el estilo de vida de los habitantes, ya que al no poseer acceso de manera aceptable sobre los recursos naturales y ecosistemas, conlleva al desequilibrio socioeconómico de las familias e incrementa la pobreza local.

Otro aspecto fundamental sobre los recursos naturales y ecosistemas es la calidad de los mismos, lo cual condiciona su uso y aprovechamiento por parte de los pobladores de la subcuenca. Los habitantes expresan que la calidad de los recursos naturales ofertados por la subcuenca en su mayoría la categorizan de mala y regular.

El Plan de Manejo y Gestión Integral de la subcuenca del Río Tapacalí, es un instrumento orientador que la Cruz Roja Nicaragüense pone a disposición de los Gobiernos Municipales que comparten el territorio, con el fin que los actores sociales de manera conjunta, organizada y con espíritu de solidaridad y colaboración tomen decisiones acertadas que contribuyan a la Gestión Ambiental, Gestión Integrada de Recursos Hídricos, Gestión Integrada de Riesgos, Adaptación al Cambio Climático y a la Restauración de Ecosistemas Degradados. Se ha diseñado en base a un umbral de tiempo de doce años y contempla cinco programas. Su visión se centra en lograr el uso, manejo y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales que posee la subcuenca que contribuya a la generación de externalidades que mejoren las condiciones socioambientales, la calidad ambiental, el nivel, calidad de vida y la resiliencia de las poblaciones humanas que cohabitan en las comunidades localizadas en el territorio.

1. INTRODUCCIÓN

La Universidad Centroamericana (UCA) y la Cruz Roja Nicaragüense (CRN) suscribieron un Convenio General de Cooperación para elaborar el Plan de Manejo y Gestión Integral de la Subcuenca del Río Tapacalí, el cual se enmarca en el Programa de Gestión de Riesgos de Desastres ante el Cambio Climático que forma parte del Programa Mundial “Climate Proof Disaster Risk Reduction” que la Alianza por la Resiliencia (PfR) implementa en nueve países, con fondos del Gobierno de Holanda.

La Alianza por la Resiliencia en Nicaragua está conformada por la Cruz Roja Nicaragüense (CRN), CARE, la Asociación de Municipios de Madriz (AMMA), el Instituto de Promoción Humana (INPRHU), el Centro del Clima de la Cruz y Media Luna Roja y Wetlands International (WI).

El objetivo del Programa en Nicaragua es reducir la vulnerabilidad y mejorar la capacidad de resiliencia de las poblaciones metas para enfrentar los efectos de los desastres magnificados por el Cambio Climático.

Una de las mayores necesidades dentro del desarrollo mundial lo constituyen los recursos hídricos, cuya cantidad y calidad cada día se ve amenazada por deficientes e inoperantes políticas de manejo, gestión y aprovechamiento, y por el cambio climático. Los recursos hídricos constituyen un valioso recurso natural, escasos en el tiempo y espacio, sometidos a la vulnerabilidad de la contaminación, de bajo costo y algunas veces sin medidas legales de protección; los cuales requieren un manejo y gestión integral que muchas veces no es puesta en práctica.

Usualmente el país lo reconocemos a través de fronteras imaginadas, lo hemos visto a través del lente administrativo (regiones, departamentos, municipios) o bien a través de unidades ambientales que expresan una o algunas características del paisaje (unidades fisiográficas, regiones ecológicas). Pocas veces hemos volteado a ver a Nicaragua a través de aquellos elementos que más que dividirlo, lo unen. Uno de ellos, son los ríos que fluyen desde las montañas y mesetas, entrelazan valles con costas, transportando nutrientes, compuestos orgánicos que alimentan planicies y deltas, espacios que han dando lugar a una próspera historia agrícola, a la vez que han mantenido abundantes ecosistemas. Distintas civilizaciones en el mundo se han establecido, prosperado y muchas veces decaído alrededor de cuerpos de agua, ríos y lagos, y sus territorios, en conjunto, las cuencas hidrográficas.

Los recursos hídricos y el Manejo y Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas ocupan un lugar importante dentro de la temática ambiental. Si los recursos hídricos y las cuencas hidrográficas son manejados adecuadamente, es más fácil manejar los recursos naturales asociados a los mismos y el medio ambiente como un todo. Generalmente no se valora que el aprovechamiento y Gestión Integrada de Recursos Hídricos contribuye a la productividad económica y bienestar social de un país.

En el mundo moderno, casi todos los países reconocen a las cuencas hidrográficas como los territorios más apropiados para conducir procesos de manejo, aprovechamiento, planeación y administración del agua y en su sentido más amplio, como los territorios más idóneos para llevar a cabo la Gestión Integral de los Recursos Hídricos.

La cuenca hidrográfica interconecta todo el espacio geográfico que la constituye a través de flujos hídricos superficiales y subterráneos, y flujos de nutrientes, materia y energía. El principal elemento integrador en una cuenca hidrográfica es el agua; todo lo que ocurre en su territorio repercutirá en la cantidad, calidad y temporalidad de los recursos hídricos.

Para tener una visión integral u holística de una cuenca hidrográfica es necesario considerar todos los espacios, componentes, elementos y actores sociales. En esta visión se parte por conocer las características de la cuenca hidrográfica, su estado actual mediante un diagnóstico que permite identificar el potencial, problemas, limitantes, y restricciones que presenta la unidad territorial. Pero el punto clave de la visión integral, es que cualquier acción que se considere debe estar en relación e interacción con otros espacios, elementos o actores sociales de la cuenca hidrográfica.

El manejo de recursos naturales en las cuencas hidrográficas no siempre ha sido dictado por la aptitud de los paisajes físico-geográficos; las políticas públicas, la demanda del mercado y varios modelos de desarrollo han marcado también los tipos de aprovechamiento en el tiempo. En este contexto, la conjunción del cambio de uso del suelo, el desarrollo hidráulico marcado por la retención del agua en presas y bordos, la práctica de sistemas de producción inadecuados que fomentan procesos de degradación de suelos y el establecimiento de asentamientos humanos en zonas de riesgo originan un aumento de la vulnerabilidad de una cuenca hidrográfica.

El enfoque de Manejo y Gestión Integral de Cuencas nos da la posibilidad de evaluar y explicar las externalidades resultantes de los diferentes usos del suelo. Por esta razón se considera que la cuenca hidrográfica constituye un espacio territorial apropiado para el análisis de los procesos ambientales generados como consecuencia de las decisiones en materia de uso y manejo de los recursos suelo, agua y vegetación.

Uno de los rasgos distintivos que presentan las cuencas hidrográficas es su constante Degradación Ambiental, la que se explica por la acción del agua en su expresión hidrocínética, la aparición de diversos fenómenos erosivos y la modificación sustancial del régimen hidrológico, cuyos efectos más notables los percibe la población rural por medio de sequías e inundaciones. Por ello uno de los aspectos fundamentales que sustenta y justifica el Manejo y Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas es su Restauración Ambiental e Hidrológica.

2. OBJETIVOS DEL PLAN DE MANEJO Y GESTIÓN INTEGRAL DE LA SUBCUENCA

2.1. Objetivo general

Contribuir al mejoramiento de las condiciones socioambientales de los pobladores que cohabitan en las comunidades localizadas en el territorio de la subcuenca del Río Tapacalí, mediante la reducción de la vulnerabilidad ante las amenazas naturales y la degradación de los recursos naturales, y el aumento de la resiliencia comunitaria con la participación de todos los actores sociales.

2.2. Objetivos específicos

- Contribuir al desarrollo sostenible de la actividad productiva desarrollada por los productores/as de la subcuenca del Río Tapacalí a través de la protección, conservación, uso, manejo y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales (agua, suelo, bosque y biodiversidad), mediante procesos participativos de

planificación, organización y fortalecimiento local con enfoque de género, adaptación al cambio climático, manejo y gestión integral de cuencas y restauración de ecosistemas degradados; lo cual contribuirá a la protección y conservación de zonas de recarga hídrica, a la diversificación de cultivos, a disminuir los índices de erosión hídrica de los suelos, a mejorar la condición socioeconómica y calidad de vida de los productores/as; y a disminuir el riesgo de desastres incrementado por el cambio climático y la degradación ambiental.

- Promover la Gestión Integrada de Recursos Hídricos a nivel local para garantizar calidad y cantidad de agua con fines de uso múltiple a los pobladores de la subcuenca del Río Tapacalí.
- Implementar medidas orientadas a reducir el riesgo de desastres, a través de actividades de prevención, mitigación y preparación para la atención de emergencias originadas por eventos extremos; y priorizar el fomento de la Gestión de Riesgo (GdR) y Adaptación al Cambio Climático en las municipalidades que comparten el territorio de la subcuenca del Río Tapacalí y comunidades localizadas en el territorio.
- Planificar y facilitar procesos de capacitación y educación ambiental para contribuir a fomentar ética, cultura, conciencia y ciudadanía ambiental en los pobladores que cohabitan en las comunidades localizadas en el territorio de la subcuenca, lo cual tendrá impacto en la calidad ambiental y productiva de la unidad hidrográfica.
- Fortalecer las capacidades locales de los actores sociales de la subcuenca del Río Tapacalí vinculados con la Gestión Ambiental, Gestión Integrada de Recursos Hídricos, Gestión Integral de Riesgo, Adaptación al Cambio Climático y Restauración de Ecosistemas Degradados.

3. METODOLOGIA

Para elaborar el Plan de Manejo y Gestión Integral de la subcuenca del Río Tapacalí se realizó un análisis integrado y holístico de los subsistemas físico-biológico, socioeconómico, tecnológico-productivo, institucional y legal que conforman el sistema de la unidad hidrológica.

Se analizó a través de un proceso de Planificación Ambiental Participativa a nivel comunitario la problemática, potencialidades y limitantes que presentan las comunidades rurales y el casco urbano del municipio de San José de Cusmapa que se localizan en el territorio de la subcuenca; lo cual sirvió para realizar la Caracterización y Diagnóstico Socioeconómico.

Se realizaron nueve Estudios Técnicos (Balance Hídrico, Calidad de los Recursos Hídricos, Caracterización de Recursos Hídricos, Calidad de Suelo, Agroclimático, Susceptibilidad a Inundaciones, Modelación de Riesgos a Deslizamientos de Tierra, Modelamiento del Riesgo de Erosión Hídrica de los Suelos, Amenaza a Sequía); cuyos resultados sirvieron de insumo para realizar la Caracterización y Diagnóstico

Biofísico; y poder elaborar el Atlas (Cartografía Temática) de la subcuenca que contiene 26 mapas temáticos con su respectiva Base de Datos.

El Diagnóstico Institucional se realizó con el propósito de caracterizar y analizar el trabajo institucional que realizan las instituciones que tienen presencia y desarrollan acciones en el territorio de la subcuenca, conocer las áreas temáticas de trabajo, radio de acción (cobertura geográfica), visión y misión institucional, actividades y/o acciones institucionales, nivel de relacionamiento con otras instituciones; y los principales logros y limitantes del trabajo institucional.

Esta información sirvió para definir mecanismos y estrategias para facilitar la coordinación interinstitucional requerida y necesaria para la ejecución del Plan de Manejo y Gestión Integral de la subcuenca. Se diseñó una Ficha Institucional, la cual fue entregada a cada uno de los representantes institucionales mediante visitas de inducción institucional. Para realizar el análisis y procesamiento de la información institucional se elaboró una base de datos (tablas de salida) haciendo uso del Programa Informático Excel, luego se digitalizó toda la información contenida en las Fichas Institucionales y posteriormente se efectuó el análisis de la información a través de tablas de frecuencia para las preguntas o variables identificadas. Como parte del proceso de Planificación Ambiental Participativa a nivel institucional se realizó un Taller de Análisis de Brechas Institucionales existentes a nivel local para el Manejo y Gestión Integral de la subcuenca Río Tapacalí, en el cual participaron los representantes de las instituciones que realizan acciones en el territorio.

Además, se realizaron cuatro Reuniones Informativas a los Consejos Municipales de los municipios de San José de Cusmapa, Las Sabanas, San Lucas y San Marcos de Colón que comparten el territorio de la subcuenca, con el objetivo de presentar el proceso metodológico de Planificación Ambiental Participativa que se desarrolló para elaborar el Plan de Manejo y Gestión Integral de la unidad hidrológica y contar con el aval y respaldo institucional para conducir dicho proceso en el territorio, de esta manera se garantizó la buena gobernanza, gobernabilidad e institucionalidad a nivel local y se promovió la participación e involucramiento de los cuatro Gobiernos Municipales en el proceso de planificación.

Para elaborar el Diagnóstico Legal de la subcuenca del Río Tapacalí se revisó y analizó el marco legal de Recursos Hídricos y Recursos Naturales y Medio Ambiente de la República de Nicaragua y República de Honduras, vinculados con el Manejo y Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas. Además, se revisó y analizó la Constitución Política, Código Civil, Políticas Ambientales, Leyes y Decretos emitidos a nivel nacional en ambos países y los Convenios y Tratados Ambientales Internacionales y Regionales firmados y ratificados por ambos países; y las Ordenanzas Municipales emitidas a nivel local por los Consejos Municipales de los municipios de San Lucas, Las Sabanas, San José de Cusmapa Somoto y San Marcos de Colón; los cuales comparten el área del territorio de la subcuenca. Asimismo, se revisó y analizó el marco jurídico nacional relativo a la Gestión de Riesgos de Desastres y Adaptación al Cambio Climático. Para el análisis de las Leyes y Reglamentos que tienen disposiciones aplicables al tema de cuencas hidrográficas se siguió la técnica jurídica de inclusión en orden descendente, empezando por la norma

legal que tiene mayor jerarquía (Constitución Política), después se relacionó el contenido de los artículos y disposiciones legales identificados en las Leyes y Reglamentos vigentes, en los cuales se desprenden regulaciones específicas o indirectas, sobre las cuencas hidrográficas.

Como parte del Proceso de Planificación Ambiental Participativa a nivel comunitario se realizaron 20 Talleres de Sensibilización y Motivación Ambiental en cada una de las comunidades localizadas en el territorio de la subcuenca. Los talleres tuvieron una duración de un día, y participaron colaboradores/informantes claves conformados por líderes comunitarios y pobladores locales (hombres, mujeres, jóvenes, ancianos). Se socializaron con los participantes comunitarios los objetivos, intenciones y alcances del proceso de Planificación Ambiental Participativa a desarrollar; y se identificó el interés de los participantes en atender la problemática socioambiental y de degradación ambiental; y de implementar acciones colaborativas, coordinadas, conjuntas, solidarias, con un enfoque/modelo de cogestión para el Manejo y Gestión Integral de la subcuenca del Río Tapacalí.

Asimismo, se compartieron algunos conceptos básicos para que los participantes comprendieran el significado e importancia que representa la cuenca hidrográfica para el Desarrollo Sostenible; para ello se distribuyó material popular educativo (Cartilla Importancia de la Cuenca Hidrográfica) a cada uno de los participantes para que pudiesen entender correctamente el concepto y la importancia de la cuenca hidrográfica. La estrategia metodológica de aprendizaje que se implementó para desarrollar el contenido temático de la cartilla consistió en utilizar un rotafolio (versión ampliada de la cartilla). Además, se distribuyó a los participantes la cartilla en versión popular "Cambio Climático" elaborada por Cruz Roja Nicaragüense. También, se realizó un ejercicio participativo que consistió en el rompecabezas de una cuenca bien y mal manejada, con el propósito de fomentar la reflexión, análisis crítico situacional, relacionar y comparar las situaciones presentadas en ambos rompecabezas con la situación actual de la comunidad. Asimismo, se efectuó un Diagnóstico Rápido de los Recursos Naturales con el objetivo de promover el análisis y reflexión de los participantes acerca de la situación de los recursos naturales (agua, suelo, bosque, biodiversidad) existentes en su comunidad. La estrategia metodológica utilizada por el facilitador consistió en preparar previamente cuatro papelones uno para cada recurso natural que se analizó. Cada papelón se colocó frente a los participantes y contenía una matriz con tres columnas: problema, causa u origen, consecuencias (repercusión, como afecta a la comunidad). Después mediante lluvias de ideas los participantes aportaron los elementos requeridos en la matriz y el facilitador los plasmó en el papelón.

Otra actividad participativa que se desarrolló como parte del proceso de Planificación Ambiental Participativa a nivel comunitario consistió en realizar 20 Talleres Participativos de Diagnóstico Comunitario en cada una de las comunidades localizadas en el territorio de la subcuenca, los cuales tuvieron una duración de dos días. En estos talleres fueron utilizadas herramientas del DRP (Diagnóstico Rural Participativo) y la metodología de Mapeo, Análisis y Monitoreo Participativo de los Recursos Naturales a nivel de una cuenca desarrollada por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).

La facilitación de estos talleres sirvió como un ejercicio que permitió sensibilizar a los comunitarios sobre sus necesidades, problemática y posibles medidas de solución. Esta actividad además marcó el inicio de un proceso de aprendizaje mutuo, dirigido e informal; pues la interacción y discusiones reflexivas de los comunitarios para compartir experiencias constituyeron oportunidades de aprendizaje orientadas a resolver la problemática socioambiental y de degradación ambiental imperante en el territorio de la subcuenca. Los comunitarios analizaron con sentido crítico, reflexivo y propositivo los problemas que afrontan, las opciones y tomaron decisiones sobre sus problemas con base en su experiencia y conocimiento local. Además, se convirtieron en una oportunidad en la que los participantes buscaron en conjunto soluciones técnicas, sociales e institucionales viables y relevantes para el Manejo y Gestión Integrada de la subcuenca.

La actividad generó un ambiente en el que los participantes vieron la subcuenca del Río Tapacalí como una unidad territorial ideal para la planificación de los recursos naturales y conducir procesos de Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH), Gestión Ambiental, Gestión de Riesgos de Desastres y Adaptación al Cambio Climático; además entendieron que las respuestas/alternativas de solución a la problemática deben ser integrales y no parciales. Los ejercicios y discusiones fueron orientados a la identificación de problemas prioritarios y áreas críticas para su intervención. El trabajo en grupo y las consultas colectivas permitirán recuperar con rapidez y confiabilidad, la información cuantitativa y cualitativa necesaria para la planificación. Esta información abarcó aspectos biofísicos, socioeconómicos e institucionales, tecnológico-productivo de cada una de las comunidades.

La tercera actividad participativa desarrollada durante el proceso de Planificación Ambiental Participativa a nivel comunitario, consistió en facilitar 20 Talleres Participativos de Validación de Indicadores de Evaluación de Recursos Naturales, Análisis y Priorización de la Problemática Socioambiental en cada una de las comunidades localizadas en el territorio de la subcuenca, los cuales tuvieron una duración de un día. Estos talleres se facilitaron con los objetivos de devolver, triangular y comprobar la información obtenida en los Talleres Participativos de Diagnóstico Comunitario, búsqueda y rescate de información adicional; y validación de los indicadores de calidad de los recursos naturales.

Con el propósito de disponer de información base y estadística representativa sobre la situación social, económica y ambiental actual de las poblaciones rurales y comunidades localizadas en el territorio de la subcuenca del Río Tapacalí; se realizó la Línea Base, lo cual permitió definir un set mínimo de indicadores para medir y monitorear los impactos de las acciones e inversiones derivadas del Plan de Manejo y Gestión Integral de la subcuenca.

4. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA

4.1. Ubicación y límites

4.1.1. Ubicación política

La subcuenca del Río Tapacalí se ubica en la parte alta de la cuenca del Río Coco (Cuenca No. 45), en la Región Central de Nicaragua y Región Sur de la República de Honduras. Se extiende en dirección Sureste - Noroeste desde su parte alta en el municipio de San José de Cusmapa en dirección Este de la cabecera municipal a una elevación de 1625 msnm; desembocando en su confluencia con el Río Comalí en el sitio conocido como Los Encuentros, dicha confluencia da origen al cauce principal de Río Coco en territorio nicaragüense.

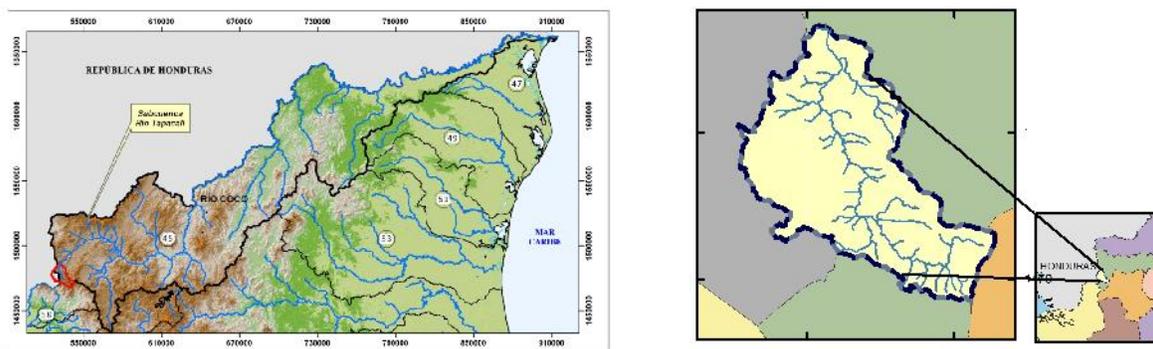


Figura 1. Ubicación hidrográfica de la subcuenca del Río Tapacalí.

Tiene una superficie de 156.93 Km² (15,693 hectáreas), lo cual representa el 0.78% del área total de la Cuenca del Río Coco (19,969 Km²). De acuerdo al área que posee se cataloga como subcuenca grande, por lo que presenta gran capacidad de colectar agua. Es compartida por la participación territorial de siete municipios. Cuatro municipios (Somoto, San Lucas, Las Sabanas y San José de Cusmapa) pertenecen al departamento de Madriz y ocupan el 76.32% (119.65 Km²) del territorio, dos municipios (Pueblo Nuevo y San Juan de Limay) pertenecen al departamento de Estelí y ocupan el 0.86% (1.34 Km²) del área y el municipio de San Marcos de Colón de la República de Honduras ocupa el 22.83% (35.83 Km²) del área total de la subcuenca.

Los municipios que tienen mayor porcentaje del área municipal en el territorio de la subcuenca son: San Lucas (39.29%) y Las Sabanas (62.63%), y los municipios con menor porcentaje de su área municipal son Somoto (0.12%) y San Juan de Limay (0.14%).

Cuadro 1. Área y porcentaje de los siete municipios que comparten el territorio de la subcuenca del Río Tapacalí.

| Departamento | Municipio | Área en la subcuenca | | | Área total del municipio | |
|--------------|---------------------|----------------------|-------|--------|--------------------------|-------------|
| | | Km ² | Ha | % | Km ² | % subcuenca |
| Madriz | Somoto | 0.57 | 57 | 0.36 | 465.68 | 0.12 |
| | San Lucas | 60.35 | 6035 | 38.46 | 153.57 | 39.29 |
| | Las Sabanas | 43.15 | 4315 | 27.50 | 68.89 | 62.63 |
| | San José de Cusmapa | 15.69 | 1569 | 10.00 | 129.75 | 12.09 |
| Estelí | Pueblo Nuevo | 0.73 | 73 | 0.47 | 198.46 | 0.36 |
| | San Juan de Limay | 0.61 | 61 | 0.39 | 436.78 | 0.14 |
| Choluteca | San Marcos de Colón | 35.83 | 3583 | 22.83 | 582.8 | 6.14 |
| Total | | 156.93 | 15693 | 100.00 | | |

Fuente: El autor a partir de la información contenida en la base de datos del Mapa Base de la subcuenca del Río Tapacalí.

4.1.2. Ubicación geográfica

La subcuenca del Río Tapacalí es uno de los afluentes importantes de la cuenca del Río Coco y se ubica entre las coordenadas geográficas de la proyección WGS84: 13°17'00" y 13°27'10" de Latitud Norte y 86°36'00" y 86°45'15" de Longitud Oeste. Está comprendida en parte de las hojas topográficas 2856-II (Somoto) y 2855-I (San Juan de Limay) correspondientes a Nicaragua y la hoja topográfica 2856-III (San Marcos de Colón) perteneciente a Honduras.

4.1.3. Ubicación hidrológica

La subcuenca del Río Tapacalí se localiza en la margen hidráulica derecha del Río Coco, en la cuenca operativa Coco-Estelí de la vertiente Central Caribe Norte. Colinda al norte con la subcuenca del Río Comalí en su punto de confluencia dando origen al cauce principal del Río Coco, al sur con la cuenca del Río Negro, al este con la subcuenca del Río Estelí y al oeste con parte de la cuenca del Río Negro en territorio Hondureño y cuenca del Río Choluteca de Honduras.

4.2. Caracterización y Diagnóstico Biofísico

4.2.1. Características morfométricas

La caracterización básica de una cuenca se inicia con la determinación de los parámetros geomorfológicos, que describen la estructura física del ámbito territorial. Entre los más importantes figuran: la forma, tamaño o área, longitud máxima, ancho máximo, pendiente del cauce principal, pendiente media, red de drenaje (forma, tipo, grado de bifurcación), altura máxima, etc. Algunos de estos parámetros sirven de base para considerar peligros a desastres naturales: forma de drenaje, pendiente media, etc.

4.2.1.1. Parámetros de Forma

Para caracterizar la forma de la subcuenca se calculó el valor del Factor de Forma (K_f) y el Coeficiente de Compacidad o Coeficiente de Gravelius (K_c).

El valor del Coeficiente de Compacidad de la subcuenca es de 1.59, por lo que su forma se clasifica como oval oblonga a rectangular oblonga. Debido a que el valor del K_c está relativamente alejado de la unidad, la subcuenca no tiene tendencia a concentrar grandes volúmenes de aguas de escurrimiento superficial. De acuerdo al valor del K_f (0.19), la forma de la subcuenca es ligeramente achatada.

Los valores del Coeficiente de Gravelius para cada una de las doce microcuencas que conforman la subcuenca del Río Tapacalí se presentan en el cuadro 3.

Un total de dos microcuencas tienen forma alargada, dos presentan forma casi redonda a oval redonda, dos son oval oblonga a rectangular oblonga; y seismicrocuencas son redonda redonda a oval oblonga. Las formas oblongas y ovaladas de las microcuencas, así como la forma que presenta la subcuenca del Río Tapacalí indican escurrimientos que recorren cauces secundarios hasta llegar a uno principal. Por lo tanto, la duración del escurrimiento es superior o sea que el agua permanece más tiempo en el área de captación.

Las microcuencas de forma alargada (Tapacalí parte alta y El Varrillal), permiten que la respuesta a los eventos lluviosos sea más rápido; ya que los escurrimientos recorren menos distancia hasta el cauce principal, por lo que el agua permanece menos tiempo en sus áreas de captación.

Cuadro 2. Valor del Coeficiente de Compacidad (K_c) de las microcuencas que conforman la subcuenca del Río Tapacalí.

| Microcuenca | Área (Km ²) | Perímetro (Km) | K_c | Forma |
|-------------------------------|-------------------------|----------------|-------------|---|
| Quebrada Honda | 9.96 | 13.11 | 1.17 | Casi redonda a oval redonda |
| La Sopera | 13.61 | 22.33 | 1.69 | Oval oblonga a rectangular oblonga |
| El Gualiqueme | 2.83 | 8.10 | 1.36 | Oval redonda a oval oblonga |
| Licuata | 32.39 | 28.52 | 1.41 | Oval redonda a oval oblonga |
| Los Tablones | 2.21 | 6.94 | 1.31 | Oval redonda a oval oblonga |
| El Salamar | 2.70 | 8.00 | 1.38 | Oval redonda a oval oblonga |
| Tapacalí parte alta | 18.80 | 22.62 | 1.47 | Oval redonda a oval oblonga |
| Tapacalí parte baja | 9.51 | 20.77 | 1.9 | Alargada |
| El Caracol | 13.89 | 15.87 | 1.19 | Casi redonda a oval redonda |
| El Varillal | 20.59 | 28.24 | 1.75 | Alargada |
| Los Cuevones | 5.47 | 12.52 | 1.5 | Oval redonda a oval oblonga |
| Tapacalí parte media | 24.97 | 29.37 | 1.67 | Oval oblonga a rectangular oblonga |
| Subcuenca Río Tapacalí | 156.93 | 70.79 | 1.59 | Oval oblonga a rectangular oblonga |

Fuente: El autor a partir de la información del SIG y Mapa de microcuencas de la subcuenca del Tapacalí.

4.2.1.2. Parámetros de Relieve

- **Pendiente media**

La pendiente media de la subcuenca es de 0.033 m/m (3.3%), lo que brinda condiciones de relieve medio a alto, dando origen a procesos torrenciales y crecidas instantáneas, principalmente en las zonas altas, no así en su parte media y baja, en

donde las crecidas se desarrollan lentamente, pero con gran fuerza debido a las características de las pendientes a lo largo de todo el cauce principal de la subcuenca.

La microcuenca Gualiqueme es la que presenta el mayor valor de pendiente media (40.8%) y las microcuencas Tapacalí parte baja y El Varillal presentan valores menores. Un total de cuatro microcuencas presentan una pendiente media que oscila entre 14% y 20%, de las cuales la microcuenca Los Cuevones presenta el menor valor de pendiente media (13.6%). En cambio cinco microcuencas presentan una pendiente media que varía de 5 a 10%. En todas estas microcuencas se favorece la escorrentía superficial y a su vez el aumento de la pérdida de la capa superficial de los suelos. Sin embargo, hay que destacar que aún existen áreas con importante cobertura vegetal, lo cual favorece la infiltración debido a su efecto en la interceptación de la lluvia.

Cuadro 3. Parámetros de relieve de las microcuencas que conforman la subcuenca del Río Tapacalí.

| Microcuenca | Elevación Mínima (msnm) | Elevación Máxima (msnm) | Pendiente del Río | |
|-------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------|------------|
| | | | m/m | % |
| Quebrada Honda | 1100 | 1600 | 0.098 | 9.8 |
| La Sopera | 740 | 1600 | 0.138 | 13.8 |
| El Gualiqueme | 740 | 1300 | 0.408 | 40.8 |
| Licuata | 740 | 1600 | 0.076 | 7.6 |
| Los Tablones | 700 | 1180 | 0.196 | 19.6 |
| El Salamar | 700 | 1180 | 0.178 | 17.8 |
| Tapacalí parte alta | 960 | 1540 | 0.057 | 5.7 |
| Tapacalí parte baja | 640 | 720 | 0.011 | 1.1 |
| El Caracol | 920 | 1300 | 0.080 | 8 |
| El Varillal | 980 | 1220 | 0.021 | 2.1 |
| Los Cuevones | 800 | 1380 | 0.136 | 13.6 |
| Tapacalí parte media | 740 | 1380 | 0.054 | 5.4 |
| Subcuenca Río Tapacalí | 640 | 1600 | 0.033 | 3.3 |

Fuente: El autor a partir de la información del SIG y Mapa de microcuencas de la subcuenca del Tapacalí.

▪ Elevación media (Curva hipsométrica)

La figura 2 muestra el perfil predominante de la altitud media en la subcuenca, la cual corresponde a 1100 msnm, con una pendiente de 3.39%; lo que condiciona el comportamiento del escurrimiento superficial de la subcuenca. La elevación media de la subcuenca es de 1104.64 metros, valor que la ubica en la clase de elevación baja, lo que propicia poca

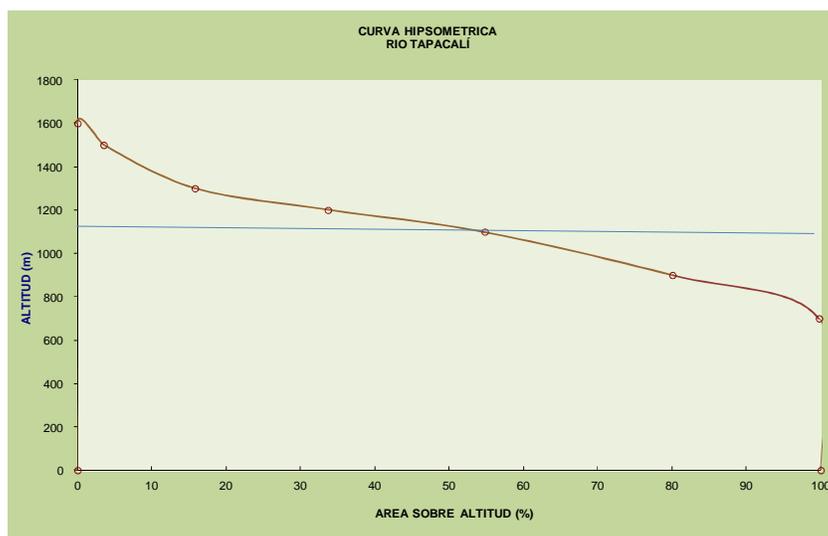


Figura 2. Curva Hipsométrica de la subcuenca del Río Tapacalí.
Fuente: Elaboración propia, 2013.

distribución térmica y por consiguiente no posee una gran gama de microclimas y hábitat.

En la siguiente figura se muestra la hipsometría predominante del cauce principal del Río Tapacalí, aspecto importante que influye en el comportamiento hidrológico de la subcuenca. La mayor área de la subcuenca se ubica desde la cota 1100 msnm a la cota 1300 msnm; lo cual representa el 64% del área total de la subcuenca.

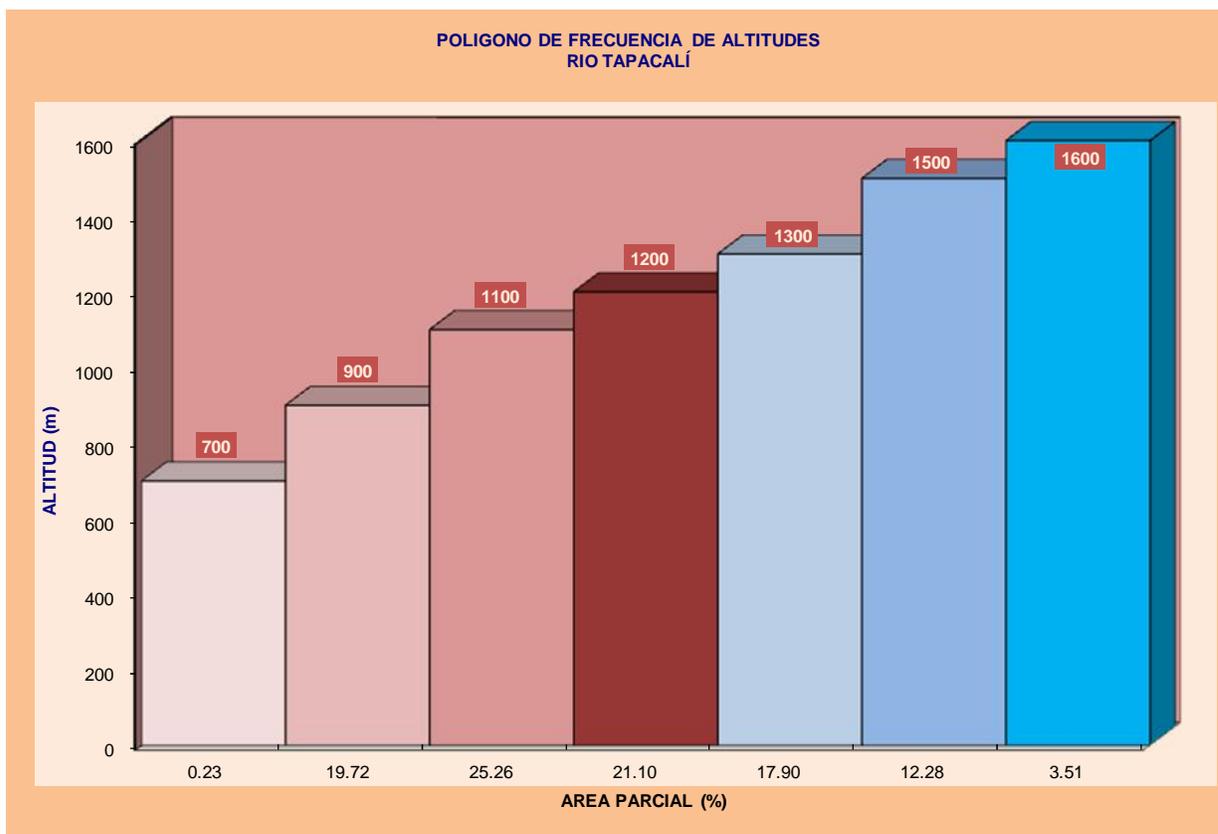


Figura 3. Polígonos de altitud del Río Tapacalí.
Fuente: Elaboración propia, 2013.

▪ **Coefficiente de Masividad**

La subcuenca presenta un coeficiente de masividad de 7.04 m/km², valor que la caracteriza como una subcuenca muy montañosa.

4.2.1.3. **Parámetros relativos a la Red de Drenaje**

▪ **Red de Drenaje**

De acuerdo al criterio del destino final del escurrimiento superficial, la subcuenca del Río Tapacalí se clasifica como una unidad hidrológica de tipo exorreica o abierta porque drena sus aguas hacia el Río Coco. Se caracteriza por su gran caudal durante el período lluvioso y dentro de la clasificación de ríos, su cauce principal es considerado como río de régimen permanente. El tiempo de concentración (tiempo que

tarda en llegar la escorrentía superficial desde el punto más alto al más bajo) es de 1.73 horas.

La red de drenaje de la subcuenca esta constituida por corrientes de régimen efímeras e intermitentes y la conforman los siguientes afluentes (quebrada): El Gualiqueme, La Sopera, El Varillal, Mal Paso, Aguas Calientes, Licuata, El Tule, Los Cuevones, El Salto, Las Pocitas, Quebada Honda, El Caracol, La Luz. Además, los colaboradores claves que participaron en el Taller Participativo de Diagnóstico Comunitario, mencionaron los siguientes nombres de quebradas que atraviesan las comunidades; entre los que se destacan las siguientes quebradas: El Rin, Los Pozos, Las Pilas, Agua Sal, Quebrada Seca, Los Leones, Los Marines, El Naranjal, La Ceiba, Los Mangos, Puente Misagualto, El Guapinol, El Pilón, El Mal Pasón, La Cañada, Malpasito, La Lima, La Manzana, Santa Lucia, Aguacatal, El Carrizo, La Cata, Gertrudis, Sabana Larga, Encinal, Las Palmas, El Divisadero, La Coyutera, La Sopera, La Quebradona, La Mondonga, Santa Lucia y La Quebradita. El total de longitud de toda la red de drenaje es de 29.04 kilómetros y el valor de la longitud de ríos corresponde a 112.40 kilómetros.

La subcuenca está conformada por doce microcuencas que se clasifican como exorreica, debido a que todas drenan su escurrimiento superficial hacia otro cauce principal (cauce principal del Río Tapacalí). Las microcuencas Licuata, Tapacalí parte media y El Varillal, son los tributarios de mayor área de drenaje en la subcuenca; ya que representan respectivamente el 20.6, 16 y 13% del área total de la unidad hidrográfica. Tres unidades hidrológicas (microcuencas) provienen de territorio hondureño (La Sopera y Licuata; y en menor proporción la microcuenca Los Cuevones); y nueve microcuencas drenan sus aguas en territorio nicaragüense. Un total de ocho microcuencas son intermunicipales, porque su área territorial (delimitación natural) es compartida por la delimitación político administrativa de dos o más municipios; por lo que es importante que los Gobiernos Municipales que comparten dicho territorio establezcan vínculos de colaboración para dirigir acciones compartidas en pro del desarrollo de las comunidades que se localizan en su área de captación y del mejoramiento del nivel y calidad de vida de las poblaciones que en ellas habitan; y del uso, manejo y conservación de los recursos naturales. La delimitación natural (parte-agua) del área de captación de las microcuencas El Varillal, Los Tablones y El Gualiqueme se corresponde con la delimitación político administrativa del municipio de San Lucas; lo cual representa una ventaja y oportunidad para el Gobierno Municipal de San Lucas; ya que puede emprender acciones específicas en dichas unidades hidrográficas sin necesidad de establecer vínculos de mancomunidad y/o colaboración con otros municipios.

Cuadro 4. Microcuencas que conforman la subcuenca del Río Tapacalí.

| Microcuenca | Área | | % del área en la subcuenca | Municipios que comparten el área | Comunidades Localizadas |
|----------------------|-----------------|------|----------------------------|---|--|
| | Km ² | Ha | | | |
| Quebrada Honda | 9.96 | 996 | 6.3 | San José de Cusmapa, Pueblo Nuevo, Las Sabanas | Buena Vista, El Cipián, Miramar, Quebrada Honda |
| Tapacalí parte alta | 18.80 | 1880 | 12 | Las Sabanas, San José de Cusmapa, San Juan de Limay | Casco Urbano de San José de Cusmapa, El Rodeo, Los Llanitos, La Fuente |
| El Caracol | 13.89 | 1389 | 8.8 | Las Sabanas, San Lucas | Oruse |
| Los Cuevones | 5.47 | 547 | 3.5 | San José de Cusmapa, San Marcos de Colon | El Mojón |
| Licuata | 32.39 | 3239 | 20.6 | San Marcos de Colon, Las Sabanas, San Lucas | Santa Rita, Las Mesas |
| Tapacalí parte media | 24.97 | 2497 | 16 | San José de Cusmapa, Las Sabanas, San Lucas | Miquilse, Aguas Calientes, Las Victorias |
| El Varillal | 20.59 | 2059 | 13 | San Lucas | Mal Paso, La Playa |
| Tapacalí parte baja | 9.51 | 951 | 6 | San Lucas, Somoto | El Espino |
| Los Tablones | 2.21 | 221 | 1.4 | San Lucas | El Tablón |
| El Salamar | 2.70 | 270 | 1.7 | San Lucas | Ninguna |
| El Gualiqueme | 2.83 | 283 | 1.8 | San Lucas | Gualiqueme |
| La Sopera | 13.61 | 1361 | 8.7 | San Marcos de Colon, San Lucas | Ninguna |

Fuente: El autor a partir de la información contenida en la base de datos del Mapa de Microcuencas de la subcuenca del Río Tapacalí.

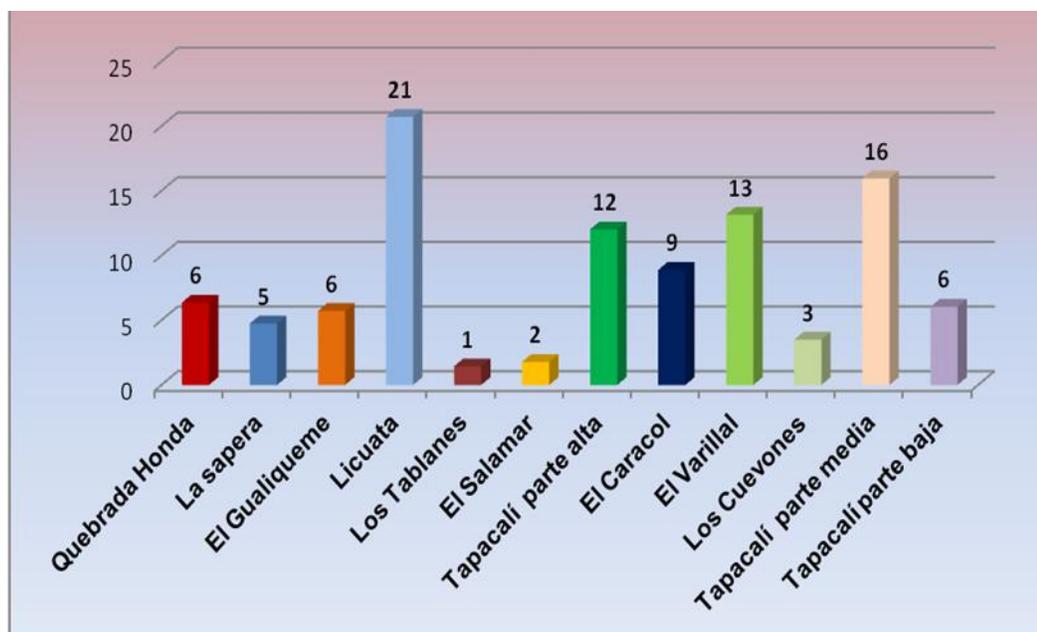


Figura 4. Porcentajes de áreas de microcuencas tributarias de la subcuenca del Río Tapacalí.

Fuente: El autor a partir de la información contenida en el Cuadro 4.

▪ Orden y número de corrientes

En general, la subcuenca presenta un patrón de drenaje dendrítico (tributario en forma de árbol) y subparalelo (tributarios con ángulos dispuestos más o menos de 45°).

Según Horton-Strahler, el orden de corrientes que presenta la subcuenca es un sistema de drenaje de tercer orden. Teniendo en cuenta la extensión que posee la subcuenca, esta se define como una subcuenca poco jerarquizada. La jerarquización no se ha realizado de manera exhaustiva (marcando todos los surcos), sino a partir de los cauces principales. El cuadro 5 contiene información relacionada con el orden de corriente y número de corrientes de la red de drenaje del área de captación de la subcuenca.

Cuadro 5. Número de orden de las corrientes de la red hidrográfica del Río Tapacalí.

| Número de Orden | Número de corrientes |
|-----------------|----------------------|
| 1 | 48 |
| 2 | 11 |
| 3 | 1 |
| Total | 60 |

Fuente: El autor a partir de la información contenida en la base de datos del Mapa de la Red de Drenaje de la subcuenca del Río Tapacalí.

▪ Densidad de Drenaje

El valor de densidad de drenaje de la subcuenca es de 0.72 km/km², es decir que existen 0.72 kilómetros de cursos de agua por cada km² de la subcuenca; lo que implica que la velocidad de respuesta del escurrimiento superficial es relativamente baja (respuesta hidrológica lenta). Dado que el valor de la densidad de drenaje se encuentra por debajo de cinco (densidad de drenaje baja), indica que en la subcuenca cuando el drenaje se formó, existía una buena cobertura vegetal y alta permeabilidad. Este valor de densidad de drenaje pudiera explicarse inicialmente por la cobertura vegetal y la litología que presenta la subcuenca. Por lo tanto, se considera una subcuenca con suelos permeables que facilitan la infiltración que alimenta el flujo subsuperficial, lo cual puede suponer un incremento en el tiempo de concentración de los caudales picos.

▪ Densidad de Corriente

La densidad de corrientes que representa la eficiencia de drenaje de la subcuenca se obtuvo al relacionar el número de corrientes (60) y el área de la unidad hidrológica (156.93 Km²); y corresponde a 0.38 corrientes/km². Por lo tanto se considera que la subcuenca cuenta con una eficiencia de drenaje alta.

Cuadro 6. Valores de longitud del río, longitud total del río, tiempo de concentración y densidad de drenaje de las microcuencas que conforman la subcuenca del Río Tapacalí.

| Microcuenca | Longitud del Río (L) Km | Longitud Total del Río Km | Tiempo de Concentración (Tc) Minuto | Densidad de Drenaje (Dd) (Km corriente/Km ²) |
|----------------------|----------------------------|------------------------------|--|---|
| Quebrada Honda | 5.09 | 5.82 | 17.87 | 0.592 |
| La Sopera | 6.22 | 10.21 | 18.28 | 1.31 |
| El Gualiqueme | 1.37 | 3.35 | 3.75 | 0.37 |
| Licuata | 11.39 | 20.28 | 36.77 | 0.62 |
| Los Tablones | 2.44 | 2.44 | 7.77 | 1.08 |
| El Salamar | 2.69 | 2.69 | 8.69 | 0.96 |
| Tapacalí parte alta | 10.17 | 17.39 | 37.54 | 0.92 |
| Tapacalí parte baja | 7.00 | 7.77 | 52.29 | 0.82 |
| El Caracol | 4.74 | 8.56 | 18.29 | 0.62 |
| El Varillal | 11.12 | 14.08 | 59.43 | 0.68 |
| Los Cuevones | 4.28 | 6.77 | 13.82 | 1.24 |
| Tapacalí parte media | 11.85 | 25.71 | 43.13 | 1.03 |

Fuente: El autor a partir de la información contenida en la base de datos del Mapa de Microcuencas de la subcuenca del Río Tapacalí.

4.2.2. Características hidrográficas de las microcuencas que conforman la subcuenca del Río Tapacalí

▪ Quebrada Honda

La naciente de esta microcuenca se da en las laderas del Cerro Aguacatal a una elevación de 1735 msnm. Es uno de los tributarios de mayor importancia debido a que se trata del nacimiento o parte alta de la subcuenca. Tiene un área de 9.96 km² y forma circular, siendo este un indicativo de originar fuertes crecidas, sin embargo tiene un densidad de drenaje de baja a media de 0.592 km/km². El sistema hidrológico está formado por ríos secundarios y quebradas, los que se pueden clasificar como ríos de montaña debido a las características geomorfológicas que se presentan, tales como alta pendiente. Se ubican las comunidades Buena Vista, El Cipián, Miramar y Quebrada Honda.

▪ Tapacalí parte alta

Corresponde al nacimiento del curso principal, tiene su origen en el Cerro El Arenal a una elevación de 1625 msnm. Tiene forma oval redonda a oval oblonga y un área de 18.80 km², y representa el 12% del área total de la subcuenca. La característica del relieve es poseer cerros y filas de grandes elevaciones, entre los que se destacan: Cerro Buena Vista (1685 msnm), Cerro El Esquirín (1527 msnm) y Cerro Grande (1390 msnm).

En el área se localiza el casco urbano del municipio de San José de Cusmapa, y las comunidades rurales Los Llanitos, El Rodeo y La Fuente. Los ríos de esta parte alta se caracterizan por tener regímenes de corrientes intermitentes, una densidad de drenaje de media a alta con 0.92 km/km² de ríos; y por tener cortas trayectorias en sus recorridos y fuertes pendientes característicos de la zona norte del país.

- **La Sopera**

Posee un área de 13.61 km² y un perímetro de 22.23 kilómetros. Su nacimiento es en territorio hondureño y representa el 8.7% del área total de la subcuenca. Tiene una densidad de drenaje de baja (1.31 km/km²), con un régimen intermitente durante toda la época del año, y drena sus aguas en dirección oeste a noreste.

- **El Gualiqueme**

Tiene una superficie de 2.83 km². Es una unidad hidrológica de menor superficie en la que se localiza la comunidad Gualiqueme y representa el 1.8% del área total de la subcuenca. Posee una densidad de drenaje de 0.37 km/km², por lo que es una microcuenca que tiene un comportamiento torrencial característico de los ríos de montaña, lo cual está influenciado por la pendiente.

- **Licuata**

Con una área de 32.39 km² y un perímetro de 25.82 kilómetros tiene su nacimiento en territorio hondureño. Representa el 20.6% del área total de la subcuenca. Se ubican las comunidades Las Mesas y Santa Rita. De acuerdo a la densidad de drenaje es una unidad hidrológica mal drenada con 0.62 km/km².

- **Los Tablones**

Es una unidad hidrológica de menor área con 2.21 km², que se localiza en la parte baja de la subcuenca. Se ubica la comunidad El Tablón. Tiene un perímetro de 6.94 kilómetros y forma oval redonda a oval oblonga. Tiene con una densidad de drenaje de baja (1.08 km/km²).

- **Tapacalí parte media**

Tiene una superficie de 24.97 km² y forma alargada oval oblonga a rectangular oblonga. Se ubican las comunidades Aguas Calientes, Miquilse y Las Victorias.

- **Los Cuevones**

Tiene una superficie de 5.47 km², un perímetro de 12.52 kilómetros y forma oval redonda a oval oblonga. El relieve se caracteriza por poseer grandes elevaciones que oscilan desde 1380, 1145 y 1105 msnm, las que inciden y caracterizan el comportamiento de la escorrentía. Se localiza la comunidad El Mojón. Posee una densidad de drenaje baja (1.24 km/km²).

- **El Caracol**

Con una superficie de 13.89 km² y perímetro 15.87 kilómetros, tiene una elevación mínima y máxima de 920 y 1300 msnm respectivamente, con una pendiente del 8%. Los cerros que se ubican en su área son Loma La Meseta (1305 msnm) y Mesa

Bilocaguasca (1297 msnm). La densidad de drenaje es baja (0.62 km/km²). Presenta forma casi redonda a oval redonda. Se ubica la comunidad Oruse.

- **El Varillal**

Esta microcuenca es de importancia por su extensión de 20.59 Km², tiene forma alargada; y la elevación mínima y máxima corresponde a 980 y 1220 msnm, respectivamente. Posee una densidad de drenaje baja (0.68 km/km²) marcada por sus condiciones topográficas. Se ubican las comunidades Mal Paso y La Playa.

- **Tapacalí parte baja**

Tiene una superficie de 9.51 km², un perímetro de 20.77 kilómetros, forma oval oblonga a rectangular oblonga y la pendiente media del cauce es de 1.1%. La respuesta del flujo de la microcuenca es aproximadamente de 52.29 minutos como tiempo de concentración. Se ubica la comunidad El Espino.

- **Salamar**

Con una superficie de 2.70 km² y un perímetro de ocho kilómetros, esta microcuenca tiene forma oval redonda a oval oblonga. Con un tiempo de respuesta del flujo correspondiente a 8.69 minutos, el porcentaje del área corresponde al 1.7% del área total de la subcuenca.

4.2.3. Biodiversidad

La posición geográfica de Nicaragua y de la subcuenca del Río Tapacalí, induce al razonamiento de que la flora y fauna debiera estar relacionada con la de la Provincia Mexicana y con la de la Provincia Colombiana; o sea, con la biota de Norteamérica y de América del Sur; es decir, que constituyen un puente del Istmo Centro Americano. El carácter de puente entre dos floras y faunas diferentes le confiere al país y por ende a la subcuenca una característica de alta biodiversidad favorecida por la combinación de diferentes factores climáticos-altitudinales, como gradiente de temperatura, elevación, diferentes régimen de precipitación y variaciones en los tipos de suelo como porosidad y profundidad (OEA, 1997).

En la subcuenca no se ha realizado un estudio específico de la composición florística y faunística. Sin embargo, de acuerdo a la información proporcionada por los colaboradores claves que participaron en los Talleres Participativos de Diagnóstico Comunitario, fue posible realizar una generalización que revela que la composición florística está compuesta por bosque latifoliado caducifolio, bosque de pinos, bosque mixto, robledales, regeneración natural, bosques secundarios, bosques riparios (ribereños y/o galería) y vegetación arbustiva y herbácea. La diversidad faunística es variada y está compuesta por especies de aves, mamíferos y reptiles.

La explotación irracional y el manejo inadecuado de los recursos naturales, la contaminación y degradación ambiental por acciones antrópicas ha deteriorado la biodiversidad en la subcuenca. El mal uso del suelo (diferente a su capacidad de uso)

y la deforestación aunados a las variaciones del clima y al cambio climático) fragmentan y degradan el hábitat y biodiversidad de las zonas de vida, lo cual representa un posible escenario dentro de la subcuenca del Río Tapacalí, por el tipo de manejo al cual han estado sometidos los recursos naturales y ecosistemas.

Cuadro 7. Composición faunística predominantes en la subcuenca del Río Tapacalí.

| Nombre Común | Nombre Científico* | Nombre Común | Nombre Científico* |
|--------------------------|-----------------------------------|-----------------------|--------------------------------|
| MAMIFEROS | | AVES | |
| Ardilla | <i>Sciurus vulgaris</i> | Arrocero | SD |
| Armadillo/Pítero | <i>Cabassous centralis</i> | Búho | <i>Otus guatemalae</i> |
| Coyote | <i>Canis latrans</i> | Calandra | SD |
| Conejo | <i>Sylvilagus spp</i> | Cáuselo | SD |
| Cusuco | <i>Dasyopus novemcinctus</i> | Colchona | SD |
| Cuyúso | <i>Potos flavus</i> | Cubula | SD |
| Chanco de Monte | <i>Tayassu pecari</i> | Cuervo | SD |
| Gato de Monte | <i>Felis wiendii</i> | Chachalaca | <i>Ortalis vetula</i> |
| Gato Cervantes | SD | Cheje | SD |
| Guardatinaja | <i>Agouti paca</i> | Chicharra | SD |
| Guatusa | <i>Dasyprocta punctata</i> | Chirica/ Walchirica | SD |
| León | <i>Felis leo</i> | Chichuco | SD |
| Mapachín | <i>Procyon lotor</i> | Chorcha | SD |
| Mono | SD | Garza | <i>Tigrisoma spp</i> |
| Pantera | SD | Guardabarranco | <i>Eumota superciliosa</i> |
| Pijul | <i>Molothrus aeneus</i> | Guardiola | SD |
| Pizote | <i>Nasua narica</i> | Guasalo | SD |
| Saino | <i>Tayassu tajacu</i> | Gorrión | <i>Galbula spp</i> |
| Tepezcuintle/Tipiscuinte | <i>Cuniculus paca</i> | Guis | <i>Megarhynchis pitangus</i> |
| Tigre | SD | Jilguero | <i>Myadestes occidentalis</i> |
| Tigrillo | <i>Leopardus pardales</i> | Lora | <i>Amazona spp</i> |
| Venado Cola Blanca | <i>Odocoileus virginianus</i> | Loro | <i>Amazona amazónica</i> |
| Zorro | SD | Lechuza Común | <i>Tyto alba</i> |
| Zorro Espín | <i>Hystrix cristata</i> | Paloma Ala Blanca | <i>Zenaida asiática</i> |
| REPTILES | | Paloma Azulona/Cujula | SD |
| Bejuquilla Rayada | <i>Leptophis mexicanus</i> | Paloma Corralera | SD |
| Boa Común/Masacuate | <i>Boa constrictor</i> | Pato de agua | SD |
| Camaleón | SD | Perico | <i>Aratinga spp</i> |
| Cascabel | <i>Crotalus durissus</i> | Pico de Navaja | SD |
| Coral | <i>Micrurus nigrocinctus</i> | Piche | <i>Dendrocygna spp</i> |
| Garrobo | <i>Ctenosaura similis</i> | Pijul | <i>Crotophaga sulcirostris</i> |
| Iguana Verde | <i>Iguana iguana</i> | Serequeque | SD |
| Lagartija | <i>Lepidophyma flavimaculatum</i> | Tordo | SD |
| Llanera | <i>Drymobius melanotropis</i> | Urraca | <i>Calocitta Formosa</i> |
| Culebra Mica/Zopilote | <i>Spilotes pullatus</i> | Zanate | <i>Quiscalus nicaraguensis</i> |
| Quebranta Huesos | SD | Zopilote Negro | <i>Caragyps atratus</i> |
| Tamagá | SD | Zorzal | SD |
| Zumbadora/Voladora | <i>Drymarchon corais</i> | | |

Fuente: El autor a partir de información facilitada por los colaboradores claves que participaron en los Talleres Participativos de Diagnóstico Comunitario, 2013.

(*): Recopilación de la información sobre la biodiversidad de Nicaragua, Rueda, R; 2007.

Cuadro 8. Especies arbóreas predominante en la subcuenca del Río Tapacalí.

| Nombre Común | Nombre Científico* | Familia* | Usos que le da la comunidad |
|-------------------------|------------------------------------|----------------|--|
| Acacia Amarilla | <i>Cassia siamea</i> | Caesalpinaceae | Madera para construcción |
| Aguacate de Monte | <i>Nectandra mirabilis</i> | Laureaceae | Madera para hacer mochetas de puertas y ventanas |
| Amarguito/Sardinillo | <i>Tecoma stan</i> | Bignoniaceae | Leña |
| Bimbayán | <i>Rehdera trinervis</i> | SD | Madera |
| Caoba | <i>Swietenia humilis</i> | Meliaceae | Madera |
| Carbón/Guacamaya | <i>Astronium graveolens</i> | Anacardiaceae | Leña, vaina para ganado |
| Carao | <i>Cassia grandis</i> | Caesalpinaceae | Forraje para ganado, medicinal |
| Cedro Real | <i>Cedrela odorata</i> | Meliaceae | Madera para construcción y muebles |
| Cornizuelo | <i>Acacia hindsii</i> | Mimosaceae | Leña |
| Copalchil | <i>Croton guatemalensis</i> | Euphorbiaceae | Medicinal |
| Coyote | <i>Platymiscium pleiostachym</i> | Fabaceae | Leña |
| Chaperno | <i>Albizia adinocephala</i> | Mimosaceae | Leña, postes para cercos |
| Chilca de Monte | <i>Thebetia ovata</i> | Apocynaceae | Leña, postes, horcones |
| Chilamate | <i>Ficus insipida</i> | Moraceae | Protección de fuentes de agua |
| Eucalipto | <i>Eucalyptus spp</i> | Myrtaceae | Leña, medicina |
| Guaba | <i>Inga samanensis</i> | Mimosaceae | Sombra de café, leña |
| Guácimo de Ternero | <i>Guazuma ulmifolia</i> | Sterculiaceae | Leña, fruto para ganado |
| Guachipilín | <i>Diphysa robinoides</i> | Fabaceae | Madera, protección de fuentes de agua |
| Guanacaste | <i>Enterolobium cyclocarpum</i> | Mimosaceae | Madera para construcción y para corrales |
| Guarumo | <i>Cecropia peltata</i> | Cecropiaceae | Leña |
| Guayabo | <i>Bourreria huanita</i> | Myrtaceae | Fruto comestible, leña |
| Genízaro/Cenizaro | <i>Pithecellobium saman</i> | Mimosaceae | Madera para construcción, reforestación |
| Guajiniquil | <i>Inga vera</i> | Mimosaceae | Madera para muebles |
| Güiligüiste | <i>Karwinskia calderoni</i> | Rhamnaceae | Horcones, vigas, leña |
| Granadillo | <i>Dalbergia retusa</i> | Fabaceae | Madera para construcción y muebles |
| Huesito | <i>Pithecellobium leucospermum</i> | SD | Leña, madera para construcción |
| Higo | <i>Ficus carica</i> | Moraceae | Sombra para café |
| Jocote Jobo | <i>Spondias mombin</i> | Anacardiaceae | Alimento para animales silvestres |
| Jiñocuabo/Indio Desnudo | <i>Bursera simaruba</i> | Burseraceae | Medicinal |
| Laurel | <i>Cordia alliodora</i> | Boraginaceae | Leña |
| Leucaena | <i>Leucaena leucocephala</i> | Mimosaceae | Medicinal |
| Macuelizo | <i>Tabebuia rosea</i> | Bignoneaceae | Madera para elaborar sillas, camas y muebles |
| Madero Negro | <i>Gliricidia sepium</i> | Fabaceae | Protección de fuentes de agua, forraje para ganado, leña |
| Majagua | <i>Hibiscus tiliaceus</i> | Malvaceae | Corteza sirve para hacer correas |
| Malinche | <i>Delonix regia</i> | Caesalpinaceae | Leña |
| Mampás de Montaña | <i>Lippia myriocephala</i> | Verbenaceae | Madera para construcción, leña |
| Matasano | <i>Casimiroa edulis</i> | Rutaceae | Medicinal |
| Matapalo | <i>Ficus obtusifolia</i> | Moraceae | Sombra para café |
| Mora | <i>Chlorofora tinctoria</i> | Moraceae | Madera para muebles |
| Muñeco | <i>Cordia bicolor</i> | Boraginaceae | Madera para muebles |
| Neem | <i>Azadirachta indica</i> | Meliaceae | Leña, postes para cercos |
| Pino | <i>Pinus oocarpa</i> | Pinaceae | Madera |
| Quebracho/Frijolillo | <i>Lysiloma auritum</i> | Mimosaceae | Postes para cercos, madera |
| Roble Amarillo | <i>Quercus segoviensis</i> | Fagaceae | Leña, postes, madera para construcción |
| Roble Sabanero | <i>Tabebuia rosea</i> | Bignoniaceae | Madera para construcción, leña |
| Roblencino | <i>Quercus nsignis</i> | Fagaceae | Leña, madera, postes para cercos, techo para viviendas |
| Sauce | <i>Salix spp</i> | Salicaceae | Leña |
| Tempisque | <i>Mastichodendrom capiri</i> | Sapotacea | Madera |
| Tigüilote de Montaña | <i>Cordia dentada</i> | Boraginaceae | Postes para cercos, alimento para animales silvestres |
| Zopilote | <i>Vochysia ferruginae</i> | Vochysiaceae | Leña, postes para cercos |
| Zorrillo | <i>Petiveria alliacea</i> | Phytoloccaceae | Leña, postes para cercos |

Fuente: El autor a partir de información facilitada por los colaboradores claves que participaron en los Talleres Participativos de Diagnóstico Comunitario, 2013.

(*): Guía de Especies Forestales de Nicaragua, 2002. Inventario Nacional Forestal, 2009.

Clave: SD: Sin Dato

En la subcuenca se reconocen las siguientes zonas de vida:

- **Bosque Seco Tropical:** Tiene como límites climáticos una temperatura media superior a 24°C y un promedio anual de lluvias entre 700 y 2000 mm. Presentan una cobertura boscosa continua, en piso térmico cálido con uno o dos períodos marcados de sequía. Representa el 36.6% del área de la subcuenca (5749 hectáreas).
- **Bosque muy Seco Tropical:** Ocupa 548 hectáreas, representando el 3.5% del área total de la subcuenca.
- **Bosque Seco Subtropical Premontano:** Representa el 59.9% del área de la subcuenca (9395 hectáreas).
- **Bosque muy Seco Subtropical:** Ocupa un área mínima del territorio de la subcuenca.

Cuadro 9. Distribución de las Zonas de Vida predominantes en la subcuenca del Río Tapacalí.

| Zona de Vida | Área | | | Comunidades |
|------------------------------------|-----------------|---------------|------------|---|
| | Km ² | Ha | % | |
| Bosque Seco Tropical | 57.49 | 5749 | 36.6 | Aguas Calientes, Miquilse, Gualiqueme, El Tablón, El Espino |
| Bosque muy Seco Tropical | 5.48 | 548 | 3.5 | Mal Paso, La Playa |
| Bosque Seco Subtropical Premontano | 93.95 | 9395 | 59.9 | Miramar, El Cipián, Quebrada Honda, El Rodeo, Buena Vista, Los Llanitos, La Fuente, El Mojón, Las Victorias, Oruse Las Mesas, Santa Rita, Casco Urbano del municipio de San José de Cusmapa |
| Bosque muy Seco Subtropical | 0.0005 | 0.5 | 0.0 | |
| Total | 156.92 | 156.92 | 100 | |

Estudio de Calidad de Suelos de la subcuenca del Río Tapacalí, 2013.

4.2.4. Aspectos físicos naturales

▪ Precipitación

En el territorio de la subcuenca se encuentran localizadas seis estaciones meteorológicas de tipo pluviométrica. La Estación Meteorológica ubicada en San José de Cusmapa es representativa de la parte alta, la Estación Meteorológica de Miquilce de la parte media y la Estación Meteorológica El Espino de la parte baja.

Cuadro 10. Generalidades de las Estaciones Meteorológicas ubicadas en el área de la subcuenca del Río Tapacalí.

| Código | Nombre de la Estación Meteorológica | Latitud Norte | Longitud Oeste | Elevación msnm |
|--------|-------------------------------------|---------------|----------------|----------------|
| 45007 | Somoto | 13° 28' 30" | 86° 35' 06" | 720 |
| 45011 | El Espino | 13° 26' 42" | 86° 43' 18" | 890 |
| 45027 | San Lucas | 13° 24' 42" | 86° 36' 36" | 795 |
| 45038 | Miquilce | 13° 22' 24" | 86° 41' 18" | 994 |
| 45046 | Las Sabanas | 13° 26' 00" | 86° 37' 01" | 1275 |
| 58003 | San José de Cusmapa | 13° 17' 12" | 86° 39' 12" | 1270 |

Fuente: Estudio de Amenaza a Sequía de la subcuenca del Río Tapacalí, 2013.

En base al período de registros de datos meteorológicos (1971-2010), el promedio aritmético de precipitación anual de la subcuenca es de 1286 milímetros. La parte alta representada por la Estación Meteorológica de San José de Cusmapa es la zona más lluviosa, al registrar un promedio anual de 1724 milímetros, en la parte media representada por la Estación Meteorológica Miquilce el acumulado es de 1104 milímetros y la parte baja representada por la Estación Meteorológica El Espino el acumulado alcanza los 1028 milímetros anuales.

La precipitación media anual oscila entre los 1700 milímetros en la parte alta y 900 milímetros en el sector oriental de la parte baja. La subcuenca presenta una alta probabilidad de ser afectada por déficit de lluvia durante un evento El Niño.

Los 1700 milímetros cubre las comunidades Miramar, Quebrada Honda, Buena Vista, El Rodeo, La Fuente, Los Llanitos, y la zona del puente Tapacalí. La isoyeta de 1600 milímetros abarca las comunidades El Mojón, Miramar y Las Mesas en Honduras; 1500 milímetros de lluvia cubre las comunidades de Santa Rita, 1400 milímetros cubren la comunidad Las Victorias; 1300 milímetros cubren la comunidad Oruse; 1200 milímetros cubren la comunidad Aguas Calientes y El Tablón; 1100 milímetros abarca las comunidades El Espino y Miquilse; 1000 milímetros cubre la comunidad La Playa; acumulados de 900 milímetros abarca la comunidad Mal Paso.

Una buena parte del cauce del Río Tapacalí es cubierto por la isoyeta de 1200 milímetros a lo largo del recorrido por la parte central y baja de la subcuenca, mientras que la parte más baja del río es cubierta por las isoyetas de 1100 y 1000 milímetros.

Cuadro 11. Distribución de las isoyetas en la subcuenca del Río Tapacalí.

| Isoyeta | Área | | % | Comunidad |
|--------------|-----------------|--------------|------------|---|
| | Km ² | Ha | | |
| 900 | 5,78 | 578 | 3.8 | Mal Paso |
| 1000 | 11.32 | 1132 | 7.0 | La Playa |
| 1100 | 16.75 | 1675 | 10.8 | El Espino, Miquilse |
| 1200 | 16.81 | 1681 | 10.8 | Aguas Calientes, El Tablón |
| 1300 | 17.22 | 1722 | 10.8 | Oruse |
| 1400 | 26.67 | 2667 | 17.2 | Las Victorias |
| 1500 | 24.73 | 2473 | 15.9 | San Rita |
| 1600 | 14.38 | 1438 | 8.9 | Las Mesas, El Mojón, Miramar |
| 1700 | 23.27 | 2327 | 14.7 | Miramar, Quebrada Honda, Buena Vista, El Rodeo, La Fuente, Los Llanitos |
| Total | 156.93 | 15693 | 100 | |

Fuente: Estudio Agroclimático de la subcuenca del Río Tapacalí, 2013.

En las comunidades con menores acumulados de lluvia (La Playa, El Espino, Mal Paso, Miquilse y El Tablón), es recomendable implementar variedades de cultivos de granos básicos con período vegetativo de corta duración y resistentes a la sequía. Además, es importante potenciar las áreas de cultivo en las comunidades (Las Victorias, Aguas Calientes, Oruce, El Mojon, Santa Rita, Quebrada Honda y Buena Vista) donde hay disponibilidad de humedad en los años secos y la fertilidad de las tierras es óptima.

Producto de la variabilidad climática durante el periodo 1971-2010, la subcuenca presenta una variación anual de los acumulados de precipitación, distinguiéndose que los menores acumulados de lluvia que se registran en dicho periodo coinciden con los años bajo los efectos de las condiciones climáticas causadas por el fenómeno conocido como El Niño y la Oscilación del Sur (ENOS); y coincidentemente los mayores acumulados de lluvia anual están relacionados a la fase fría del ENOS, es decir al fenómeno de La Niña.

El régimen de lluvias presenta un patrón bien definido de dos épocas: una lluviosa y otra seca, las cuales tienen una duración de seis meses cada una de ellas. De los 1286 milímetros de la precipitación promedio anual en la subcuenca, 1160 milímetros se registran en la época lluviosa (mayo a octubre) y en la época seca (noviembre a abril) un promedio 126 milímetros.

En la subcuenca, la época lluviosa inicia en mayo cuando se acumula un 16.7% del total anual de la precipitación y concluye en octubre al registrarse un porcentaje similar al de mayo con respecto al total anual, en esta época se produce el 90.4% de la precipitación total anual.

Se presentan dos picos de máxima precipitación, uno generalmente se presenta en junio con un valor promedio acumulado de 218.3 milímetros y otro en septiembre registrando un valor de 270 milímetros.

En el comportamiento anual de la lluvia se presenta una disminución drástica de las mismas entre los meses de julio y agosto, registrando un acumulado de 109 y 130 milímetros respectivamente, esta disminución de la precipitación es conocida popularmente como el fenómeno de la canícula, la cual puede variar en las distintas zonas altitudinales de la subcuenca, ocasionando de leves a severos riesgos climáticos en la producción agropecuaria.

La conducta de las lluvias durante esta época (mayo a octubre) viene a ser quizás lo más importante para la agricultura de secano y el abastecimiento de agua a las distintas comunidades, ya que es la única fuente de humedad con que se cuenta.

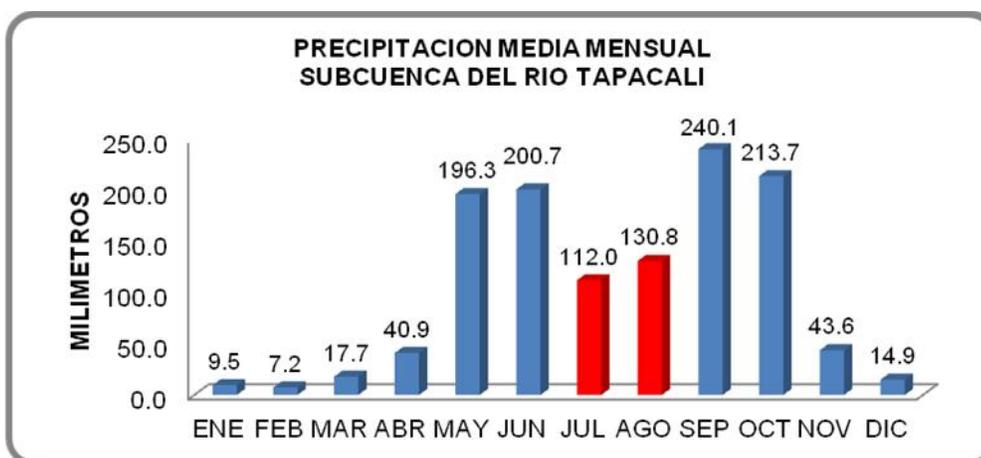


Figura 5. Distribución mensual de la precipitación media en la subcuenca del Río Tapacalí.
Fuente: Estudio Agroclimático de la subcuenca del Río Tapacalí, 2013.

La parte alta de la subcuenca es la que registra los mayores acumulados anuales de lluvia y es la que presenta las mayores anomalías tanto deficitaria como de excesos de precipitación. En esta zona se registra la mayor disminución de la precipitación en los meses de julio y agosto, con respecto a los acumulados de junio y septiembre, lo que climáticamente significa contar con una mayor variabilidad de las precipitaciones en esta parte de la subcuenca.

En la época seca que inicia en el mes de noviembre y finaliza en el mes de abril, ocurre el 9.6% de las lluvias que se producen todo el año. Los meses de noviembre y abril son meses de transición entre una época y otra; el mes más seco es febrero, ya que es el mes que registra las mínimas lluvias con un valor acumulado de 5.8 milímetros.

El inicio del período lluvioso en la subcuenca queda establecido entre el 21 y 23 de mayo, fechas en las cuales se logra acumular alrededor de un 50% de la precipitación del mes; por las características de los sistemas que generan las precipitaciones en mayo, dicho establecimiento inicia primeramente en San José de Cusmapa (21 de mayo en la parte alta de la subcuenca) y se extiende al 23 de mayo en la parte media. No obstante, estas fechas pueden variar cada año, en dependencia de la presencia de cualquier evento climático que condicione dicho establecimiento.

Las fechas mencionadas anteriormente para el establecimiento de las lluvias, no significan que en los días antes de las mismas no se registren precipitaciones moderadas e intensas que puedan alcanzar un poco más del 50% del acumulado mensual requerido. Según estudio realizado en 2014, los campesinos argumentan que ha venido cambiando el período de inicio de la lluvia (Molina, 2014). (estudio realizado en 2014).

Cuadro 12. Establecimiento del período lluvioso en la subcuenca del Río Tapacalí.

| Nombre de la Estación Meteorológica | Acumulado (mm) | Fecha de Inicio | Normas Históricas | % de inicio |
|--|-----------------------|------------------------|--------------------------|--------------------|
| San José de Cusmapa | 143.9 | 21 de Mayo | 290 | 49.7 |
| Miquilce | 100.7 | 23 de Mayo | 187 | 53.9 |
| El Espino | 90.5 | 22 de Mayo | 170 | 53.4 |

Fuente: Estudio Agroclimático de la subcuenca del Río Tapacalí, 2013.

Las precipitaciones se registran principalmente entre las 2 y 6 pm, observándose las máximas entre las 3 y 6 pm, en los meses de septiembre y octubre. El aumento de las precipitaciones en horas de la tarde está relacionado con el desarrollo máximo de los procesos convectivos, los que inducen en muchas ocasiones a formaciones nubosas de este tipo, las cuales al encontrarse con las condiciones apropiadas de inestabilidad, originan en la mayoría de los casos precipitaciones intensas. En horas de la mañana, es característico que las precipitaciones sean de tipo lloviznas ligeras en los meses de mayo a octubre.

La efectividad de las lluvias para el suministro de la humedad del suelo y para los cultivos depende de cómo se distribuyen las lluvias diariamente y de su intensidad. Un

día con precipitación efectiva para la agricultura se considera cuando la precipitación registrada supera un milímetro.

Los registros promedios de las tres Estaciones Meteorológicas, determinan un promedio de 79 días con lluvias (21.6% del total de días que conforman un año), siendo mayo, julio y agosto los meses con menos días con precipitación (9.7, 8.7 y 9.9 días respectivamente), y septiembre el mes que más días con lluvias registra con un total de 13.7 días, seguido de junio con 12.7 y octubre 12 días.

En la parte alta de la subcuenca el total de días con lluvias es de 92.8 días, siendo los meses con más días de lluvia septiembre y octubre (15.8 y 14.5 días); en la parte media es de 84.6 días y los meses con más lluvia son septiembre y junio con 14.4 y 13.8 días, y en la parte baja es de 59.3 días, siendo los meses de septiembre y junio los que presentan una mayor cantidad de días (10.9 y 10.5 respectivamente).

De los 79 días con lluvias que se registran en la subcuenca, 54.6 días son mayores de 5 milímetros, 36.6 días son mayores de 10 milímetros, 27.6 días mayores de 15 milímetros y 20.6 días mayores de 20 milímetros, lo que indica que las precipitaciones en la subcuenca generalmente son de baja intensidad y de características intermitentes que no provocan efectos negativos en los cultivos.



Figura 6. Distribución de los días con lluvia mayor de un milímetro en la parte alta, media y baja de la subcuenca del Río Tapacalí.

Fuente: Estudio Agroclimático de la subcuenca del Río Tapacalí, 2013.

En el estudio “Elaboración de escenarios climáticos actuales y futuros del proyecto “Enfoque territorial contra el cambio climático, medidas de adaptación y reducción de la vulnerabilidades en la Región de Las Segovias- Nicaragua”, realizado por (COSUDE, PNUD, MARENA & INETER, 2013), se destacan los siguientes aspectos relacionados con la precipitación:

- ✓ En las Segovias se han registrado precipitaciones máximas superiores a los 200 milímetros por día.
- ✓ Las intensidades máximas de precipitaciones diarias que ocurren en la zona comprendida entre San Juan de Limay y San José de Cusmapa, con valores de intensidades superiores a los 150 mm/diarios para períodos de retorno de 10 años, se consideran lluvias de alta erosividad. Estas intensidades pueden aumentar al ampliar el período de retorno, con una frecuencia de 25 años se puede dar un fenómeno que puede llegar hasta arriba de 190 mm/diarios.
- ✓ La precipitación total anual registrada en Somoto desde el período de 1962 hasta la fecha ha sido en promedio de 889 mm/año. Sin embargo, al comparar las

precipitaciones entre el período 1962 – 1970, con las precipitaciones del período 2000 – 2009, se nota una reducción de 979 a 821 mm, es decir que entre estos últimos 50 años la precipitación anual ha disminuido en 158 mm, que equivale a una reducción de 16 % con respecto a la media de 1962 - 1970.

- ✓ Las curvas de precipitaciones acumuladas en diez días, para los períodos de 1960-1970 y 2000- 2010, presentan cinco o seis meses de lluvia (estación lluviosa) y luego un período en que prácticamente no llueve (estación seca). Durante la estación lluviosa se presenta una distribución de lluvias bimodal, primero un período lluvioso (mayo a julio), que los pobladores le llaman época de “Primera”, luego se produce un descenso drástico de las lluvias entre el 15 de julio y el 15 de agosto, conocida como canícula y después vuelve un período de lluvias conocido como “postrera” (septiembre a noviembre). Al comparar las curvas de ambos períodos (1960-1970 y 2000-2010) muestran no solo la disminución en las lluvias sino también una entrada más tardía de la época lluviosa y una retirada temprana de las lluvias en el período de Postrera (Septiembre – Noviembre) prolongando así el número de meses de la estación seca, pasando de seis a siete meses secos.
- ✓ Durante los últimos años se han presentado eventos de precipitación extrema en la región, como consecuencia de la ocurrencia de huracanes que pasan cerca o por el territorio de Nicaragua.
- ✓ Los municipios del Suroeste de Las Segovias, San Lucas, Las Sabanas, San José de Cusmapa y San Juan de Limay son los que han presentado en los últimos años las mayores intensidades de precipitación diaria, pero también los períodos más largos de días secos consecutivos, durante la canícula o durante la estación seca.
- ✓ El mes de octubre será más lluvioso, sin embargo, se predice que en mayo, junio, julio, agosto y septiembre tendrán menos lluvia, afectando varios cultivos anuales. Asimismo las lluvias de abril que aumentan ligeramente podrían provocar en el café el inconveniente de las floraciones múltiples y favorecer la ocurrencia de plagas como la broca del grano de café y enfermedades como la roya del café.
- ✓ De acuerdo a los escenarios utilizados en el estudio, la precipitación anual disminuye en el año 2050 en un promedio de 93 milímetros. En los municipios que tienen un mayor descenso de las precipitaciones están Estelí y San Juan de Rio Coco con una disminución aproximada de 169 milímetros. También para el 2050 seguirán disminuyendo las precipitaciones en Telpaneca y Jalapa que pierden más de 100 milímetros. Los municipios de Pueblo Nuevo, Yalaguina y Somoto pierden entre 10 y 20 milímetros para el año 2050. Estos municipios actualmente ya son bastante secos y aunque pierden menos precipitación en el futuro, hay que tomar en cuenta que sus condiciones actuales ya son marginales para muchos cultivos.

▪ **Altitud**

Con base a la zonificación altitudinal, en la subcuenca se destacan tres zonas bien diferenciadas: en la parte baja las elevaciones varían desde los 664 hasta 970 msnm, en la parte media se encuentran elevaciones entre los 971 hasta 1200 msnm, mientras

que en la parte alta se presentan elevaciones desde los 1201 hasta 1710 msnm. A continuación se describen brevemente los aspectos relevantes de estas tres zonas altitudinales:

- ✓ **Parte baja:** comprende desde la cota 664 msnm hasta la cota 970 msnm. Ocupa un área de 48.13 Km² (4813 hectáreas); representa el 30.7% del área total de la subcuenca. En esta zona se encuentran localizadas cuatro comunidades que pertenecen al municipio de San Lucas (El Espino, La Playa, El Tablón, Aguas Calientes).
- ✓ **Parte media:** comprende desde la cota 971 msnm hasta la cota 1200 msnm. Representa un área de 57.11 Km² (5711 hectáreas); representando el 36.4% del área total; se encuentran localizadas seis comunidades, de las cuales una comunidad (Las Victorias) pertenece al municipio de Las Sabanas, tres comunidades (Miquilse, Mal Paso y Gualiqueme) están adscritas a la jurisdicción político-administrativa del municipio de San Lucas y dos comunidades (El Mojón y La Fuente) pertenecen al municipio de San José de Cusmapa.
- ✓ **Parte alta:** comprende desde la cota 1201 msnm hasta la cota 1710 msnm y tiene un área de 51.68 Km² (5168 hectáreas); representando el 32.9% del área total de la subcuenca. En esta parte se encuentran localizado el casco urbano del municipio de San José de Cusmapa y nueve comunidades rurales; de las cuales dos comunidades (El Rodeo y Los Llanitos) pertenecen al municipio de San José de Cusmapa, cuatro comunidades (Oruse, Miramar, Buena Vista y Quebrada Honda) del municipio de Las Sabanas y dos comunidades (Las Mesas y Santa Rita) del municipio de San Marcos de Colón del departamento de Choluteca de la República de Honduras.

Cuadro 13. Distribución de las zonas altitudinales de la subcuenca del Río Tapacalí.

| Zona Altitudinal | Km ² | Ha | % | Comunidades Rurales | Municipio |
|-------------------------|-----------------|--------------|------------|--|--|
| Baja (668 - 970 msnm) | 48.13 | 48.13 | 30.7 | El Espino, La Playa, El Tablón, Aguas Calientes | San Lucas |
| Media (971 - 1200 msnm) | 57.11 | 5711 | 36.4 | Las Victorias, El Mojón**, La Fuente**, Miquilse*, Mal Paso*, Gualiqueme* | Las Sabanas, San Lucas*, San José de Cusmapa** |
| Alta (1201 – 1710 msnm) | 51.68 | 5168 | 32.9 | Las Mesas*, Santa Rita*, El Rodeo**, Los Llanitos**, Oruse, Miramar, Buena Vista, Quebrada Honda, Casco Urbano de San José de Cusmapa, El Cipían | San Marcos de Colón*, San José de Cusmapa**, Las Sabanas |
| Total | 156.92 | 15692 | 100 | | |

Fuente: El autor a partir de la información contenida en la base de datos del Mapa de Zonas Altitudinales de la subcuenca del Río Tapacalí.

▪ Evapotranspiración Potencial (ETP)

En la subcuenca, la ETP mensual calculada mediante el método Hargreaves, muestra un promedio de 1739 milímetros. Los máximos valores se registran en el mes de abril

y mayo, en este último mes se inicia la recuperación de agua del suelo. Por otra parte, la ETP mínima se observa en diciembre.

Los valores de ETP son inferiores, a los acumulados de lluvia mensual durante el periodo comprendido de mayo a junio y septiembre a octubre, mientras que en los meses de julio y agosto, periodo en el cual se presenta la canícula, la ETP supera a los acumulados mensuales de lluvia al igual que en los meses del período seco (noviembre a abril).

▪ **Temperatura**

La subcuenca presenta una temperatura media que es influenciada por factores tan determinantes como la topografía, la orientación de las cordilleras y montañas y principalmente por la influencia de la altitud.

En la subcuenca, los valores medios mensuales de temperatura máxima se registran en los meses de abril y mayo, precisamente a finales del período seco e inicio del período lluvioso, con valores de 26.5 y 26.3°C. Los valores de temperatura media mínima ocurren entre los meses de diciembre y enero, con magnitudes que oscilan entre 22.7 y 22.6°C.

La oscilación media anual de la temperatura del aire, entre el mes más cálido y el más frío en la zona, se mantiene entre 2.5 y 3.7°C; esta diferencia es tres a cuatro veces inferior a la diferencia entre los valores absolutos máximos y mínimos diarios.

Las zonas por debajo de 900 msnm presentan valores de temperatura del aire por encima de 24°C, estos valores disminuyen hacia las zonas con mayores elevaciones. Los valores mínimos de temperatura en la marcha anual, se presentan en las comunidades con mayor elevación, situadas entre 1100 y 1200 msnm. Estas comunidades presentan valores medios anuales de temperaturas del aire entre 21 y 22°C, como un reflejo del territorio montañoso de la región, donde se encuentran los mínimos de la distribución anual, lo que indica que estas zonas de mucha altitud muestran un comportamiento del régimen térmico que está condicionado por las características del clima subtropical, entrando en un caso particular de las condiciones climáticas de Nicaragua, a como lo es el clima Tropical de Montaña, que determina contrastes importantes del régimen térmico con relación a las condiciones predominantes en las zonas llanas y de alturas medias.

Los valores máximos de temperatura se registran en abril y mayo; oscilando entre 32.6 y 32°C en diferentes puntos de la subcuenca. Generalmente, estas temperaturas suelen registrarse después del mediodía, en las horas de mayor insolación. Las temperaturas máximas, al igual que las temperaturas medias disminuyen a partir de junio. Las temperaturas medias máximas, también disminuyen con la altura.

Las temperaturas medias mínimas, ocurren en el mes de enero, con un promedio de 14.4 °C. Estos valores mínimos de temperatura se registran en la madrugada y en las primeras horas de la mañana. Uno de los sistemas sinópticos que más favorece la ocurrencia de temperaturas bajas en la subcuenca, son los empujes polares (frentes fríos, vaguadas polares) de fines (diciembre) y principios de año (enero y febrero).

Las temperaturas medias mínimas más altas corresponden a los lugares situados a menor altura sobre el nivel medio del mar; mientras que los núcleos más fríos, se ubican en las zonas de mayor elevación.

La temperatura máxima absoluta mensual a lo largo del año presenta un primer máximo en el mes de marzo correspondiente a 38.9°C, y una máxima absoluta de 39.0°C en el mes de mayo, luego la temperatura máxima desciende hasta los 33.6°C en el mes de noviembre; mientras que la temperatura mínima absoluta se registra en diciembre logrando alcanzar un valor de 7.4°C, otro mínimo de 7.7°C se registra en el mes febrero.

Los valores máximos diarios de la temperatura del aire, ocurren entre las 13:00 y 15:00 hora local, durante el trimestre marzo - mayo; mientras que los mínimos se registran entre las 22:00 y las 06:00 hora local en los meses de noviembre a febrero.

Actualmente los valores de temperatura que se presentan en la subcuenca no representan ninguna restricción para el desarrollo de los cultivos de granos básicos, café y hortalizas, ya que el comportamiento actual todavía se encuentran dentro de los valores umbrales requeridos por dichos cultivos. Sin embargo, una tendencia hacia el incremento de las mismas en los años venideros, puede incrementar el riesgo para el desarrollo de los cultivos predominantes en la subcuenca.

Los cultivos tradicionales (granos básicos) que se cultivan en la subcuenca para su crecimiento y desarrollo requieren precipitaciones entre 300 y 600 milímetros y temperaturas de 19 a 25°C. Tales condiciones climáticas están presentes en la subcuenca, no obstante, la restricción climática, se debe a la variabilidad del clima anual principalmente en el régimen de precipitaciones, debido a la variabilidad en su distribución espacial y temporal.

Cuadro 14. Distribución de la temperatura media en la subcuenca del Río Tapacalí.

| Temperatura Media °C | Área | | | Comunidades |
|-------------------------|-----------------|--------------|------------|---|
| | Km ² | Ha | % | |
| 21.5 | 3.71 | 371 | 2.4 | Las Mesas |
| 22 | 15.30 | 1530 | 9.8 | Los Llanitos, Buena Vista, Miramar |
| 22.5 | 29.53 | 2953 | 18.9 | Santa Rita, Quebrada Honda |
| 23 | 22.91 | 2291 | 14.7 | Oruse, La Fuente, El Mojón, Las Victorias |
| 23.5 | 22.36 | 2236 | 14.3 | El Rodeo |
| 24 | 14.95 | 1495 | 9.6 | Miquilse, Mal Paso |
| 24.5 | 32.83 | 3283 | 21 | El Espino, Los Tablones, Aguas Calientes |
| 25 | 14.47 | 1447 | 9.3 | La Playa |
| Total | 156.06 | 15606 | 100 | |

Fuente: Estudio Agroclimático de la subcuenca del Río Tapacalí, 2013.

En el estudio “Elaboración de escenarios climáticos actuales y futuros del proyecto “Enfoque territorial contra el cambio climático, medidas de adaptación y reducción de la vulnerabilidades en la Región de Las Segovias- Nicaragua”, realizado por (COSUDE,

PNUD, MARENA & INETER (2013), se destacan los siguientes aspectos relacionados con la temperatura:

- ✓ El mes de abril, el mes más caliente del año, es más caliente actualmente y agosto y diciembre son los meses con mayor incremento de la temperatura.
- ✓ La temperatura media anual actualmente es de 21.6°C, con el cambio climático se prevé que habrá un incremento medio de 2,1°C para el año 2050, que pasa por un incremento de 0,9°C en el 2020.
- ✓ Según los escenarios utilizados en el estudio, la temperatura máxima del año aumentará de 28,7°C a 30,8°C, mientras que el trimestre más cálido se calienta en 2,1°C en 2050. La temperatura mínima del año aumenta de 14,4°C a 16,3°C mientras que el trimestre más frío se calienta en un 1,9°C en 2050. El mes más lluvioso (septiembre) será ligeramente más seco, mientras que el trimestre más lluvioso se vuelve 29 milímetros más seco en 2050. La temperatura media anual incrementará de manera progresiva. Este incremento para el año 2050 es en promedio de 2,4°C.

▪ **Geología**

La subcuenca se encuentra ubicada en la Provincia Geológica denominada Tierras Altas del Interior (Stoiber & William, 1965; Darce, 1990), predominando las rocas ígneas del grupo Coyol, cuya edad aproximada es de 13 millones de años, productos del vulcanismo continental del Terciario.

La geología de la subcuenca pertenece a la Unidad Geológica del grupo volcánico Somoto Superior (Mioceno Superior), presentando ignimbrita cenizosa, poco cementada, riolítica (ash-flow) e ignimbrita riolítica clara, bien soldada, homogénea. Posee estructuras geológicas que son de carácter lineales (fracturas y fallas) y de morfología circular; asociadas a relictos de antiguos y recientes centros volcánicos.

En diferentes áreas son notables y se encuentran distribuidos bolones angulares y subredondos de material andesítica en las elevaciones intermedias y en los cauces o cárcavas y su presencia se debe precisamente a dos situaciones, pueden ser núcleos de rocas intemperizadas y parte de bloques rodados que con la distancia y la gravedad van dispersándose hasta sedimentarse en forma de bolones subredondeados.

El relieve de la subcuenca está formado por cerros de cimas planas a rugosas en forma de extensas mesetas con alturas promedio de 1000 a 1400 metros sobre el nivel del mar y que se correlacionan con depósitos de nubes y flujos densos de cenizas resultando en una espesa secuencia de rocas volcánicas piroclásticas.

La corriente de los Ríos Tapacalí y Coco ha cortado profundamente esta secuencia piroclástica exponiendo paredes verticales y rocosas homogéneas y duras, fracturadas y brechadas con direcciones transversales y paralelas a su curso, que le imprimen un aspecto columnar.

El territorio de la subcuenca presenta una gran cantidad de fallas detectadas por fotografías aéreas y satélite. Es atravesada por un sistema de fallas sísmicas locales; por ejemplo, las comunidades de Oruse y El Mojón podrían estar en riesgo ante eventos sísmicos.

Las estructuras lineales están representadas por una serie de discontinuidades o zonas de debilidad en las rocas de direcciones NE, NW, N-S y E-W. Estas fallas geológicas o fracturas secundarias de notable extensión sirven ocasionalmente de límite entre unidades de rocas diferentes o controlan el curso de ríos. El sistema de fallas predominante son las de orientación NE, algunas veces cortadas por sistemas de fallas más jóvenes de dirección y NW; las cuales han sido trazadas con base en criterios geomorfológicos.

Una falla importante en el área es la que controla la llanura aluvial del Río Coco y que se localiza al noreste; es importante también, la falla que cruza al Este de El Espino que se puede suponer como de actividad reciente y que separa ignimbritas de andesitas y aglomerados. Las fallas N-S son de edad muy reciente debido a que cortan y desplazan a fallas NWSE; favorecen además la acumulación de depósitos aluviales y coluviales. Son probablemente menos importantes las fallas E-W, trazadas por interpretación de fotografías aéreas.

Tectónicamente, la subcuenca se encuentra asentada en la falla que pasa en la planicie aluvial del Río Coco. Esta falla rotativa en forma de descenso corta el Cañón de Somoto directamente delante de la confluencia de los Ríos Comalí y Tapacalí en el sitio conocido como Los Encuentros, el punto en el cual se define el límite norte o punto de salida de la subcuenca. La misma separa andesitas basálticas y sus rocas piroclásticas al NO del complejo de rocas ignimbritas. Su ocurrencia se asocian a la tectónica regional desarrollada por esfuerzos de tipo extensional, muy importantes en la construcción geológica del territorio y por su actividad reciente relacionada a la sismicidad local.

Las Unidades Geológicas predominantes en el territorio de la subcuenca son las siguientes:

- ✓ **Coyol Inferior (Cyi):** Tiene una amplia distribución en el territorio de la subcuenca. Corresponde al sistema terciario y a la serie del Mioceno-Medio-Plioceno, con una litología dominada por ignimbritas, tobas y brechas dacíticas, y lavas basálticas y andesito-basálticas. Representa el 86.2% del área correspondiente a 13,526 hectáreas.
- ✓ **Coyol superior (Cys):** Corresponde al sistema Neoceno Superior, serie del Mioceno-Medio-Superior, con una litología dominada por brechas y aglomerados. Representa el 13.8% del área y se distribuye en una superficie de 2,167 hectáreas.

Cuadro 15. Unidades geológicas predominantes en la subcuenca del Río Tapacalí.

| Unidad Geológica | Área | | |
|----------------------|-----------------|--------------|------------|
| | Km ² | Ha | % |
| Coyol Superior (Cys) | 21.67 | 2167 | 13.8 |
| Coyol Inferior (Cyi) | 135.26 | 13526 | 86.2 |
| Total | 156.93 | 15693 | 100 |

Fuente: Estudio de Calidad de Suelos de la subcuenca del Río Tapacalí, 2013.

Debido a la diferencia en los nombres de las formaciones geológicas entre Nicaragua y Honduras, y debido a que también existen diferencias entre nombres de formaciones entre distintos geólogos e investigadores; se optó por utilizar la nomenclatura basada en la estratigrafía y tipo de roca; por lo que el Mapa Geológico de la subcuenca presenta las siguientes unidades:

✓ **Ib-ab-ad-r-TOB-Btrd-ag**

Significado: lavas basálticas - andecito basálticas - riocacitas - tobas - Brechas tobáceas de riolitas y dacitas – Aglomerados.

Los geólogos del CGS les llaman también andesitas superiores, como contraparte a las andesitas inferiores del Grupo Matagalpa. Para los geólogos de Catastro (1972) es Grupo Coyol Inferior (Cyi) y en Honduras según Harwood (1996) corresponde a la formación Padre Miguel Basaltos (Tpmb).

✓ **Ig-TOBbd-Lba**

Significado: Ignimbritas - Tobas y brechas dacíticas - lavas basálticas y andesito basálticas. Corresponde al Grupo Somoto Superior (NOVAC et al, 2004) y se correlacionan con el conocido Grupo Coyol Superior Dacita (Tmcd) llamada así por los Geólogos de Catastro (1972). Para Harwood (1996) se denomina Grupo Padre Miguel Superior (Tpms).

▪ **Suelo**

En vista que en la subcuenca predomina un material parental resistente a la meteorización y relieves montañosos que favorecen la erosión, la formación de los suelos requiere de siglos y hasta miles de años. Los suelos del orden Entisol con escaso desarrollo pueden necesitar hasta 100 años para su formación; mientras que los suelos más desarrollados, como los del orden Alfisol requieren de miles de años para su formación.

En este sentido, es importante considerar que aunque la zona contaba en el pasado con alta humedad y vegetación que favoreció los procesos de formación de los suelos, los materiales originarios resistentes y el relieve accidentado, permitió bajas tasas de formación con un promedio de un centímetro de suelo en un período de 100 años.

Las condiciones actuales no sólo reducen la posibilidad de alcanzar esa tasa de formación, sino que por el contrario el uso actual de la tierra por encima de su capacidad natural, sin las debidas medidas de conservación, la disminución de la

cobertura vegetal y el incremento de la intensidad de las precipitaciones, favorece que se alcance e incluso se supere una pérdida de suelo de un centímetro por año; o sea, se está destruyendo en décadas lo que ha tardado miles de años en formarse. En la subcuenca del Río Tapacalí predominan los suelos con poco desarrollo del orden Entisol (6983 hectáreas), seguido de suelos más desarrollados del orden Alfisol (2166 hectáreas), y en una buena proporción se encuentran los suelos del orden Vertisol (6544 hectáreas).

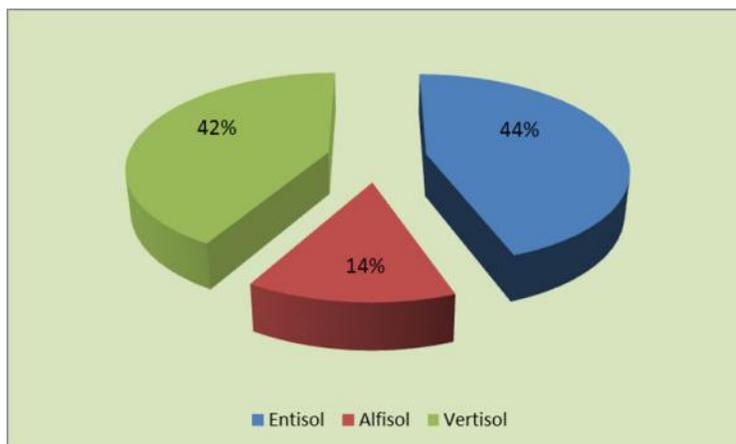


Figura 7. Órdenes de suelos predominantes en la subcuenca del Río Tapacalí.

Fuente: Estudio de Calidad de Suelos de la subcuenca del Río Tapacalí, 2013.

A continuación se describen los órdenes taxonómicos de suelos predominantes en la subcuenca del Río Tapacalí.

✓ **Entisol**

Son suelos muy poco desarrollados (es el orden de suelos con más baja evolución), cuyas propiedades están ampliamente determinadas (heredadas) por el material original. Tienen poca o ninguna evidencia de desarrollo de horizontes pedogenéticos, ya sea por corresponder a suelos recientes, saturación de agua permanente, erosión intensa, estar en clima árido o sobre roca muy resistente. Ocupan un área de 69.83 km², equivalente al 44.5% del territorio de la subcuenca; y están representados por dos subgrupos taxonómicos: Tipyc Ustifluvents y Lithic Ustorthents.

Los suelos del subgrupo taxonómico Tipyc Ustifluvents, presentan escaso desarrollo genético; estratificados, originados a partir de sedimentos fluviales recientes, localizados en terrazas de relieve plano cercanos a las zonas de inundación del río. Se presenta en su fase por pendiente plana a ligeramente inclinada (0-4%). Tienen un perfil AC, con solo un epipedón ócrico como horizonte de diagnóstico, profundos, a veces con presencia de fragmentos rocosos (gravas) en cantidades variables de 1 a 25%, de color pardo amarillo oscuro a pardo amarillento sobre pardo grisáceo, de textura media, y drenaje bueno a moderado. La reacción es cercana a neutro (pH 6.7), con una saturación de bases mayor de 50%. Presenta contenidos altos de materia orgánica, de fósforo disponible y muy altos contenidos de potasio disponible. Estas características determinan una fertilidad alta de la capa arable. Cubren una extensión de 7.53 km², equivalente a 4.8% del área total de la subcuenca. Son aptos para agricultura bajo riego, presentan muchas piedras en la superficie lo que limita el uso de

maquinaria para el establecimiento de cultivos agrícolas. Actualmente están siendo usados con cultivos anuales y pastos. Son suelos de alta calidad que poseen fertilidad química alta pero se ven limitados por la presencia de piedras en la superficie y en todo el perfil.

Los suelos del subgrupo taxonómico Lithic Ustorthents, se encuentran en relieve colinado a escarpado, generalmente en pendiente de 8 a 30%, son poco profundos, de color pardo oscuro, textura franca a franco arcillosa, bien drenados, permeabilidad moderadamente rápida, moderada a severamente erosionados, con un contacto lítico a los 50 centímetros o menos de la superficie del suelo, con un contenido variable de piedras en la superficie y en el perfil, en algunas áreas hasta del 80% y/o con afloramientos rocosos. Ocupan un área de 62.30 km², que corresponde al 39.7% del área total de la subcuenca. Dada las restricciones de pendiente, profundidad, pedregosidad y riesgo de erosión, estos suelos son aptos para pastos con árboles forestales, protección de flora y fauna, protección de áreas de recarga de acuíferos, pero están siendo usados con pastos, cultivos anuales, bosque latifoliado abierto y en menor medida con bosque latifoliado cerrado. Son suelos de baja calidad; pero a pesar de tener limitaciones físicas (poca profundidad y presencia de piedras en la superficie), no presentan limitaciones por toxicidad, ni pH extremadamente ácido.

✓ **Alfisol**

Los suelos del orden Alfisol, son suelos de fertilidad media (saturación de bases mayor de 35%), bien desarrollados, pero lo suficientemente jóvenes como para mantener reservas considerables de minerales primarios, contando con un horizonte argílico (Bt) o kándico rico en arcillas de carácter iluvial. El subgrupo taxonómico Typic Haplustalfs de este orden de suelo, ocupa un área de 21.66 km², equivalente al 13.8% del territorio de la subcuenca. Este subgrupo taxonómico que presenta un marcado desarrollo genético; estratificado, originado a partir de rocas terciarias, localizado en las partes más altas del paisaje. En algunos casos se conservan con remanentes de bosques de pino (San José de Cusmapa, Las Victorias y La Caguasca) y características genéticas heredadas de un paleoclima más lluvioso que el clima actual. Son suelos rojos a pardos, generalmente con restos de roca madre poco meteorizada entre 1 y 2 metros, de profundidad, arcillosos y con una saturación de base < 35%. Tienen un perfil ABC, con solo un epipedón ócrico como horizonte de diagnóstico, profundos, a veces con presencia de fragmentos rocosos (gravas) en cantidades variables de 1 a 10%, de textura arcillosa, y drenaje bueno a moderado. La reacción es cercana a neutro (pH 5.6), con una saturación de bases menor de 50%. Presentan alto contenido de materia orgánica, bajo contenido de fósforo disponible y nivel adecuado de potasio disponible. Estas características determinan una fertilidad media a baja de la capa arable. Estos suelos se presentan en su fase por pendiente: ligeramente inclinada a escarpada (30 a más de 45 %). Son de alta calidad por sus características de profundidad y velocidad de infiltración; pero desde el punto de vista de su fertilidad química se ven limitados por su acidez y saturación de bases moderada.

✓ Vertisol

Los suelos vérticos son intergradaciones de Vertic Haplustalfs, Vertic Haplustolls y vertisoles que no cumplen los criterios de profundidad. Son suelos moderadamente profundos, ubicados en pendientes de 8 a 30%, de textura arcillosa en todo el perfil, de color oscuro, cuya característica típica es que se agrietan en época seca (grietas de 5 milímetros de ancho o más), presencia de caras de fricción en algunas partes del perfil y pequeños o agregados en forma de cuña; tienen permeabilidad lenta, drenaje imperfecto, erosión moderada y pedregosidad del 20% o mayor en la superficie y en el perfil. Son aptos para pastos, uso forestal y cultivos anuales, hortalizas con riego, cultivos perennes y semi-perennes con Sistemas Agroforestales y con obras de conservación de suelos y agua, con el propósito de conservar y/o aumentar su fertilidad, reducir la erosión y evitar la contaminación de las aguas. Ocupan un área de 65.44 km², equivalente al 41.7% del territorio de la subcuenca. Son suelos de moderada calidad que presentan problemas de infiltración y moderada profundidad que limitan su potencial, pero no presentan limitaciones desde el punto de vista de sus condiciones químicas.

Cuadro 16. Distribución de los órdenes taxonómicos de suelo predominantes en la subcuenca del Río Tapacalí.

| Orden taxonómico | Área | | | Categoría de Calidad | Comunidad |
|--------------------|-----------------|--------------|-------------|----------------------|--|
| | Km ² | Ha | % | | |
| Entisol | 69.83 | 6983 | 44.5 | | |
| Tipyc Ustifluvents | 7.53 | 753 | 4.8 | Alta | El Espino |
| Lithic Ustorthents | 62.30 | 6230 | 39.7 | Baja | El Tablón, La Playa, Aguas Calientes, Quebrada Honda |
| Alfisol | 21.66 | 2166 | 13.8 | Alta | Las Victorias, El Mojón, Los Llanitos, Casco Urbano SJC |
| Vertisol | 65.44 | 6544 | 41.7 | Moderada | Gualiqueme, Mal Paso, Miquilse, Santa Rita, Las Mesas, Oruse, Miramar, El Cipián, Buena Vista, La Fuente, El Rodeo |
| Total | 156.93 | 15693 | 100 | | |

Fuente: Estudio de Calidad de Suelos de la subcuenca del Río Tapacalí, 2013.

▪ Hidrología

Para realizar la caracterización del capital hídrico de la subcuenca, se caracterizaron 73 objetos hidrogeológicos, de los cuales 15 son pozos perforados, nueve son pozos excavados, 41 son manantiales, cinco son fuentes hídricas superficiales, dos pilas de captación y un tanque de almacenamiento de agua. Además, se elaboró un Portafolio Hídrico que contiene las Fichas Hídricas de 70 objetos hidrogeológicos, dado que la caracterización de las dos pilas y del tanque de almacenamiento de agua no contiene aspectos básicos de mediciones realizadas a las fuentes hídricas. Cada Ficha Hídrica fue codificada utilizando números arábigos y letras del alfabeto de la siguiente manera: número de la fuente, tipo de fuente, zona altitudinal de la subcuenca en la cual se ubica la fuente, microcuenca en la que se ubica la fuente; y además contiene la Hoja Topográfica en la cual se encuentra localizada la fuente producto de su georeferenciación.

En diez de las doce microcuencas que conforman la subcuenca se realizó la caracterización de 70 fuentes hídricas. A nivel de zona altitudinal fueron caracterizadas en la parte alta, media y baja un total de 43, 21 y 6 fuentes hídricas respectivamente. En su mayoría el agua de los pozos es para uso potable doméstico; y se localizan en zonas del valle o parte baja de la subcuenca, en el caso de la parte alta posiblemente se deba a sistemas de fracturas o fallas. La mayor cantidad de manantiales se ubican en la parte alta y media de la subcuenca.

Cuadro 17. Total de objetos hidrogeológicos caracterizados a nivel de microcuenca que conforman la subcuenca del Río Tapacalí.

| Microcuenca | Manantial | Pozo Perforado | Pozo Excavado | Agua Superficial | Total |
|----------------------|-----------|----------------|---------------|------------------|-----------|
| Tapacalí parte alta | 5 | 3 | 5 | 1 | 14 |
| Tapacalí parte media | 8 | | | 2 | 10 |
| Tapacalí parte baja | 2 | 1 | | | 3 |
| El Caracol | 15 | | 2 | | 17 |
| Los Cuevones | 7 | 2 | | 2 | 11 |
| Licuata | 3 | | | | 3 |
| La Sopera | 1 | | | | 1 |
| Los Tablones | | 1 | 1 | | 2 |
| El Varillal | | 7 | 1 | | 8 |
| Quebrada Honda | | 1 | | | 1 |
| Total | 41 | 15 | 9 | 5 | 70 |

Fuente: Estudio de Caracterización de Recursos Hídricos de la subcuenca del Río Tapacalí, 2013.

Cuadro 18. Total de objetos hidrogeológicos caracterizados a nivel de zona altitudinal en la subcuenca del Río Tapacalí.

| Zona Altitudinal | Manantial | Pozo Perforado | Pozo Excavado | Agua Superficial | Total |
|------------------|-----------|----------------|---------------|------------------|-----------|
| Alta | 29 | 7 | 7 | | 43 |
| Media | 12 | 3 | 1 | 5 | 21 |
| Baja | | 5 | 1 | | 6 |
| Total | 41 | 15 | 9 | 5 | 70 |

Fuente: Estudio de Caracterización de Recursos Hídricos de la subcuenca del Río Tapacalí, 2013.

Cuadro 19. Tipología de propietarios de los objetos hidrogeológicos caracterizados en la subcuenca del Río Tapacalí.

| Propietario | Manantial | Pozo Perforado | Pozo Excavado | Total |
|---------------|-----------|----------------|---------------|-----------|
| Comunal | 20 | 11 | 6 | 37 |
| Privado | 20 | | 3 | 23 |
| Institucional | 1 | 4 | | 5 |
| Total | 41 | 15 | 9 | 65 |

Fuente: Estudio de Caracterización de Recursos Hídricos de la subcuenca del Río Tapacalí, 2013.

Cuadro 20. Fuentes de agua superficial localizadas en la subcuenca del Río Tapacalí.

| Código | Municipio | Zona Altitudinal | Microcuenca | Elevación (msnm) | Coordenadas UTM: WGS 84 | |
|-------------|---------------------|------------------|----------------------|------------------|-------------------------|---------|
| | | | | | Este | Norte |
| 66-AS-M-Cu | San José de Cusmapa | Media | Los Cuevones | 1005 | 534285 | 1472422 |
| 67-AS-M-Cu | San José de Cusmapa | Media | Los Cuevones | 897 | 533998 | 147213 |
| 68-AS-M-TPM | Las Sabanas | Media | Tapacalí parte media | 898 | 533592 | 1474197 |
| 69-AS-M-TPM | Las Sabanas | Media | Tapacalí parte media | 898 | 533716 | 1474107 |
| 70-AS-M-TPA | San José de Cusmapa | Media | Tapacalí parte alta | 1085 | 538634 | 1470936 |

Fuente: Estudio de Caracterización de Recursos Hídricos de la subcuenca del Río Tapacalí, 2013.

Cuadro 21. Manantiales localizados en la subcuenca del Río Tapacalí.

| Código | Municipio | Zona Altitudinal | Microcuenca | Propietario | Elevación (msnm) | Coordenadas UTM: WGS 84 | |
|-------------|---------------------|------------------|----------------------|-------------|------------------|-------------------------|---------|
| | | | | | | Este | Norte |
| 01-Mn-A-TPA | Las Sabanas | Alta | Tapacalí parte alta | Privado | 1350 | 539152 | 1474536 |
| 02-Mn-A-C | Las Sabanas | Alta | El Caracol | Privado | 1397 | 539076 | 1474405 |
| 03-Mn-A-C | Las Sabanas | Alta | El Caracol | Privado | 1394 | 539089 | 1474408 |
| 04-Mn-A-C | Las Sabanas | Alta | El Caracol | Privado | 1401 | 539105 | 1474404 |
| 05-Mn-A-C | Las Sabanas | Alta | El Caracol | Privado | 1391 | 538579 | 1473843 |
| 06-Mn-A-C | Las Sabanas | Alta | El Caracol | Privado | 1376 | 538521 | 1473814 |
| 07-Mn-A-C | Las Sabanas | Alta | El Caracol | Privado | 1386 | 538533 | 1473905 |
| 08-Mn-A-TPA | San José de Cusmapa | Alta | Tapacalí parte alta | Comunal | 1286 | 537216 | 1469113 |
| 09-Mn-A-Cu | San José de Cusmapa | Alta | Los Cuevones | Privado | 1048 | 534008 | 1472260 |
| 10-Mn-A-TPM | San José de Cusmapa | Alta | Tapacalí parte media | Privado | 1121 | 533257 | 1472897 |
| 11-Mn-A-TPM | San José de Cusmapa | Alta | Tapacalí parte media | Privado | 1128 | 533213 | 1472874 |
| 12-Mn-A-Cu | San José de Cusmapa | Alta | Los Cuevones | MINED | 1062 | 534670 | 1470936 |
| 13-Mn-A-Cu | San José de Cusmapa | Alta | Los Cuevones | Comunal | 1035 | 535133 | 1471442 |
| 14-Mn-A-TPA | Las Sabanas | Alta | Tapacalí parte alta | Comunal | 1138 | 535226 | 1471140 |
| 15-Mn-A-TPA | San José de Cusmapa | Alta | Tapacalí parte alta | Privado | 1124 | 537135 | 1470464 |
| 16-Mn-A-TPA | Las Sabanas | Alta | Tapacalí parte alta | Comunal | 1312 | 537764 | 1472210 |
| 17-Mn-A-C | Las Sabanas | Alta | El Caracol | Privado | 1419 | 539125 | 1473539 |
| 18-Mn-A-C | Las Sabanas | Alta | El Caracol | Privado | 1424 | 539105 | 1473547 |
| 19-Mn-A-C | Las Sabanas | Alta | El Caracol | Privado | 1378 | 538699 | 1474502 |
| 20-Mn-A-C | Las Sabanas | Alta | El Caracol | Privado | 1350 | 538646 | 1475710 |
| 21-Mn-A-C | Las Sabanas | Alta | El Caracol | Privado | 1362 | 538609 | 1474536 |
| 22-Mn-A-C | Las Sabanas | Alta | El Caracol | Privado | 1357 | 538579 | 1474583 |
| 23-Mn-A-C | Las Sabanas | Alta | El Caracol | Privado | 1359 | 538562 | 1474585 |
| 24-Mn-A-C | Las Sabanas | Alta | El Caracol | Privado | 1346 | 539152 | 1474536 |
| 25-Mn-A-C | Las Sabanas | Alta | El Caracol | Comunal | 1213 | 536365 | 1475776 |
| 26-Mn-A-L | San Marcos de Colón | Alta | Licuata | Privado | 1310 | 530851 | 1473352 |
| 27-Mn-A-S | San Marcos de Colón | Alta | La Sopera | Comunal | 1314 | 527200 | 1478365 |
| 28-Mn-A-L | San Marcos de Colón | Alta | Licuata | Comunal | 1325 | 527397 | 1477376 |
| 29-Mn-A-L | San Marcos de Colón | Alta | Licuata | Comunal | 1384 | 525858 | 1475622 |
| 30Mn-M-TPM | San Lucas | Media | Tapacalí parte media | Comunal | 1197 | 533393 | 1478336 |
| 31-Mn-M-TPM | San Lucas | Media | Tapacalí parte media | Comunal | 1001 | 533389 | 1478327 |
| 32-Mn-M-TPM | San Lucas | Media | Tapacalí parte media | Comunal | 997 | 533414 | 1478335 |
| 33-Mn-M-TPB | San Lucas | Media | Tapacalí parte baja | Comunal | 835 | 530059 | 1486533 |
| 34-Mn-M-TPB | San Lucas | Media | Tapacalí parte baja | Comunal | 858 | 530438 | 1484372 |
| 35-Mn-M-Cu | San José de Cusmapa | Media | Los Cuevones | Comunal | 1047 | 534629 | 1471866 |
| 36-Mn-M-Cu | San José de Cusmapa | Media | Los Cuevones | Comunal | 1026 | 534612 | 1471861 |
| 37-Mn-M-Cu | San José de Cusmapa | Media | Los Cuevones | Comunal | 1025 | 534594 | 1471838 |
| 38-Mn-M-Cu | San José de Cusmapa | Media | Los Cuevones | Comunal | 1036 | 534623 | 1471866 |
| 39-Mn-M-TPM | San Lucas | Media | Tapacalí parte media | Comunal | 791 | 532635 | 1479835 |
| 40-Mn-M-TPM | San Lucas | Media | Tapacalí parte media | Comunal | 800 | 532716 | 1479210 |
| 41-Mn-M-TPM | San Lucas | Media | Tapacalí parte media | Comunal | 986 | 533394 | 1478336 |

Fuente: Estudio de Caracterización de Recursos Hídricos de la subcuenca del Río Tapacalí, 2013.

Cuadro 22. Pozos excavados localizados en la subcuenca del Río Tapacalí.

| Código | Municipio | Zona Altitudinal | Microcuenca | Propietario | Elevación (msnm) | Coordenadas UTM: WGS 84 | |
|-------------|---------------------|------------------|---------------------|-------------|------------------|-------------------------|---------|
| | | | | | | Este | Norte |
| 57-PE-A-TPA | San José de Cusmapa | Alta | Tapacalí parte alta | Comunal | 1293 | 537177 | 1468898 |
| 58-PE-A-TPA | San José de Cusmapa | Alta | Tapacalí parte alta | Comunal | 1279 | 536150 | 1470200 |
| 59-PE-A-TPA | San José de Cusmapa | Alta | Tapacalí parte alta | Comunal | 1279 | 536334 | 1469561 |
| 60-PE-A-C | Las Sabanas | Alta | El Caracol | Privado | 1217 | 536362 | 1475779 |
| 61-PE-A-C | Las Sabanas | Alta | El Caracol | Privado | 1120 | 538704 | 1469661 |
| 62-PE-A-TPA | San José de Cusmapa | Alta | Tapacalí parte alta | Comunal | 1253 | 538696 | 1469567 |
| 63-PE-A-TPA | Las Sabanas | Alta | Tapacalí parte alta | Privado | 1317 | 537829 | 1472240 |
| 64-PE-M-LT | San Lucas | Media | Los Tablones | Comunal | 860 | 530425 | 1484377 |
| 65-PE-B-EV | San Lucas | Baja | El Varillal | Comunal | 745 | 533340 | 1483853 |

Fuente: Estudio de Caracterización de Recursos Hídricos de la subcuenca del Río Tapacalí, 2013

Cuadro 23. Pozos perforados localizados en la subcuenca del Río Tapacalí.

| Código | Municipio | Zona Altitudinal | Microcuenca | Propietario | Elevación (msnm) | Coordenadas UTM: WGS 84 | |
|-------------|---------------------|------------------|---------------------|---------------------|------------------|-------------------------|---------|
| | | | | | | Este | Norte |
| 42-PP-A-Cu | San José de Cusmapa | Alta | Los Cuevones | MINED | 1166 | 534651 | 1470952 |
| 43-PP-A-Cu | San José de Cusmapa | Alta | Los Cuevones | MINED | 1143 | 535186 | 1471390 |
| 44-PP-A-TPA | San José de Cusmapa | Alta | Tapacalí parte alta | Comunal | 1120 | 537340 | 1470428 |
| 45-PP-A-TPA | San José de Cusmapa | Alta | Tapacalí parte alta | Comunal | 1111 | 538689 | 1469820 |
| 46-PP-A-QH | Las Sabanas | Alta | Quebrada Honda | Comunal | 1335 | 541334 | 1473020 |
| 47-PP-M-LT | San Lucas | Media | Los Tablones | Comunal | 840 | 530720 | 1484384 |
| 48-PP-M-TPA | San José de Cusmapa | Media | Tapacalí parte alta | ENACAL | 1092 | 538650 | 1470959 |
| 49-PP-M-TPB | San Lucas | Media | Tapacalí parte baja | Aduana de Nicaragua | 860 | 529939 | 1486406 |
| 50-PP-B-EV | San Lucas | Baja | El Varillal | Comunal | 733 | 532930 | 1484203 |
| 51-PP-B-EV | San Lucas | Baja | El Varillal | Comunal | 728 | 532722 | 1484234 |
| 52-PP-B-EV | San Lucas | Baja | El Varillal | Comunal | 725 | 532995 | 1484414 |
| 53-PP-B-EV | San Lucas | Baja | El Varillal | Comunal | 729 | 532898 | 1484525 |
| 54-PP-B-EV | San Lucas | Baja | El Varillal | Comunal | 733 | 532842 | 1484500 |
| 55-PP-B-EV | San Lucas | Baja | El Varillal | Comunal | 713 | 532834 | 1484860 |
| 56-PP-B-EV | San Lucas | Baja | El Varillal | Comunal | 709 | 532626 | 1485219 |

Fuente: Estudio de Caracterización de Recursos Hídricos de la subcuenca del Río Tapacalí, 2013.

Para determinar el Balance Hídrico Superficial de la subcuenca, primero se calculó la Evapotranspiración Potencial (ETP) por el método de Thornthwaite. El resultado del cálculo de la ETP corresponde a un valor de 1379 milímetros anuales, el cual fue calculado a partir de los datos de temperatura y precipitación registrados en la Estación Meteorológica de Ocotal durante el período 1971-2010.

Cuadro 24. Cálculo de la ETP de la subcuenca del Río Tapacalí.

| EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL SEGUN THORNTHWAITE RIO TAPACALI | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----------|------|------|------|------|------|------|------------|-------------|------|------|------|--------|--|
| ESTACION: | OCOTAL | | | | | | | LATITUD : | 13°45'00" N | | | | | |
| CODIGO : | 45017 | | | | | | | LONGITUD : | 86°38' W | | | | | |
| PERIODO : | 1971-2010 | | | | | | | ELEVACION: | 612 msnm | | | | | |
| | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | TOTAL | |
| T | 22.6 | 23.6 | 25.2 | 26.5 | 26.3 | 24.8 | 24.2 | 24.4 | 24.2 | 23.8 | 23.3 | 22.7 | | |
| i | 9.8 | 10.4 | 11.5 | 12.5 | 12.3 | 11.3 | 10.9 | 11.0 | 10.9 | 10.6 | 10.2 | 9.8 | 131.26 | |
| ETPm | 83 | 95 | 116 | 135 | 132 | 110 | 103 | 105 | 102 | 97 | 91 | 84 | 1252 | |
| Fc | 0.98 | 0.91 | 1.03 | 1.04 | 1.10 | 1.07 | 1.10 | 1.08 | 1.02 | 1.01 | 1.96 | 0.98 | | |
| ETP | 82 | 86 | 119 | 141 | 145 | 118 | 113 | 113 | 104 | 98 | 178 | 82 | 1379 | |

Fuente: Estudio de Balance Hídrico de la subcuenca del Río Tapacalí, 2013.

De acuerdo a la información contenida en el Cuadro 25, los valores muestran que existe déficit de agua en los meses secos de noviembre a abril. Se presentan valores máximos de escurrimientos superficiales en septiembre y octubre (136 y 116 milímetros), obteniéndose un valor total para el período 1971-2010 de 303 milímetros en un área de 156.93 km² (área de la subcuenca). Considerando un valor de 47.55 mmca (millones de metros cúbicos anuales), en toda la subcuenca. Este caudal disminuye en el período seco, lo que hace indicar que el agua que mantiene el Río Tapacalí es producto de la relación hidráulica existente entre el agua superficial vs el agua subterránea

Cuadro 25. Cálculo del Balance Hídrico Superficial de la subcuenca del Río Tapacalí.

| CALCULO DEL BALANCE HIDRICO SEGUN THORNTHWAITE RIO TAPACALI | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-----------|-----|------|------|-----|-----|-----|------------|-------------|-----|------|-----|-------|--|
| ESTACION: | OCOTAL | | | | | | | LATITUD : | 13°45'00" N | | | | | |
| CODIGO : | 45017 | | | | | | | LONGITUD : | 86°38' W | | | | | |
| PERIODO : | 1971-2010 | | | | | | | ELEVACION: | 612 msnm | | | | | |
| | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | TOTAL | |
| ETP | 82 | 86 | 119 | 141 | 145 | 118 | 113 | 113 | 104 | 98 | 178 | 82 | 1379 | |
| P | 10 | 7 | 18 | 41 | 196 | 201 | 112 | 131 | 240 | 214 | 44 | 15 | 1227 | |
| P-ETP | -72 | -79 | -101 | -100 | 52 | 83 | -1 | 18 | 136 | 116 | -135 | -67 | -152 | |
| ALMA | 0 | 0 | 0 | 0 | 52 | 100 | 99 | 100 | 100 | 100 | 0 | 0 | 551 | |
| D.ALMA | 0 | 0 | 0 | 0 | 52 | 48 | -1 | 1 | 0 | 0 | -100 | 0 | | |
| ETR | 10 | 7 | 18 | 41 | 145 | 118 | 113 | 113 | 104 | 98 | 144 | 15 | 925 | |
| EXCESO | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 35 | 0 | 17 | 136 | 116 | 0 | 0 | 303 | |
| DEFICIT | 72 | 79 | 101 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 35 | 67 | 455 | |

Fuente: Estudio de Balance Hídrico de la subcuenca del Río Tapacalí, 2013.

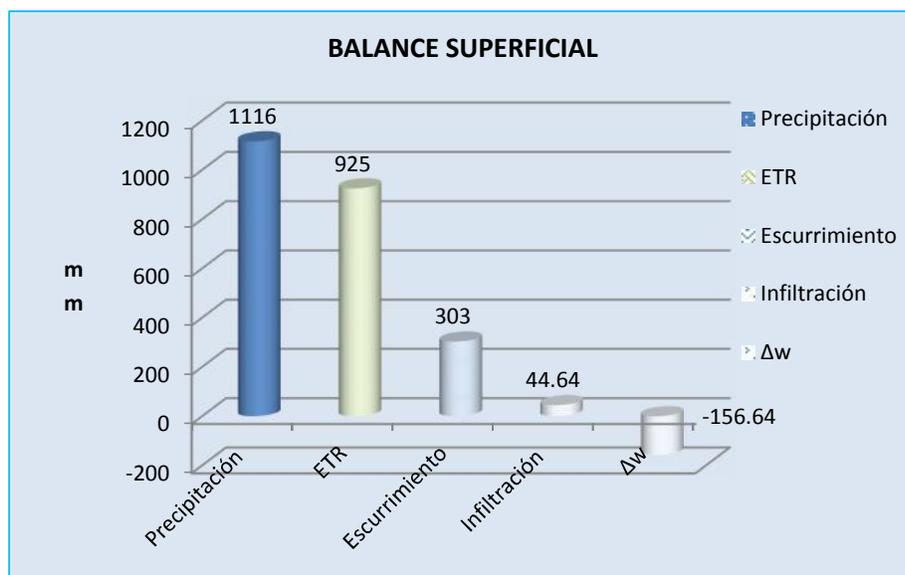


Figura 8. Balance Hídrico Superficial de la subcuenca del Río Tapacalí.
Fuente: Estudio de Balance Hídrico de la subcuenca del Río Tapacalí, 2013.

Dado que no se contó con información de pruebas de infiltración, el cálculo de la recarga subterránea se realizó a partir de datos de precipitación registrados en las Estaciones Meteorológicas de Somoto, San Lucas, El Espino, Miquilce, Las Sabanas y San José de Cusmapa, así como las características geológicas que predominan en la subcuenca. Se utilizó el Mapa de Isoyetas elaborado en el Estudio de de Amenaza a Sequías, y se obtuvo un valor promedio de precipitación de 1116 milímetros (175.1 mmca).

Utilizando el Mapa Hidrogeológico de la subcuenca que se elaboró en el Estudio de Caracterización de Recursos Hídricos, se pudo determinar la formación geológica existente en la subcuenca; lo cual permitió definir el porcentaje de infiltración utilizando los valores contenidos en el Cuadro 26, los cuales han sido utilizados en diferentes estudios realizados en el país.

Cuadro 26. Porcentaje de infiltración de acuerdo a la Unidad Geológica.

| Unidad Geológica | % de Infiltración |
|----------------------|-------------------|
| Qvp, Qva, Qvm | |
| Superficie llana | 25 |
| Superficie inclinada | 20 |
| TQps | |
| Superficie llana | 15 |
| Superficie inclinada | 10 |
| Tmc | |
| Superficie llana | 5 |
| Superficie inclinada | < 5 |

Fuente: JICA (1993), ONU (1974), Bethune D (1991) Hidrotecnia (1988).

Después se procedió a obtener la recarga en el medio, la cual corresponde a un 4% de la precipitación, de acuerdo a referencias citadas en la tabla anterior, donde para formaciones terciarias consolidadas ubicadas en superficies inclinadas debe ser menor

al 5%. El valor obtenido en la recarga corresponde a 7 mmca (millones de metros cúbicos anuales).

Para determinar el Balance Hídrico Subterráneo se utilizó la siguiente ecuación:

$$(P + Q_{\text{supe}} + Q_r) - (B + Q_{\text{sup}} + \text{ETR}) - S = 0$$

En la subcuenca no existe entrada de aguas superficiales de otras cuencas, por lo que el valor del parámetro (Q_{sup_e}) es cero. El valor de caudal de retorno (Q_r) es cero y corresponde al caudal de retorno de uso de agua para riego y consumo doméstico (P/D/G). La descarga total de la subcuenca está constituida por la suma del caudal superficial y subterráneo saliente bajo un gradiente natural, flujo base de los ríos, extracción de agua mediante pozos, y pérdidas por Evapotranspiración Real.

En la subcuenca el aprovechamiento del agua subterránea se da principalmente por extracción a través de manantiales y pozos, y corresponde a un valor de 0.50 mmca, este se obtuvo de información proporcionada por la población, de las Alcaldías Municipales (2008) e INIDE (2008), la cual se relaciono con la información obtenida en campo. Se designo una dotación de 40 gpd según normas de ENACAL para áreas rurales.

La salida de agua superficial por precipitación directa corresponde a 47.55 mmca (303 milímetros) y la salida por carácter efluente es de 3.27 mmca, el cual se obtuvo a través del aforo realizado en la subcuenca. Por lo tanto las salidas de aguas superficiales corresponden a 50.82 mmca. El valor del parámetro ETR según el Balance Hidrológico corresponde a 145.21 mmca.

Sustituyendo los valores de los parámetros calculados en la Ecuación del Balance Hídrico Subterráneo, se obtuvo el siguiente resultado:

$$\begin{aligned} (175.1+0+0+0) & - (0.5+ 50.82 +145.21) - S = 0 \\ S & = (175.1 -196.53) \\ S & = -21.43 \text{ mmca} \end{aligned}$$

Este valor indica que no existe un equilibrio entre las entradas y salidas en la subcuenca. El valor del cierre del balance del flujo subterráneo en el área, no intenta sustituir ningún resultado de un modelo matemático de aguas subterráneas que se debería realizar en la subcuenca.

El valor de la recarga al medio es de 7 mmca, en tanto que las extracciones realizadas para este balance corresponden a 0.5 mmca. Sin embargo, podría ser utilizado parcialmente hasta un 60% de la recarga existente.

La recarga total anual recibida en el medio es variable en el tiempo y la variación de cualquier cambio presentado por las condiciones específicas existentes o supuestas utilizadas en su determinación; por ejemplo la precipitación total en la subcuenca, las propiedades de los suelos, grado y forma de aprovechamiento del agua subterránea.

De acuerdo a la demanda futura del uso y consumo de los recursos hídricos, estos pueden ser aprovechados bajo principios de conservación y protección, considerando el 60% de la recarga obtenida del balance (7 mmca); lo cual corresponde a un volumen de 4.2 mmca. De acuerdo a estudios hidrogeológicos el valor de 60% es considerado como conservativo bajo los conceptos de sostenibilidad de los recursos hídricos. No obstante, se puede manejar una planificación y extracción conforme al aumento de la población y el régimen hídrico que satisfaga la conservación y protección.

Para evaluar la calidad del agua del Río Tapacalí y sus afluentes y de fuentes de agua más importantes, se seleccionaron 25 puntos de muestreo distribuidos en las tres zonas altitudinales (alta, media y baja) de la subcuenca, los cuales incluyen seis pozos excavados, cuatro pozos perforados, diez manantiales y cinco afluentes del Río Tapacalí. Del total de puntos muestreados, siete sitios (28%) se localizan en el área del municipio de San Marcos de Colón de la República de Honduras inserta en el territorio de la subcuenca. Los criterios considerados para la elección de los puntos de muestreo fueron la influencia por actividades antropogénicas como cercanía de asentamientos poblacionales, uso de las fuentes para consumo humano, uso para riego, contaminación por uso de agroquímicos.

Seis parámetros (Temperatura, pH, Turbiedad, Conductividad Eléctrica, Sólidos Totales Disueltos, Oxígeno Disuelto) fueron utilizados para determinar la calidad del agua de las muestras en los sitios de muestreo y diecinueve parámetros fueron analizados en el laboratorio, tomando en consideración las técnicas de recolección y preservación de muestras de acuerdo a cada protocolo de análisis según los procedimientos del Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (Eaton, et al., 2012) y HACH (2005). Únicamente se realizó un muestreo en la época seca, tomándose las muestras entre 7:00 a.m y 17:30 p.m.

Cuadro 27. Identificación de sitios de muestreo de agua en las tres zonas altitudinales de la subcuenca del Río Tapacalí.

| Zona Altitudinal | Nombre del Sitio | Coordenadas | | Tipo de Fuente |
|------------------|---|-------------|---------|--------------------|
| | | X | Y | |
| Alta | La Caguasca-Casa-Honduras | 530515 | 1473489 | Manantial (Mn) |
| | La Caguasca-Naciente-Honduras | 530909 | 1473228 | Manantial (Mn) |
| | Santa Rita-Pila-Honduras | 527387 | 1477183 | Manantial (Mn) |
| | Santa Rita-Grifo Comunal-Honduras | 527715 | 1477493 | Manantial (Mn) |
| | Santa Rita-Ojo de Agua-Honduras | 527187 | 1478192 | Manantial (Mn) |
| | Las Mesas-Grifo-Honduras | 528801 | 1473199 | Pozo Excavado (PE) |
| | La Montaña: Las Mesas Naciente-Honduras | 525872 | 1475436 | Manantial (Mn) |
| | San José de Cusmapa | 538514 | 1470207 | Pozo Excavado (PE) |
| | San José de Cusmapa-Salida | 537810 | 1468942 | Pozo Excavado (PE) |

| | | | | |
|-------|---|--------|---------|-----------------------|
| Media | Aguas Calientes-Ramal Tapacalí-Aguas Arriba | 532599 | 1478660 | Agua Superficial (AS) |
| | Aguas Calientes-Ramal Tapacalí-Aguas Abajo | 532631 | 1478786 | Agua Superficial (AS) |
| | Termal Aguas Calientes | 532575 | 1479640 | Manantial (Mn) |
| | Miquilse-Afloramiento | 533383 | 1478126 | Manantial (Mn) |
| | Miquilse-Grifo Comunal | 533361 | 1478136 | Manantial (Mn) |
| | Miquilse-Aguas Arriba | 533098 | 1477659 | Agua Superficial (AS) |
| | Miquilse-Aguas Abajo | 532919 | 1477737 | Agua Superficial (AS) |
| | El Mojón | 535109 | 1471243 | Pozo Perforado (PP) |
| | Las Sabanas-ENACAL | 538639 | 1470759 | Pozo Perforado (PP) |
| | Escuela José del Carmen Suazo | 534653 | 1470748 | Pozo Perforado (PP) |
| | Quebrada Mangas Verde | 539240 | 1470600 | Manantial (Mn) |
| | El Rodeo | 538682 | 1469353 | Pozo Excavado (PE) |
| Baja | La Playa | 532160 | 1484823 | Agua Superficial (AS) |
| | Asentamiento Tablón 1 | 532991 | 1484214 | Pozo Excavado (PE) |
| | Asentamiento Tablón 2 | 532837 | 1484295 | Pozo Excavado (PE) |
| | Aduana El Espino | 529939 | 1486406 | Pozo Perforado (PP) |

Fuente: Estudio de Calidad de los Recursos Hídricos de la subcuenca del Río Tapacalí, 2013.

Cuadro 28. Métodos utilizados para la determinación analítica de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos realizados a las muestras de agua tomadas en las tres zonas altitudinales de la subcuenca del Río Tapacalí.

| Parámetro | Lugar de Medición | Método |
|---------------------------------|-------------------|---|
| Temperatura | In situ | Termómetro |
| Ph | In situ | Potenciometría, pHmetro Orion 3 Star Plus |
| Turbiedad | In situ | Turbidimetría, HACH 2010P |
| Conductividad Eléctrica (CE) | In situ | Electrometría, Conductivímetro Orion |
| Sólidos Totales Disueltos (STD) | In situ | Electrometría, Conductivímetro Orion |
| Color Verdadero | Laboratorio | Espectrometría, HACH 8025 |
| Dureza Total | Laboratorio | Método de Titulación EDTA, SM 2340 C |
| Calcio | Laboratorio | Método de Titulación EDTA, SM 3500-Ca B |
| Magnesio | Laboratorio | Método Calculado, SM 3500-Mg B |
| Alcalinidad | Laboratorio | Método de Titulación, SM 2320 B |
| Nitratos | Laboratorio | Espectrometría, HACH 10020 |
| Nitritos | Laboratorio | Espectrometría, HACH 10207/HACH 8153 |
| Amonio | Laboratorio | Espectrometría, HACH 8038 |
| Sulfato | Laboratorio | Espectrometría, HACH 8051 |
| Hierro Total | Laboratorio | Espectrometría, Método de Fenantrolina, SM 3500-Fe B |
| Manganeso | Laboratorio | Absorción Atómica |
| Aluminio | Laboratorio | Espectrometría, Método de Eriocromo Cianina R, SM 3500-Al B |
| Flúor | Laboratorio | Espectrometría, HACH 8029 |
| Cloruros | Laboratorio | Espectrometría, Método Argentométrico, SM 4500-Cl-B |
| Arsénico | Laboratorio | Absorción Atómica |
| Plomo Total | Laboratorio | Absorción Atómica |
| Oxígeno Disuelto (OD) | In Situ | Electrometría, Oxigenómetro |
| Fósforo Total | Laboratorio | Espectrometría, Método de Ácido Vanadato Molibdato, SM 3500-P C |
| Coliformes Termotolerantes | Laboratorio | Fermentación por Tubo Múltiple |
| Plaguicidas Organoclorados | Laboratorio | Cromatografía Líquida |

Fuente: Estudio de Calidad de los Recursos Hídricos de la subcuenca del Río Tapacalí, 2013.

Se evaluaron seis parámetros (Temperatura, Oxígeno Disuelto, Conductividad Eléctrica, Sólidos Totales Disueltos, Turbiedad y Color) para determinar la calidad física del agua de 20 muestras tomadas en seis pozos excavados, cuatro pozos

perforados y diez manantiales localizados en las tres zonas altitudinales de la subcuenca.

Cuadro 29. Valores de parámetros físicos determinados a las muestras de agua en 20 sitios de muestreo (pozos excavados, pozos perforados y manantiales) en la subcuenca del Río Tapacalí.

| Nombre del Sitio | Temperatura (°C) | Oxígeno Disuelto (mg/L) | Conductividad (µS/cm) | STD (mg/L) | Turbiedad (NTU) | Color (mg/L Pt-Co) |
|---|------------------|-------------------------|-----------------------|------------|-----------------|--------------------|
| La Caguasca-Casa-Honduras | 24,4 | 1,6 | 59,4 | 29,0 | 7,7 | 28,2 |
| La Caguasca-Naciente-Honduras | 24,2 | 3,3 | 59,6 | 29,2 | 17,4 | 48,3 |
| Santa Rita-Pila-Honduras | 24,3 | 1,8 | 44,4 | 22,4 | 18,5 | 51,6 |
| Santa Rita-Grifo Comunal-Honduras | 26,5 | 1,5 | 48,9 | 24,0 | 11,4 | 32,8 |
| Santa Rita-Ojo de Agua-Honduras | 25,5 | 2,4 | 51,4 | 25,3 | 12,3 | 36,5 |
| Las Mesas de Cacamuyá-Grifo-Honduras | 24,1 | 1,5 | 75,9 | 37,0 | 4,0 | 11,1 |
| La Montaña: Las Mesas-Naciente-Honduras | 21,7 | 3,9 | 69,6 | 34,6 | 3,1 | 9,9 |
| San José de Cusmapa | 25,7 | 2,8 | 112,7 | 55,3 | 32,5 | 91,3 |
| San José de Cusmapa-Salida | 21,8 | 2,4 | 52,2 | 26,1 | 5,8 | 14,1 |
| Termal Aguas Caliente | 29,5 | 5,9 | 276,9 | 136,4 | 4,6 | 11,3 |
| Miquilse-Afloramiento | 26,0 | 1,5 | 114,3 | 56,5 | 5,4 | 12,7 |
| Miquilse-Grifo Comunal | 27,0 | 1,3 | 118,6 | 58,7 | 3,4 | 10,7 |
| El Mojón | 22,0 | 2,7 | 114,5 | 56,8 | 4,2 | 11,8 |
| Las Sabanas-ENACAL | 28,1 | 1,8 | 209,4 | 103,4 | 0,2 | 0,6 |
| Escuela José del Carmen Suazo | 24,5 | 1,7 | 178,9 | 88,1 | 3,2 | 10,4 |
| Quebrada Mangas Verde | 28,1 | 2,6 | 185,0 | 91,9 | 6,6 | 15,9 |
| El Rodeo | 22,4 | 3,2 | 120,0 | 59,7 | 0,7 | 2,5 |
| Asentamiento Tablón 1 | 28,6 | 3,2 | 546,0 | 267,7 | 4,3 | 6,7 |
| Asentamiento Tablón 2 | 28,9 | 3,3 | 488,7 | 240,5 | 5,1 | 6,9 |
| Aduana El Espino | 27,0 | 2,3 | 205,4 | 101,9 | 1,4 | 4,5 |

Fuente: Estudio de Calidad de los Recursos Hídricos de la subcuenca del Río Tapacalí, 2013.

Los valores de temperatura del agua medidos en los sitios de muestreo se encuentran influenciados por las horas en que se tomaron las muestras (7:00 a.m. - 17:30 p.m.), la altitud de los sitios de muestreo, la existencia de vegetación y la estación climatológica (verano).

La temperatura del agua en los veinte sitios muestreados se encuentra dentro del rango de temperatura recomendado de 18°C a 30°C por la Norma Regional CAPRE (2001) para aguas de consumo humano. Los valores bajos de temperatura del agua de los sitios muestreados ocurrieron en zonas de mucha vegetación y de gran elevación; y los valores altos en sitios donde hay mayor incidencia de los rayos del Sol, y menor presencia de vegetación.

El agua de los pozos muestreados presentó valores de Oxígeno Disuelto (OD) aceptable para las aguas subterráneas por debajo de 3,5 mg/L. No obstante los valores de las concentraciones de OD en las aguas de los pozos y manantiales muestreados se encuentran por debajo del valor normado de 4 mg/L para Agua Tipo 1 destinada al uso doméstico o industrial (Categoría 1, NTON 05 007-98), con excepción del manantial Termal Aguas Calientes. Asimismo, todos los valores de OD medidos en las veinte muestras de agua están por debajo de 8 mg/L que es el valor normado por la Norma Regional CAPRE (2001) para aguas de consumo humano.

En la zona alta de la subcuenca, las muestras de agua de los nueve sitios muestreados presentan los valores más bajos de Conductividad Eléctrica (CE), debido a que existe una mayor cobertura vegetativa que protege los suelos, lo que permite

que las escorrentías no arrastren grandes cantidades de compuestos inorgánicos y los incorporen al suelo en forma de iones solubles. En la zona media, la CE de las muestras de agua es de 114,3 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en el sitio de muestreo Miquilse Afloramiento (Mn) y de 276,9 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en el sitio de muestreo Termal Aguas Calientes (Mn). Los valores de CE del agua en dos sitios de muestreo realizados en la zona baja fueron los más altos de los veinte sitios muestreados; excediendo el valor de conductividad eléctrica recomendado de 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para agua de consumo humano (Norma CAPRE, 2001), lo que indica que estas aguas son más mineralizadas. Estos valores tan altos pueden deberse al tipo de formación geológica en contacto con el agua subterránea.

Todos los valores medidos de Sólidos Totales Disueltos (STD) en las muestras de agua en las tres zonas altitudinales de la subcuenca están por debajo de 267,7 mg/L, lo cual es mucho menor al valor normado de 1000 mg/L para aguas de consumo humano (Norma Regional CAPRE, 2001) y Agua Tipo 1 destinada al uso doméstico o industrial (Categoría 1A, NTON 05 007-98). World Health Organization (2008), reporta que aguas con bajas concentraciones de STD pueden ser inaceptables debido a su sabor insípido. Además, los valores de STD encontrados son mucho menores a 3000 mg/L como valor normado para la Categoría 2 para Aguas Tipo 2 destinadas a usos agropecuarios (NTON 05 007-98), lo que indica que las aguas son poco mineralizadas a excepción de las aguas subterráneas de los sitios de muestreo Asentamientos Tablón 1 y 2.

En los sitios muestreados la turbiedad del agua se debe al contacto entre el agua y el material geológico o por arrastre de material que entra a los manantiales. El agua de mucho de los pozos muestreados presenta valores altos de turbiedad, debido a que el muestreo se realizó al final de la época seca y había menos disponibilidad de agua, por lo que al extraer las muestras de agua, éstas tenían presencia de material en suspensión o coloidal.

De los 20 sitios de muestreo, sólo en dos sitios (Las Sabanas-ENACAL y El Rodeo) se determinaron valores de turbiedad del agua por debajo de 1 NTU que es el valor recomendado para agua de consumo humano (Norma Regional CAPRE, 2001). No obstante, 10 sitios de muestreo que corresponden a tres pozos excavados, cuatro pozos perforados y tres manantiales; tienen turbiedades del agua por debajo de 5 NTU como valor máximo admisible. Todos los valores de turbiedad del agua de las veinte muestras están por debajo de 250 NTU (Categoría 1B) para fuentes de Agua Tipo 1 destinadas al uso doméstico e industrial con previo tratamiento (NTON 05 007-98).

Todos los 20 sitios muestreados presentan valores de color verdadero que exceden el valor recomendado de 1 mg/L Pt-Co para agua de consumo humano (Norma Regional CAPRE, 2001) y aguas destinada a uso doméstico o industrial tratada con sólo desinfección (Categoría 1A) con la excepción del sitio de muestreo La Sabana-ENACAL (PP). En 13 sitios de muestreo que corresponden a cuatro manantiales, cuatro pozos excavados y cinco pozos perforados; el valor máximo admisible de color verdadero para agua de consumo humano (15 mg/L Pt-Co) no fue sobrepasado. Así mismo, los valores de color verdadero en esos sitios de muestreo es menor a 150 mg/L Pt-Co (Categoría 1B) como valor normado para fuentes de Agua Tipo 1 a ser tratadas para poder ser utilizadas para abastecimiento doméstico o industrial (NTON

05 007-98). Los valores de color verdadero del agua en estas zonas tienen un comportamiento similar al de la turbiedad.

Para determinar la calidad química del agua de 20 muestras de agua tomadas en seis pozos excavados, cuatro pozos perforados y diez manantiales localizados en las tres zonas altitudinales de la subcuenca; se evaluaron ocho parámetros (pH, Dureza Total, Alcalinidad, Sulfatos, Cloruros, Fluoruros, Calcio y Magnesio).

Cuadro 30. Valores de parámetros químicos determinados a las muestras de agua en 20 sitios de muestreo (pozos excavados, pozos perforados y manantiales) en la subcuenca del Río Tapacalí.

| Zona Altitudinal | Nombre del Sitio | pH | Dureza Total (mg/L CaCO ₃) | Alcalinidad (mg/L CaCO ₃) | Sulfatos (mg/L) | Cloruros (mg/L) | Fluoruros (mg/L) | Calcio (mg/L CaCO ₃) | Magnesio (mg/L CaCO ₃) |
|------------------|---|------|--|---------------------------------------|-----------------|-----------------|------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| Alta | La Caguasca-Casa-Honduras | 6,5 | 72,4 | 84,3 | < 2 | 19,3 | 0,54 | 12,8 | 9,8 |
| | La Caguasca-Naciente-Honduras | 6,97 | 86,1 | 90,3 | < 2 | 22,4 | 0,65 | 14,4 | 12,2 |
| | Santa Rita-Pila-Honduras | 7,26 | 90,7 | 113,2 | 4 | 20,2 | 0,53 | 6,4 | 18,1 |
| | Santa Rita-Grifo Comunal-Honduras | 7,17 | 90,4 | 108,9 | 2,8 | 20,1 | 0,58 | 14,4 | 13,2 |
| | Santa Rita-Ojo de Agua-Honduras | 7,98 | 136,5 | 180,9 | 3 | 21,2 | 0,62 | 6,4 | 29,3 |
| | Las Mesas de Cacamuyá-Grifo-Honduras | 5,95 | 39,7 | 52,5 | 2,1 | 24,3 | 0,38 | 12,8 | 1,9 |
| | La Montaña: Las Mesas Naciente-Honduras | 6,25 | 66,5 | 77,8 | 2, | 25,2 | 0,4 | 9,6 | 10,3 |
| | San José de Cusmapa | 7 | 106,1 | 132,5 | 2,4 | 26,4 | 0,63 | 16,0 | 16,0 |
| | San José de Cusmapa-Salida | 7,09 | 114,8 | 138,7 | < 2 | 19,1 | 0,57 | 8,0 | 23,0 |
| Media | Termal Aguas Caliente | 6,94 | 84,5 | 101,3 | 4,2 | 27,2 | 0,32 | 24,0 | 5,9 |
| | Miguilse-Afloramiento | 6,38 | 70,1 | 87,9 | 3,5 | 20,1 | 0,38 | 16,0 | 7,3 |
| | Miguilse-Grifo Comunal | 6,5 | 77,9 | 99,3 | < 2 | 21,1 | 0,59 | 11,2 | 12,1 |
| | El Mojón | 6,36 | 68,2 | 81,6 | 3,3 | 23,2 | 0,64 | 12,8 | 8,8 |
| | Las Sabanas-ENACAL | 6,9 | 102,2 | 120,4 | < 2 | 24,2 | 0,63 | 27,3 | 8,3 |
| | Escuela José del Carmen Suazo | 6,7 | 76,8 | 90,2 | 2,6 | 26,2 | 0,61 | 17,6 | 8,0 |
| | Quebrada Mangas Verde | 7,1 | 86,5 | 100,4 | < 2 | 23,2 | 0,63 | 9,6 | 15,2 |
| El Rodeo | 6,4 | 79,7 | 98,5 | < 2 | 22,1 | 0,61 | 16,0 | 9,6 | |
| Baja | Asentamiento Tablón 1 | 8,9 | 280,5 | 303,7 | 5,2 | 20,3 | 0,43 | 36,9 | 45,7 |
| | Asentamiento Tablón 2 | 8,4 | 260 | 298,8 | < 2 | 16,2 | 0,45 | 33,7 | 42,7 |
| | Aduana El Espino | 7,3 | 126,2 | 132,2 | < 2 | 22,3 | 0,4 | 22,4 | 17,0 |

Fuente: Estudio de Calidad de los Recursos Hídricos de la subcuenca del Río Tapacalí, 2013.

Los valores de pH de las muestras de agua en la mayoría de los sitios muestreados se encuentran dentro del rango de pH de 6,5 a 8,5 para agua de consumo humano (Norma Regional CAPRE, 2001) y dentro del rango de 6,0 a 8,5 para Agua Tipo 1 para uso doméstico o industrial (NTON 05 007-98). La excepción son las aguas de los sitios de muestreo Las Mesas de Cacamuyá-Grifo (PE), La Montaña: Las Mesa-Naciente (Mn), Miguilse-Afloramiento (Mn), El Mojón (PP), San José de Cusmapa-Salida (PE), y El Rodeo (PE); donde los valores de pH del agua son ligeramente menores a 6,5, indicando un pH un poco ácido, lo cual está de acuerdo a los valores de dureza y alcalinidad más bajos determinados en esos mismos sitios. Esto ocurre debido a la degradación de la materia orgánica y respiración de plantas y organismos que existen en la subsuperficie del suelo que consumen oxígeno y producen CO₂; por lo que el aire en los espacios de los poros no puede equilibrarse con la atmósfera y se vuelven bajo en contenido de oxígeno y altos en CO₂. Cuando el agua se mueve a través de la subsuperficie, está se equilibra con los gases de los suelos y se vuelve más ácida debido a la alta concentración de CO₂ disuelto, trayendo como consecuencia que el agua subterránea sea ácida y se incremente la capacidad para disolver los minerales (Weiner, 2000).

Como la mayoría de los valores de pH de las muestras de agua se encuentran en el rango de 7 a 9, se puede decir que los iones bicarbonatos (HCO_3^-) son las especies predominantes en las muestras de agua (Ramírez & Viña, 1998).

Todos los valores de Dureza Total de las muestras de agua están por debajo de 400 mg/L de CaCO_3 como valor recomendado de dureza total para agua de consumo humano (Norma Regional CAPRE, 2001) y para las Aguas Tipo 1 para uso doméstico o industrial (Categoría 1, NTON 05 007-98).

Cuadro 31. Clasificación del agua en base a la dureza total determinada a las muestras de agua de pozos excavados, pozos perforados y manantiales localizados en las tres zonas altitudinales de la subcuenca del Río Tapacalí.

| Zona Altitudinal | Nombre del Sitio | Dureza Total (mg/L CaCO_3) | Clasificación del Agua |
|------------------|---|--------------------------------------|------------------------|
| Alta | La Caguasca-Casa-Honduras | 72,4 | Moderadamente Blandas |
| | La Caguasca-Naciente-Honduras | 86,1 | Moderadamente Blandas |
| | Santa Rita-Pila-Honduras | 90,7 | Moderadamente Blandas |
| | Santa Rita-Grifo Comunal-Honduras | 90,4 | Moderadamente Blandas |
| | Santa Rita-Ojo de Agua-Honduras | 136,5 | Ligeramente Duras |
| | Las Mesas de Cacamuyá-Grifo-Honduras | 39,7 | Blandas |
| | La Montaña: Las Mesas Naciente-Honduras | 66,5 | Moderadamente Blandas |
| | San José de Cusmapa | 106,1 | Ligeramente Duras |
| Media | San José de Cusmapa-Salida | 114,8 | Ligeramente Duras |
| | Termal Aguas Calientes | 84,5 | Moderadamente Blandas |
| | Miquilse-Afloramiento | 70,1 | Moderadamente Blandas |
| | Miquilse-Grifo Comunal | 77,9 | Moderadamente Blandas |
| | El Mojón | 68,2 | Moderadamente Blandas |
| | Las Sabanas-ENACAL | 102,2 | Ligeramente Duras |
| | Escuela José del Carmen Suazo | 76,8 | Moderadamente Blandas |
| | Quebrada Mangas Verde | 86,5 | Moderadamente Blandas |
| Baja | El Rodeo | 79,7 | Moderadamente Blandas |
| | Asentamiento Tablón 1 | 280,5 | Duras |
| | Asentamiento Tablón 2 | 260,0 | Duras |
| | Aduana El Espino | 126,2 | Ligeramente Duras |

Fuente: Estudio de Calidad de los Recursos Hídricos de la subcuenca del Río Tapacalí, 2013.

Los iones bicarbonatos son producto de la meteorización de carbonatos minerales, sin embargo, la fuente principal de la mayoría del bicarbonato es el CO_2 disuelto en suelos y en el agua subterránea, el cual es producido por la descomposición bacteriana de la materia orgánica (Caballero, 2007). Éstos son las especies dominantes en un rango de pH de 6,35 a 10,33; encontrándose en un 98% en esa forma a pH de 8,34 y sólo 1% como CO_3^{2-} (Manahan, 2009; Weiner, 2000). Los HCO_3^- fueron estimados utilizando las ecuaciones que se presentan en el Standard Methods (Eaton, et al., 2012). Los resultados indican que en la zona alta de la subcuenca los HCO_3^- están en un rango de 64,1 mg/L a 220,1 mg/L. En la zona media, las concentraciones oscilan de 99,6 mg/L a 123,6 mg/L y en la zona baja, el rango es de 162,4 mg/L a 363,2 mg/L. INETER (2004), reporta que para la Zona Norte del país predominan las aguas bicarbonatadas debido a las características climáticas, topográficas y litológicas de la región; lo que da lugar a un tiempo corto de tránsito, que no permite la evolución geoquímica natural del agua subterránea a través del intercambio catiónico. Así mismo, dentro de ese tipo de agua, se presenta una subdivisión en orden de predominio: cálcicas, magnésicas, sódicas, sulfatadas y cloruradas.

Todas las concentraciones de iones calcio de las muestras son menores de 100 mg/L, como valor recomendado por CAPRE (2001). Los valores de las concentraciones de iones magnesio se encuentran en su mayoría por debajo de 30 mg/L, que es el valor recomendado por CAPRE (2001) para este ión; la excepción son las aguas del Asentamiento Tablón 1 y 2 que exceden el valor normado.

Los valores de concentración de iones sulfatos de la mayoría de fuentes hídricas muestreadas en las tres zonas altitudinales de la subcuenca se hallan por debajo del límite de detección (< 2 mg/L) del método espectométrico 8051 de HACH (Sulfaver) utilizado para su determinación, encontrándose un valor máximo de 5,2 mg/L en el sitio de muestreo Asentamiento Tablón 1 (PE).

Los valores de concentración de iones sulfatos en todos los sitios muestreados se encuentran por debajo de 25 mg/L como valor recomendado por la Norma Regional CAPRE (2001) y por debajo de 250 mg/L y 400 mg/L para agua de uso doméstico o industrial Categoría 1A y Categoría 1B respectivamente normado en la NTON 05 007-98.

La concentración de iones cloruros en el agua de las muestras tomadas en la zona alta de la subcuenca varía de 19,1 mg/L en el sitio de muestreo San José de Cusmapa-Salida (PE) a 26,4 mg/L en el sitio de muestreo San José de Cusmapa (PE). Los valores de iones cloruros en esta zona se encuentran por debajo del valor recomendado para agua de consumo humano por la Norma Regional CAPRE (2001) que corresponde a 25 mg/L, siendo la excepción los sitios de muestreo La Montaña: Las Mesas Naciente (Mn) y San José de Cusmapa (PE), donde se excede ligeramente el valor normado.

En la zona media, el valor más bajo de concentración de iones cloruros de las ocho muestras de agua fue 20,1 mg/L y corresponde al sitio de muestreo Miquilse-Afloramiento (Mn) y el valor más alto es de 27,2 mg/L y corresponde al sitio de muestreo Termal Aguas Caliente (Mn); los sitios de muestreo que sobrepasan el valor recomendado de 25 mg/L para agua de consumo humano (Norma Regional CAPRE, 2001) son Termal Aguas Caliente y Escuela José del Carmen Suazo.

La concentración de iones cloruros en las tres muestras de agua tomadas en la zona baja se encuentran por debajo de 25 mg/L (Normal Regional CAPRE, 2000).

No obstante, la concentración de iones cloruros del agua en todos los sitios muestreados son menores al valor máximo admisible de 250 mg/L (Norma Regional CAPRE, 2001) y de los valores normado para agua de uso doméstico o industrial 250 mg/L (Categoría 1A) y 600 mg/L (Categoría 1B) (NTON 05 007-98).

Al comparar las concentraciones de los aniones mayores como sulfatos (SO_4^{2-}), bicarbonatos (HCO_3^-) y cloruros (Cl^-), estos son los iones predominantes debido a la litología que presenta la subcuenca del Rio Tapacalí.

Las concentraciones de flúor encontradas en las muestra de agua tomadas en las tres zonas altitudinales de la subcuenca se encuentran en los niveles usuales (0,1 a 1 mg/L) para las aguas naturales.

La presencia de metales pesados en el área de la subcuenca se encuentra relacionada a la dinámica geológica de la formación del suelo, éstos llegan al agua por meteorización o por cambios de ambiente oxidación-reducción en los pozos perforados (Weiner, 2000).

A las muestras de agua de los veinte sitios de muestreo se le determinó en forma total hierro, manganeso, aluminio, arsénico y plomo total, siendo los tres últimos metales de gran peligro ambiental debido a su uso y toxicidad.

Cuadro 32. Valores de concentración de cinco metales pesados determinados a las muestras de agua en 20 sitios de muestreo (pozos excavados, pozos perforados y manantiales) en la subcuenca del Río Tapacalí.

| Tipo de Zona | Nombre del Sitio | Aluminio (mg/L) | Hierro (mg/L) | Manganeso (mg/L) | Arsenico (µg/L) | Plomo (mg/L) |
|--------------|---|-----------------|---------------|------------------|-----------------|--------------|
| | La Caguasca-Casa-Honduras | 0,003 | 0,47 | < 0,02 | 1,23 | < 0,01 |
| | La Caguasca-Naciente-Honduras | < 0,002 | 0,46 | < 0,02 | < 0,50 | < 0,01 |
| | Santa Rita-Pila-Honduras | 0,012 | 0,30 | < 0,02 | < 0,50 | < 0,01 |
| | Santa Rita-Grifo Comunal-Honduras | 0,020 | 0,36 | < 0,02 | < 0,50 | < 0,01 |
| Alta | Santa Rita-Ojo de Agua-Honduras | 0,023 | 0,50 | < 0,02 | < 0,50 | < 0,01 |
| | Las Mesas de Cacamuyá-Grifo-Honduras | 0,008 | 0,14 | < 0,02 | 0,62 | < 0,01 |
| | La Montaña: Las Mesas-Naciente-Honduras | 0,007 | 0,09 | < 0,02 | < 0,50 | < 0,01 |
| | San José de Cusmapa | 0,026 | 0,32 | < 0,02 | < 0,50 | < 0,01 |
| | San José de Cusmapa-Salida | 0,007 | 0,14 | < 0,02 | < 0,50 | < 0,01 |
| | Termal Aguas Caliente | 0,016 | 0,05 | < 0,02 | 2,10 | < 0,01 |
| | Miquilse-Afloramiento | 0,010 | 0,05 | < 0,02 | < 0,50 | < 0,01 |
| | Miquilse-Grifo Comunal | 0,017 | 0,08 | < 0,02 | < 0,50 | < 0,01 |
| Media | El Mojón | 0,090 | 0,54 | < 0,02 | < 0,50 | < 0,01 |
| | Las Sabanas-ENACAL | 0,010 | 0,02 | < 0,02 | 1,27 | < 0,01 |
| | Escuela José del Carmen Suazo | 0,020 | 0,08 | < 0,02 | < 0,50 | < 0,01 |
| | Quebrada Mangas Verde | 0,009 | 0,07 | < 0,02 | < 0,50 | < 0,01 |
| | El Rodeo | 0,006 | 0,04 | < 0,02 | < 0,50 | < 0,01 |
| | Asentamiento Tablón 1 | 0,003 | 0,06 | 0,02 | 1,78 | < 0,01 |
| Baja | Asentamiento Tablón 2 | 0,007 | 0,06 | 0,04 | 3,44 | < 0,01 |
| | Aduana El Espino | 0,005 | 0,13 | < 0,02 | 1,25 | < 0,01 |

Fuente: Estudio de Calidad de los Recursos Hídricos de la subcuenca del Río Tapacalí, 2013.

Los valores de concentración de aluminio total de diecinueve muestras de agua tomadas en las tres zonas altitudinales de la subcuenca se encuentran por debajo de 0,05 mg/L, valor recomendado por la Comunidad Económica Europea (CEE, 2008): a excepción del sitio de muestreo El Mojón (PP) donde se encontró una concentración de 0,09 mg/L de aluminio. Sin embargo, todos los sitios muestreados presentan valores de concentración de aluminio total por debajo de 0,2 mg/L, valor máximo admisible por la CEE (2008) y la Norma Regional CAPRE (2001) para agua de consumo humano y también por debajo de 1 mg/L que es el valor normado para agua destinada a uso agropecuario, Categoría 2 (NTON 05 007-98).

En las aguas subterráneas la presencia de hierro se debe a la disolución de rocas y minerales, el cual es precipitado por las reacciones de oxidación-reducción que ocurren dentro del acuífero. Este comportamiento del hierro en los sitios monitoreados es similar al de la turbiedad, ya que el hierro es parte del material suspendido.

Todos los valores de concentración de hierro total de las muestras de agua en las tres zonas altitudinales muestreadas están por debajo de 1 mg/L como valor recomendado para agua de uso agropecuario, Categoría 2 y son mucho menores a 3 mg/L para agua de uso doméstico o industrial previo tratamiento (Categoría 1B) (NTON 05 007-98).

Las concentraciones de manganeso de las muestras de agua tomadas en la subcuenca del Río Tapacalí se encuentran por debajo de 0,1 mg/L como valor recomendado y 0,5 mg/L como valor máximo admisible para agua potable (Norma Regional CAPRE, 2001) y para agua de uso doméstico o industrial (Categoría 1) y agropecuario (Categoría 2) (NTON 05 007-98).

Todas las concentraciones de arsénico de las muestras de agua están por debajo de 10 µg/L (0,01 mg/L) como valor máximo admisible para agua de consumo humano, (Norma Regional CAPRE, 2001) y por debajo de 50 µg/L (0,05 mg/L) para agua de uso agropecuario (Categoría 2) (NTON 05 007-98).

Las muestras de agua de los veinte sitios muestreados en las tres zonas altitudinales de la subcuenca muestran concentraciones de plomo total por debajo del límite de detección (< 0,01 mg/L) y por tanto están por debajo del valor máximo admisible de plomo el cual es de 0,01 mg/L (Norma Regional CAPRE, 2001) para agua potable y para agua de uso doméstico o industrial (Categoría 1A). También las muestras de aguas se encuentran por debajo del valor de 0,05 mg/L para aguas de uso agropecuario (Categoría 2A) (NTON 05 007-98).

A las muestras de agua de los veinte sitios de muestreo distribuidos en las tres zonas altitudinales de la subcuenca se les determinó concentración de nitratos, nitritos y amonio.

Cuadro 33. Valores de concentración de nitratos, nitritos y amonio determinados a las muestras de agua en 20 sitios de muestreo (pozos excavados, pozos perforados y manantiales) en la subcuenca del Río Tapacalí.

| Zona Altitudinal | Nombre del Sitio | Nitratos (mg/L) | Nitritos (mg/L) | Amonio (mg/L) | Fósforo Total (mg/L) |
|------------------|---|-----------------|-----------------|---------------|----------------------|
| Alta | La Caguasca-Casa-Honduras | 1,4 | 0,05 | < 0,02 | 0,013 |
| | La Caguasca-Naciente-Honduras | 3 | 0,03 | < 0,02 | 0,016 |
| | Santa Rita-Pila-Honduras | 2,7 | 0,04 | < 0,02 | 0,013 |
| | Santa Rita-Grifo-Honduras | 2,1 | 0,01 | < 0,02 | 0,021 |
| | Santa Rita-Ojo de Agua-Honduras | 2,8 | 0,04 | < 0,02 | 0,035 |
| | Las Mesas de Cacamuyá-Grifo-Honduras | 2,3 | 0,05 | < 0,02 | 0,017 |
| | La Montaña: Las Mesas-Naciente-Honduras | 2,9 | 0,06 | < 0,02 | 0,014 |
| | San José de Cusmapa | 4,7 | 0,05 | 0,27 | 0,052 |
| | San José de Cusmapa-Salida | 3,8 | 0,09 | 0,09 | 0,027 |
| | Termal Aguas Caliente | 2,9 | 0,04 | 0,07 | 0,063 |
| | Miquilse-Afloramiento | 9,2 | 0,05 | 0,55 | 0,104 |
| | Miquilse-Grifo Comunal | 3,4 | 0,07 | < 0,02 | 0,043 |

| | | | | | |
|--------------|-------------------------------|-----|------|--------|-------|
| Media | El Mojón | 5,3 | 0,08 | 0,05 | 0,081 |
| | Las Sabanas-ENACAL | 2,2 | 0,02 | < 0,02 | 0,018 |
| | Escuela José del Carmen Suazo | 2,7 | 0,04 | < 0,02 | 0,016 |
| | Quebrada Mangas Verde | 3 | 0,02 | 0,05 | 0,024 |
| | El Rodeo | 4,1 | 0,02 | 0,15 | 0,074 |
| Baja | Asentamiento Tablón 1 | 2,5 | 0,05 | < 0,02 | 0,042 |
| | Asentamiento Tablón 2 | 6,8 | 0,02 | < 0,02 | 0,031 |
| | Aduana El Espino | 5,2 | 0,09 | < 0,02 | 0,024 |

Fuente: Estudio de Calidad de los Recursos Hídricos de la subcuenca del Río Tapacalí, 2013.

Todos los valores de concentración de nitratos de las muestras de agua tomadas en los sitios de muestreo se encuentran por debajo de 25 mg/L como valor recomendado y mucho menor a los 45 mg/L como valor máximo admisible en aguas de consumo humano (Norma Regional CAPRE, 2001). Concentraciones de nitratos o nitritos mayores a 5 mg/L - 10 mg/L en agua subterránea o superficial indican generalmente contaminación agrícola por fertilizantes, fecalismo al aire libre y filtración de estiércol (Weiner, 2000).

Todos los sitios muestreados presentan concentraciones de nitritos por debajo de 0,1 mg/L como valor recomendado y de 1 mg/L como valor máximo admisible para agua potable (Norma Regional CAPRE, 2001). Ambas concentraciones de estos parámetros se encuentran por debajo de 10 mg/L como valor normado para nitratos y nitritos en aguas de uso doméstico o industrial, Categoría 1 (NTON 05 007-98).

En la zona alta de la subcuenca, la concentración de amonio de las muestras de agua tomadas en siete sitios de muestreo (La Caguasca-Casa-Honduras, La Caguasca-Naciente-Honduras, Santa Rita-Pila-Honduras, Santa Rita-Grifo Comunal-Honduras, Santa Rita-Ojo de Agua-Honduras, Las Mesas de Cacamuyá-Grifo-Honduras y La Montaña: Las Mesas Naciente-Honduras) están por debajo de 0,02 mg/L la cual es mucho menor a 0,05 mg/L como valor recomendado y 0,5 mg/L como valor máximo admisible para agua potable (CAPRE, 2001); la excepción es la muestra de agua del sitio de muestreo San José de Cusmapa (PE) donde la concentración de amonio es de 0,27 mg/L, lo cual puede deberse a la descomposición de material orgánico ya que ese pozo excavado estaba lleno de hojas o por la entrada de deposiciones de animales.

En la zona media de la subcuenca, los valores de concentración de amonio determinados en siete muestras de agua también son bajos, pero en el sitio de muestreo Miguilse-Afloramiento (Mn), la concentración de amonio encontrada en la muestra de agua fue de 0,55 mg/L excediendo el valor recomendado de 0,05 mg/L y máximo admisible de 0,50 mg/L por la Norma Regional CAPRE, en ese sitio hay contaminación por las deposiciones de animales que circulan en ese sitio.

Las concentraciones de amonio de las muestras de agua tomadas en los tres sitios de muestreo de la zona baja de la subcuenca son menores al valor recomendado de 0,05 mg/L y máximo admisible de 0,50 mg/L (Norma Regional CAPRE; 2001).

Los valores de fósforo total de las muestras de agua en los sitios de muestreo oscilan de 0,013 mg/L a 0,104 mg/L; estos valores son bajos y puede deberse a mineralización de rocas en contacto con el agua. Todas las concentraciones de fósforo total se encuentran por debajo de 0,4 mg/L como valor recomendado y de 5,0 mg/L como valor máximo admisible (Norma Regional CAPRE, 2001).

No se encontró población bacteriana de coliformes termotolerantes en las muestras de agua tomadas en los sitios de muestreo de la zona alta de la subcuenca, debido a que la mayoría de los sitios de muestreo son pozos y afloramientos aislados, lo cual coincide con las bajas concentraciones de nitratos y amonios encontrados para esa misma zona. En esta zona, sólo en el sitio de muestreo San José de Cusmapa (PE) ($4,0 \times 10^1$ NMP/100 mL) y San José de Cusmapa-Salida (PE) ($6,3 \times 10^1$ NMP/100 mL) se encontraron en las dos muestras de agua valores de coliformes termotolerantes que exceden el valor recomendado (Negativo) de la Norma Regional CAPRE (2001) para agua de consumo humano lo cual puede deberse a alguna deposición animal.

En cuatro sitios de muestreo donde hay actividad antropogénica y desechos biológicos de origen animal (Termal Aguas Calientes, Miquilse-Afloramiento, El Rodeo, Quebrada Mangas Verde) de la zona media de la subcuenca, las muestras de agua presentan problemas de contaminación por población bacteriana en el orden de $2,4 \times 10^1$ NMP/100 mL a $34,5 \times 10^1$ NMP/100 mL de coliformes termotolerantes; siendo la muestra de agua del sitio de muestreo Miquilse-Afloramiento (Mn) donde se obtuvo el valor más alto de coliformes termotolerantes, lo cual coincide con la concentración de amonio. La presencia de coliformes termotolerantes es considerada un indicador específico de contaminación fecal y de la posible presencia de patógenos entéricos. En las muestras de agua tomadas en los tres sitios de muestreo correspondientes a la zona baja de la subcuenca, no se encontró presencia de coliformes termotolerantes.

Todos los sitios de muestreo presentan valores de coliformes termotolerantes por debajo del valor normado para agua de uso agropecuario, Categoría 2 (Menor a 1000 NMP/100 mL) (NTON 05 007-98).

Cuadro 34. Valores de concentración de Coliformes Termotolerantes determinados a las muestras de agua en 20 sitios de muestreo (pozos excavados, pozos perforados y manantiales) en la subcuenca del Río Tapacalí.

| Zona Altitudinal | Nombre del Sitio | Coliformes Termotolerantes (NMP/100 mL) |
|------------------|---|---|
| Alta | La Caguasca-Casa-Honduras | Negativo |
| | La Caguasca-Naciente-Honduras | Negativo |
| | Santa Rita-Pila-Honduras | Negativo |
| | Santa Rita-Grifo-Honduras | Negativo |
| | Santa Rita-Ojo de Agua-Honduras | Negativo |
| | Las Mesas de Cacamuyá-Grifo-Honduras | Negativo |
| | La Montaña: Las Mesas-Naciente-Honduras | Negativo |
| | San José de Cusmapa | $4,0 \times 10^1$ |
| | San José de Cusmapa-Salida | $6,3 \times 10^1$ |
| | Termal Aguas Caliente | $7,8 \times 10^1$ |
| | Miquilse-Afloramiento | $34,5 \times 10^1$ |
| Media | Miquilse-Grifo Comunal | Negativo |
| | El Mojón | $6,0 \times 10^1$ |
| | Las Sabanas-ENACAL | Negativo |
| | Escuela José del Carmen Suazo | Negativo |
| | Quebrada Mangas Verde | $2,4 \times 10^1$ |
| Baja | El Rodeo | $11,3 \times 10^1$ |
| | Asentamiento Tablón 1 | Negativo |
| | Asentamiento Tablón 2 | Negativo |
| | Aduana El Espino | Negativo |

Fuente: Estudio de Calidad de los Recursos Hídricos de la subcuenca del Río Tapacalí, 2013.

Comparando los valores de las concentraciones de los iones sulfatos, cloruros y bicarbonatos, se encontró que éstos últimos predominan en los sitios de muestreo debido a la topografía y litología de la subcuenca. Las aguas bicarbonatadas-cálcicas-magnésicas (HCO₃-Ca-Mg) son típicas de la zona de recarga; por tanto la infiltración del agua es reciente, con poco tiempo de circulación que no facilita la disolución de los materiales de las rocas; lo cual está de acuerdo a lo reportado por el INETER (2004) para la Zona Central-Norte de Nicaragua.

Se evaluaron seis parámetros (Temperatura, Oxígeno Disuelto, Conductividad Eléctrica, Sólidos Totales Disueltos, Turbiedad y Color) para determinar la calidad física del agua de cinco muestras tomadas en cuerpos de agua superficial localizados en dos zonas altitudinales (media y baja) de la subcuenca. Del total de muestras de agua superficial tomadas, cuatro muestras corresponden a la zona media de la subcuenca (Aguas Calientes-Ramal, Tapacalí Aguas Arriba, Tapacalí Aguas Abajo, Miquilse Aguas Arriba y Miguelse Aguas Abajo) y una muestra fue tomada en la zona baja en el sitio de muestreo La Playa.

Cuadro 35. Valores de parámetros físicos determinados a las muestras de agua superficial en cinco sitios de muestreo en la subcuenca del Río Tapacalí.

| Tipo de Zona | Nombre del Sitio | Temperatura (°C) | Oxígeno Disuelto (mg/L) | Conductividad (µS/cm) | STD (mg/L) | Turbiedad (NTU) | Color (mg/L Pt-Co) |
|--------------|--|------------------|-------------------------|-----------------------|------------|-----------------|--------------------|
| Media | Aguas Caliente-Ramal Tapacalí Aguas Arriba | 29.5 | 6.9 | 177.0 | 87.3 | 26.5 | 90.5 |
| | Aguas Caliente-Ramal Tapacalí Aguas Abajo | 30.7 | 6.6 | 180.9 | 89.1 | 21.9 | 82.8 |
| | Miquilse-Aguas Arriba | 31.4 | 5.2 | 187.0 | 92.1 | 5.5 | 13.9 |
| | Miquilse-Aguas Abajo | 30.9 | 5.1 | 186.1 | 91.6 | 0.9 | 2.8 |
| Baja | La Playa | 27.0 | 7.3 | 241.2 | 118.0 | 1.4 | 5.1 |

Fuente: Estudio de Calidad de los Recursos Hídricos de la subcuenca del Río Tapacalí, 2013.

Los valores más altos de temperatura de las cinco muestras de agua tomadas, se presentaron en tres sitios de muestreo localizados en la zona media de la subcuenca; excediendo el rango de temperatura recomendado de 18°C a 30°C por la Norma Regional CAPRE (2001) para aguas de consumo humano.

Comparando la variación de temperatura de las muestras de agua subterránea con las muestras de cuerpos de aguas superficiales, los valores más altos de temperatura se presentan en las muestras de agua superficial donde la profundidad de los cuerpos de agua es muy poca y hay menor presencia de vegetación en las laderas por lo que hay mayor incidencia de los rayos del Sol.

Los cinco sitios de muestreo de agua superficial presentan valores altos de Oxígeno Disuelto (OD), debido a que la acción del viento y la poca profundidad genera la mezcla del agua; estando los valores de las concentraciones de OD por encima de 4 mg/L para agua Tipo 1 destinada al uso doméstico o industrial (Categoría 1, NTON 05 007-98) pero por debajo de 8 mg/L normado por la Norma Regional CAPRE (2001) para aguas de consumo humano. Aguas con una concentración de OD de 6,5 mg/L a 8 mg/L se consideran ligeramente contaminadas y en un rango de 4,5 mg/L a 6,5 mg/L como moderadamente contaminadas (Weiner, 2000). Los sitios muestreados de agua superficial presentan concentraciones de OD dentro del rango óptimo recomendado para la protección de la vida acuática de 5 a 9 mg/L (CCME, 2003).

Los valores de CE de las muestras de agua superficial se encuentran en el rango de 177 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 241,2 $\mu\text{S}/\text{cm}$, los cuales están por debajo del valor recomendado de 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para agua de consumo humano (Norma Regional CAPRE, 2001).

Los valores de Sólidos Totales Disueltos (STD) de las muestras de agua superficial son menores a 118 mg/L y por ende al valor normado de 1000 mg/L para aguas de consumo humano (Norma Regional CAPRE, 2001) y agua Tipo 1 destinada al uso doméstico o industrial (Categoría 1A, NTON 05 007-98). Así mismo, los valores de STD de las muestras se encuentran por debajo de 3000 mg/L como valor normado para la Categoría 2 para aguas Tipo 2 destinadas a usos agropecuarios (NTON 05 007-98) lo que indica que son poco mineralizadas.

La turbiedad en los cinco sitios de muestreo se debe a las partículas en suspensión incorporados por el arrastre de material dentro de los cuerpos de agua superficial. Los valores de turbiedad en cuatro muestras de aguas superficiales exceden el valor recomendado de 1 NTU para agua de consumo humano (Norma Regional CAPRE, 2001). Así mismo en tres de los cuerpos de agua superficial muestreados (Aguas Caliente-Ramal Tapacalí Aguas Arriba, Aguas Caliente-Ramal Tapacalí Aguas Abajo, Miguilse Aguas Arriba) los valores de turbiedad sobrepasan el valor máximo admisible de 5 NTU. No obstante, todos los valores de turbiedad están por debajo de 250 NTU (Categoría 1B) para fuentes de agua Tipo 1 destinadas al uso doméstico e industrial con previo tratamiento (NTON 05 007-98).

Los cinco sitios muestreados presentan valores de color verdadero que exceden el valor recomendado de 1 mg/L Pt-Co, así como el valor máximo admisible de 15 mg/L Pt-Co para agua de consumo humano (Norma Regional CAPRE, 2001) y para aguas destinada a uso doméstico o industrial tratada con sólo desinfección (Categoría 1A). Los valores altos de color verdadero en los cuerpos de agua se deben al aporte de material húmico y coloidal transportados por las escorrentías. Sin embargo, los valores de color verdadero en esos sitios son menores a 150 mg/L Pt-Co (Categoría 1B) como valor normado para fuentes de agua Tipo 1 a ser tratadas para poder ser utilizadas para abastecimiento doméstico o industrial (NTON 05 007-98).

Cuadro 36. Valores de parámetros químicos determinados a las muestras de agua superficial en cinco sitios de muestreo en la subcuenca del Río Tapacalí.

| Zona Altitudinal | Nombre del Sitio | pH | Dureza Total (mg/L CaCO_3) | Alcalinidad (mg/L CaCO_3) | Sulfatos (mg/L) | Cloruros (mg/L) | Fluoruros (mg/L) | Calcio (mg/L CaCO_3) | Magnesio (mg/L CaCO_3) |
|------------------|--|-----|--------------------------------------|-------------------------------------|-----------------|-----------------|------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| Media | Aguas Caliente-Ramal Tapacalí-Aguas Arriba | 7,5 | 118,3 | 155,9 | < 2 | 28,4 | 0,38 | 19,2 | 17,1 |
| | Aguas Caliente-Ramal Tapacalí-Aguas Abajo | 7,6 | 132,9 | 167,1 | < 2 | 29,2 | 0,38 | 16,0 | 22,5 |
| | Miguilse-Aguas Arriba | 6,9 | 81,2 | 98,6 | < 2 | 32,2 | 0,60 | 14,4 | 11,0 |
| | Miguilse-Aguas Abajo | 6,5 | 74,4 | 87,5 | < 2 | 37,5 | 0,61 | 24,0 | 3,5 |
| Baja | La Playa | 7,3 | 111,9 | 146m2 | < 2 | 28,3 | 0,52 | 20,8 | 14,5 |

Fuente: Estudio de Calidad de los Recursos Hídricos de la subcuenca del Río Tapacalí, 2013.

Los cinco sitios de muestreo de aguas superficiales muestran valores de pH dentro del rango de 6,5 a 9 que asegura la protección de la vida acuática en los cuerpos de aguas naturales (CCME, 2008) y en el rango de 6,0 a 8,5 para agua de Tipo 1 para uso doméstico o industrial (NTON 05 007-98). Las muestras de aguas superficiales se encuentran dentro del rango de pH para los ríos no contaminados de 6,5 a 8,5 (Weiner, 2000).

Los valores de Dureza Total en las cinco muestras de agua superficial oscilan de 74,4 mg/L CaCO₃ a 132,9 mg/L CaCO₃. El agua superficial de tres sitios de muestreo (Aguas Calientes-Ramal Tapacalí-Aguas Arriba, Aguas Calientes-Ramal Tapacalí-Aguas Abajo y La Playa) se clasifica ligeramente dura; y el agua superficial de dos sitios de muestreo (Miguilse-Aguas Arriba y Miguilse-Aguas Abajo) se clasifica moderadamente blanda. Los valores de dureza total de las cinco muestras de agua superficial se encuentran por debajo de 400 mg/L de CaCO₃, como valor recomendado de dureza total para agua de consumo humano (Norma Regional CAPRE, 2001) y para las aguas Tipo 1 para uso doméstico o industrial (Categoría 1, NTON 05 007-98).

Cuadro 37. Clasificación del agua en base a la dureza total determinada a cinco muestras de agua superficial muestreadas en la zona media y baja de la subcuenca del Río Tapacalí.

| Zona Altitudinal | Nombre del Sitio | Dureza Total (mg/L CaCO ₃) | Clasificación del Agua |
|------------------|---|--|------------------------|
| Media | Aguas Calientes-Ramal Tapacalí-Aguas Arriba | 118,3 | Ligeramente Dura |
| | Aguas Calientes-Ramal Tapacalí-Aguas Abajo | 132,9 | Ligeramente Dura |
| | Miguilse-Aguas Arriba | 81,2 | Moderadamente Blanda |
| | Miguilse-Aguas Abajo | 74,4. | Moderadamente Blanda |
| Baja | La Playa | 111,9 | Ligeramente Dura |

Fuente: Estudio de Calidad de los Recursos Hídricos de la subcuenca del Río Tapacalí, 2013.

Los valores de alcalinidad de las cinco muestras de agua superficial están en un rango de 87,5 mg/L CaCO₃ a 167,1 mg/L mg/L CaCO₃, por lo que se puede decir que estas aguas resisten a los cambios de pH, ya que la alcalinidad es mayor a 25 mg/L CaCO₃, y se asegura el mantenimiento de la vida en los sistemas acuáticos; además que se reduce la toxicidad de muchos metales formando complejos con ellos y provee de carbono a las plantas acuáticas.

Los iones bicarbonatos se encuentran en un rango de 106,8 mg/L a 203,6 mg/L siendo éstos los iones predominantes.

Las concentraciones de iones calcio en el agua superficial se encuentra en un rango de 14,4 a 24 mg/L, siendo mucho menor a 100 mg/L como valor recomendado por CAPRE (2001). Asimismo, los valores de iones magnesio se encontraron en un rango de 3,5 a 22,5 mg/L, valores menores a 30 mg/L como valor recomendado para este ión.

Las concentraciones de iones sulfatos de las muestras de agua superficial se encuentran por debajo de 2 mg/L que es el límite de detección del método de análisis Sulfaver HACH 8051 y son mucho menores a 25 mg/L como valor recomendado por la Norma Regional CAPRE (2001) y por debajo de 250 mg/L y 400 mg/L para agua de uso doméstico o industrial Tipo 1A y 1B respectivamente (NTON 05 007-98).

El rango de concentraciones de iones cloruros medidos en los sitios de muestreo de agua superficial fue de 28,3 a 37,5 mg/L excediendo el valor recomendado de 25 mg/L; sin embargo las concentraciones son inferiores a 250 mg/L como valor máximo admisible por la Norma Regional CAPRE (2001), y valores normado para agua de uso doméstico o industrial 250 mg/L (Categoría 1A) y 600 mg/L (Categoría 1B) (NTON 05 007-98). El ión cloruro generalmente está presente en aguas naturales superficiales en concentraciones bajas (OPS, 1988), excepto en aquellas fuentes provenientes de terrenos salinos o de acuíferos con influencia de corrientes marinas. Todas las muestras de agua superficial contienen cloruros y su presencia en cantidades elevadas puede deberse a contaminación, ya que la materia orgánica de origen animal siempre tiene considerables cantidades de estas sales.

Las concentraciones de iones fluoruros en las muestras de agua superficial variaron de 0,38 mg/L a 0,61 mg/L, valores por debajo de la concentración máxima admisible de flúor de 0,7 mg/L para aguas con temperaturas entre 25°C a 30°C y por la NTON para agua de uso doméstico o industrial Categoría 1A (0,7-1,5 mg/L) y 1B (< 1,7 mg/L) (NTON 05 007-98).

Cuadro 38. Valores de concentración de cinco metales pesados determinados a las muestras de agua superficial en cinco sitios de muestreo en la subcuenca del Río Tapacalí.

| Tipo de Zona | Nombre del Sitio | Aluminio (mg/L) | Hierro (mg/L) | Manganeso (mg/L) | Arsénico (mg/L) | Plomo (mg/L) |
|--------------|--|-----------------|---------------|------------------|-----------------|--------------|
| Media | Aguas Caliente-Ramal Tapacalí-Aguas Arriba | 0.002 | 0.3 | 0.02 | 0.00084 | 0.01 |
| | Aguas Caliente-Ramal Tapacalí Aguas Abajo | 0.006 | 0.09 | 0.02 | 0.001 | 0.01 |
| | Miquilse-Aguas Arriba | 0.008 | 0.05 | 0.02 | 0.00073 | 0.01 |
| Baja | Miquilse-Aguas Abajo | 0.007 | 0.03 | 0.02 | 0.0008 | 0.01 |
| | La Playa | 0.008 | 0.05 | 0.04 | 0.00136 | 0.01 |

Fuente: Estudio de Calidad de los Recursos Hídricos de la subcuenca del Río Tapacalí, 2013.

La concentración máxima de aluminio de las muestras de agua superficial fue de 0,008 mg/L en los sitios de muestreo Miquilse-Aguas Arriba y La Playa, valor mucho menor a 0,05 mg/L como valor recomendado por la Comunidad Económica Europea (CEE, 2008) y muy por debajo de 0,2 mg/L como valor máximo admisible por la CEE (2008) y la Norma Regional CAPRE (2001) para agua de consumo humano y también por debajo de 1 mg/L que es el valor normado para agua destinados a uso agropecuarios, Categoría 2 (NTON 05 007-98).

De los cinco sitios de agua superficial muestreados, cuatro sitios de muestreo presentan concentraciones de hierro total por debajo de 0,09 mg/L y sólo en el sitio de muestreo Aguas Caliente-Ramal Tapacalí-Aguas Arriba se tiene una concentración de 0,3 mg/L; este valor es igual al máximo admisible de 0,3 mg/L para agua de consumo humano (Norma Regional CAPRE, 2001) y agua destinada a uso doméstico o industrial (Categoría 1A, NTON 05 007-98). Este valor de concentración de hierro total puede deberse a la presencia de material en suspensión que es arrastrado por alguna escorrentía. Todos los valores de hierro total en las muestras de agua superficial están por debajo de 1 mg/L, como valor recomendado para agua de uso agropecuario, Categoría 2 y son mucho menores a 3 mg/L para agua de uso doméstico o industrial previo tratamiento (Categoría 1B) (NTON 05 007-98).

Las concentraciones de manganeso en las muestras de agua superficial fueron menores a 0,04 mg/L y por tanto no exceden a 0,1 mg/L como valor recomendado y 0,5 mg/L como valor máximo admisible para agua potable (Norma Regional CAPRE, 2001) y para agua de uso doméstico o industrial (Categoría 1) y agropecuario (Categoría 2) (NTON 05 007-98).

La máxima concentración de arsénico medida en las muestras de aguas superficiales fue de 1,36 µg/L (0,00136 mg/L) valor inferior a los 10 µg/L (0,01 mg/L) como valor máximo admisible para agua de consumo humano, (Norma Regional CAPRE, 2001) y por debajo de 50 µg/L (0,05 mg/L) para agua de uso agropecuario (Categoría 2) (NTON 05 007-98). El arsénico es introducido en las fuentes de aguas superficiales por la disolución de minerales y menas que existen de forma natural.

Las concentraciones de plomo total están por debajo del límite de detección (< 0,01 mg/L) y por tanto son menores al valor máximo admisible de plomo total el cual es de 0,01 mg/L (Norma Regional CAPRE, 2001) para agua potable y para agua de uso doméstico o industrial (Categoría 1A). También las aguas se encuentran por debajo del valor de 0,05 mg/L para aguas de uso agropecuario (Categoría 2A) (NTON 05 007-98).

Todas las concentraciones de los metales pesados en las muestras de aguas superficiales se encuentran muy por debajo de los valores recomendados y máximos admisibles para agua de consumo humano de la Norma Regional CAPRE y de los valores normados para agua de uso doméstico o industrial (Categoría 1) y agropecuario (Categoría 2) (NTON 05 007-98).

Cuadro 39. Valores de concentración de nitratos, nitritos y amonio determinados a las muestras de agua superficial en cinco sitios de muestreo en la subcuenca del Río Tapacalí.

| Zona Altitudinal | Nombre del Sitio | Nitratos (mg/L) | Nitritos (mg/L) | Amonio (mg/L) | Fósforo Total (mg/L) |
|------------------|--|-----------------|-----------------|---------------|----------------------|
| Media | Aguas Caliente-Ramal Tapacalí-Aguas Arriba | 4,4 | 0,05 | 0,02 | 0,085 |
| | Aguas Caliente-Ramal Tapacalí-Aguas Abajo | 3,2 | 0,01 | 0,04 | 0,092 |
| | Miguilse-Aguas Arriba | 3,1 | 0,02 | 0,02 | 0,037 |
| | Miguilse-Aguas Abajo | 3 | 0,09 | 0,02 | 0,059 |
| Baja | La Playa | 9,1 | 0,03 | 0,08 | 0,146 |

Fuente: Estudio de Calidad de los Recursos Hídricos de la subcuenca del Río Tapacalí, 2013.

La máxima concentración de nitratos determinada en las muestras de agua superficial fue de 9,1 mg/L en el sitio de muestreo La Playa, este valor es mucho menor a 25 mg/L como valor recomendado y a 45 mg/L como valor máximo admisible en aguas de consumo humano (Norma Regional CAPRE, 2001).

En aguas aireadas, los nitritos son fácilmente oxidados a nitratos, por lo que comúnmente hay poco nitritos en el agua superficial como ocurre en las fuentes de agua superficial muestreadas, donde el valor de concentración más alta de nitritos encontrada fue de 0,09 mg/L, estando por debajo de 0,1 mg/L como valor recomendado y de 1 mg/L como valor máximo admisible para agua potable (Norma Regional CAPRE, 2001).

Ambos valores de concentraciones de nitratos y nitritos son menores a los 10 mg/L como valor normado para nitratos y nitritos en aguas de uso doméstico o industrial, Categoría 1 (NTON 05 007-98).

Las concentraciones de amonio de las muestras de agua superficial en su mayoría se encuentran por debajo de 0,04 mg/L, la cual es menor a 0,05 mg/L como valor recomendado y 0,5 mg/L como valor máximo admisible para agua potable (Norma Regional CAPRE, 2001). El valor de concentración de amonio de la muestra de agua superficial del sitio de muestreo La Playa excede el valor recomendado de amonio, ya que se encontró una concentración de amonio de 0,08 mg/L, lo que indica posible contaminación de éstas agua por actividad agrícola, o ganadera o deposiciones humanas; ya que en estos sitios algunos pobladores se bañan y lavan ropa.

Los valores de concentración de fósforo total (0,037 mg/L a 0,146 mg/L) de todas las muestras de agua superficial se encuentran por debajo de 0,4 mg/L como valor recomendado y de 5 mg/L como valor máximo admisible (Norma Regional CAPRE, 2001). La concentración de fósforo disuelto de todas las fuentes, natural o antropogénica, está generalmente presente en bajas concentraciones alrededor de 0,1 mg/L o menos (Weiner, 2000). La presencia de fósforo puede deberse a heces de ganado que son depositadas en la proximidad o en la corriente debido a que no existe control sobre estas actividades, las cuales al ser manejadas de manera inadecuada generan fuentes de contaminación puntual. Otra contribución a la concentración de fósforo es la aplicación de fertilizantes en áreas agrícolas aledañas a las corrientes, los que son arrastrados por las escorrentías y por la aguas grises producidas por la práctica del lavado de ropa directamente en las fuentes que es muy común en las zonas rurales en los sitios de muestreo.

En las muestras de agua superficial se encontró un rango de concentración bacteriana de coliformes termotolerantes de $5,1 \times 10^1$ NMP/100 mL a $6,1 \times 10^1$ NMP/100 mL, lo cual está de acuerdo a las concentraciones de nitrato y amonio encontradas en esas aguas. El valor recomendado (Negativo) de la Norma Regional CAPRE (2001) para agua de consumo humano es excedido lo cual puede deberse a heces de origen animal o humano. Los cinco sitios muestreados presentan valores de coliformes termotolerantes por debajo del valor normado para agua de uso agropecuario, Categoría 2 (Menor a 1000 NMP/100 mL) (NTON 05 007-98).

Cuadro 40. Valores de concentración de Coliformes Termotolerantes determinados a las muestras de agua superficial en cinco sitios de muestreo en la subcuenca del Río Tapacalí.

| Zona Altitudinal | Nombre del Sitio | Coliformes Termotolerantes (NMP/100 mL) |
|------------------|--|---|
| Media | Aguas Caliente-Ramal Tapacalí-Aguas Arriba | $5,1 \times 10^1$ |
| | Aguas Caliente-Ramal Tapacalí-Aguas Abajo | $6,1 \times 10^1$ |
| | Miguilse-Aguas Arriba | Negativo |
| | Miguilse-Aguas Abajo | Negativo |
| Baja | La Playa | $5,2 \times 10^1$ |

Fuente: Estudio de Calidad de los Recursos Hídricos de la subcuenca del Río Tapacalí, 2013.

Las fuentes superficiales presentan el tipo hidroquímico bicarbonatado-cálcico-magnésico ($\text{HCO}_3\text{-Ca-Mg}$) lo cual indica que las corrientes drenan zonas cuya formación rocosa es predominante caliza.

La determinación de plaguicidas organoclorados (13 analitos) se realizó sólo en los cuerpos de aguas superficiales donde hay actividad agrícola. Se detectó Dieldrín (1,8 ng/L) solamente en el sitio de muestreo Aguas Caliente-Río Tapacalí Aguas Abajo en concentraciones por encima del límite de detección del método (Cromatografía Líquida) correspondiente (0,25 ng/L) pero menor a 30 ng/L para agua de consumo humano (Norma Regional CAPRE, 2001; WHO, 2008) y por debajo de 4 ng/L para la vida acuática (CCME, 2003). En este sitio de muestreo había siembra de maíz, y tomate. En todos los otros sitios de muestreos los plaguicidas organoclorados se encuentran por debajo de los límites de detección.

Cuadro 41. Parámetros que están fuera de lo normado para cada sitio muestreado en la subcuenca del Río Tapacalí de acuerdo al Agua Tipo 1.

| Tipo de Zona | Nombre y Tipo del Recurso Hídrico | Parámetros que exceden los Valores Normados del Agua Tipo 1 | |
|---------------|---|---|----------------------|
| | | Categoría 1A | Categoría 1B |
| Alta | La Caguasca-Casa-Honduras (Mn) | Oxígeno Disuelto, Color, Turbiedad, Hierro | Oxígeno Disuelto |
| | La Caguasca-Naciente-Honduras (Mn) | Oxígeno Disuelto, Color, Turbiedad, Hierro | Oxígeno Disuelto |
| | Santa Rita-Pila-Honduras (Mn) | Oxígeno Disuelto, Color, Turbiedad, Hierro | Oxígeno Disuelto |
| | Santa Rita-Grifo-Honduras (Mn) | Oxígeno Disuelto, Color, Turbiedad, Hierro | Oxígeno Disuelto |
| | Santa Rita-Ojo de Agua-Honduras (Mn) | Oxígeno Disuelto, Color, Turbiedad, Hierro | Oxígeno Disuelto |
| | Las Mesas de Cacamuyá-Grifo-Honduras (PE) | Oxígeno Disuelto, pH | Oxígeno Disuelto, pH |
| | La Montaña: Las Mesas-Naciente-Honduras (Mn) | Oxígeno Disuelto | Oxígeno Disuelto |
| | San José de Cusmapa (PE) | Oxígeno Disuelto, Color, Turbiedad, Hierro | Oxígeno Disuelto |
| | San José de Cusmapa-Salida (PE) | Oxígeno Disuelto, Turbiedad | Oxígeno Disuelto |
| Media | Aguas Caliente-Ramal Tapacalí-Aguas Arriba (As) | Color, Turbiedad, Hierro | |
| | Aguas Caliente-Ramal Tapacalí-Aguas Abajo (As) | Color, Turbiedad | |
| | Termal Aguas Caliente (Mn) | | |
| | Miquilse-Afloramiento (Mn) | Oxígeno Disuelto, Turbiedad | Oxígeno Disuelto |
| | Miquilse-Grifo Comunal (Mn) | Oxígeno Disuelto | Oxígeno Disuelto |
| | Miquilse-Aguas Arriba (As) | Turbiedad | Oxígeno Disuelto |
| | Miquilse-Aguas Abajo (As) | | Oxígeno Disuelto |
| | El Mojón (PP) | Oxígeno Disuelto, Hierro | Oxígeno Disuelto |
| | Las Sabanas-ENACAL (PP) | Oxígeno Disuelto | Oxígeno Disuelto |
| | Escuela José del Carmen Suazo (PP) | Oxígeno Disuelto | Oxígeno Disuelto |
| | Quebrada Mangas Verde (Mn) | Oxígeno Disuelto, Color, Turbiedad | Oxígeno Disuelto |
| El Rodeo (PE) | Oxígeno Disuelto | Oxígeno Disuelto | |
| Baja | La Playa (As) | | |
| | Asentamiento Tablón 1 (PE) | Oxígeno Disuelto, pH | Oxígeno Disuelto |
| | Asentamiento Tablón 2 (PE) | Oxígeno Disuelto, Turbiedad | Oxígeno Disuelto |
| | Aduana El Espino (PP) | Oxígeno Disuelto | Oxígeno Disuelto |

Fuente: Estudio de Calidad de los Recursos Hídricos de la subcuenca del Río Tapacalí, 2013.

En la Categoría 1A, los parámetros de las muestras de agua que sobrepasan los valores normados son mayormente: oxígeno disuelto, color, turbiedad, pH y hierro total, por lo que no se pueden considerar éstas aguas para uso doméstico o industrial con sólo aplicar un proceso de desinfección como lo estipula la NTON 05 007-9, ya que se necesita de otros tratamientos diferentes para su potencial uso. El agua de los sitios de muestreo La Playa, Miquilse Aguas Abajo y Termal Aguas Calientes son las únicas aguas que necesitan solamente de desinfección de acuerdo a la Normativa.

Al comparar los resultados de los parámetros con los valores normados en la Categoría 1B, sólo el oxígeno disuelto no cumple con lo normado ya que éste debe de ser mayor a 4 mg/L. Estas aguas requieren de tratamiento convencional según la misma NTON; ameritando un proceso de aireación previo al tratamiento principal para poder disponer de ellas para el uso doméstico o industrial.

Cuadro 42. Parámetros que están fuera de lo normado para cada sitio muestreado en la subcuenca del Río Tapacalí de acuerdo a los valores recomendados por la Norma Regional CAPRE para agua de consumo humano.

| Zona Altitudinal | Nombre y Tipo del Recurso Hídrico | Parámetros que Exceden los Valores Recomendados por la Norma Regional CAPRE |
|------------------|---|---|
| Alta | La Caguasca-Casa-Honduras (Mn) | Turbiedad, Color, Hierro |
| | La Caguasca-Naciente-Honduras (Mn) | Turbiedad, Color, Hierro |
| | Santa Rita-Pila-Honduras (Mn) | Turbiedad, Color, Hierro |
| | Santa Rita-Grifo-Honduras (Mn) | Turbiedad, Color, Hierro |
| | Santa Rita-Ojo de Agua-Honduras (Mn) | Turbiedad, Color, Hierro |
| | Las Mesas de Cacamuyá-Grifo-Honduras (PE) | Turbiedad, Color, pH*, Hierro |
| | La Montaña: Las Mesas-Naciente-Honduras (Mn) | Turbiedad, Color, pH*, Cloruros, Hierro |
| | San José de Cusmapa (PE) | Turbiedad, Color, Cloruros, Hierro, Amonio, Coliformes Termotolerantes |
| | San José de Cusmapa-Salida (PE) | Turbiedad, Color, Hierro, Amonio, Coliformes Termotolerantes |
| Media | Aguas Caliente-Ramal Tapacalí-Aguas Arriba (As) | Turbiedad, Color, Cloruros, Hierro, Coliformes Termotolerantes |
| | Aguas Caliente-Ramal Tapacalí-Aguas Abajo (As) | Temperatura, Turbiedad, Color, Cloruros, Coliformes Termotolerantes |
| | Termal Aguas Caliente (Mn) | Turbiedad, Color, Cloruros, Amonio, Coliformes Termotolerantes |
| | Miquilse-Afloramiento (Mn) | Turbiedad, Color, pH*, Amonio, Coliformes Termotolerantes |
| | Miquilse-Grifo Comunal (Mn) | Turbiedad, Color |
| | Miquilse-Aguas Arriba (As) | Temperatura, Turbiedad, Color, Cloruros |
| | Miquilse-Aguas Abajo (As) | Temperatura, Cloruros |
| | El Mojón (PP) | Turbiedad, Color, pH*, Hierro |
| | Las Sábana-ENACAL (PP) | |
| | Escuela José del Carmen Suazo (PP) | Turbiedad, Color, Cloruros |
| | Quebrada Mangas Verde (Mn) | Turbiedad, Color, Amonio, Coliformes Termotolerantes |
| El Rodeo (PE) | Amonio, Coliformes Termotolerantes | |
| Baja | La Playa (As) | Turbiedad, Color, Cloruros, Amonio, Coliformes Termotolerantes |
| | Asentamiento Tablón 1 (PE) | pH, Color, Conductividad |
| | Asentamiento Tablón 2 (PE) | Color, Conductividad |
| | Aduana El Espino (PP) | Turbiedad, Hierro |

Fuente: Estudio de Calidad de los Recursos Hídricos de la subcuenca del Río Tapacalí, 2013.

De todos los sitios muestreados que actualmente están suministrando agua a la población que habita en el territorio de la subcuenca, sólo el sitio de muestreo La Sabana-ENACAL se puede considerar agua de excelente calidad, ya que los parámetros de calidad evaluados se encuentran por debajo de los valores recomendados de la Norma Regional CAPRE (2001).

En el Cuadro 43 se presenta de forma cualitativa que fuentes de abastecimiento no cumplen con los valores recomendados ni máximo admisible para agua de consumo humano (Norma Regional CAPRE, 2001) y por tanto los responsables de ese servicio deben de tomar medidas para no poner en riesgo a la población que hace uso de ese servicio. Hay que señalar que fuentes como las del sitio de muestreo de San José de Cusmapa no están siendo usadas actualmente.

Cuadro 43. Parámetros de las muestras de agua que exceden los valores normados por la Norma Regional CAPRE.

| Zona Altitudinal | Nombre del Sitio | Parámetro | Valor Recomendado (VR) | Valor Máximo Admisible (VMA) |
|------------------|---|--|--|--|
| Alta | La Caguasca-Casa-Honduras (Mn) | Turbiedad Color Hierro Total | Excedido Excedido Excedido | Excedido Excedido Excedido |
| | Santa Rita-Grifo-Honduras (Mn) | Turbiedad Color Hierro Total | Excedido Excedido Excedido | Excedido Excedido Excedido |
| | Las Mesas de Cacamuyá-Grifo-Honduras (PE) | Turbiedad Color Hierro Total pH | Excedido Excedido Excedido Por Debajo | Por Debajo Por Debajo Excedido - |
| | San José de Cusmapa (PE) | Turbiedad Color Hierro Cloruros Amonio Coliformes | Excedido Excedido Excedido Excedido Excedido Excedido | Excedido Excedido Excedido Por Debajo Por Debajo Excedido |
| | San José de Cusmapa-Salida (PE) | Turbiedad Color Hierro Total Amonio Coliformes | Excedido Excedido Excedido Excedido Excedido | Excedido Por Debajo Por Debajo Por Debajo Excedido |
| Media | Miquilse-Grifo Comunal (Mn) | Turbiedad Color | Excedido Excedido | Por Debajo Por Debajo |
| | El Mojón (PP) | Turbiedad Color pH Hierro Total | Excedido Excedido Por Debajo Excedido | Por Debajo Por Debajo - Excedido |
| | Escuela José del Carmen Suazo (PP) | Turbiedad Color Cloruros | Excedido Excedido Excedido | Por Debajo Por Debajo Por Debajo |
| | El Rodeo (PE) | Amonio Coliformes | Excedido Excedido | Por Debajo Excedido |
| Baja | Asentamiento Tablón 1 (PE) | pH Color Conductividad | Excedido Excedido Excedido | - Por Debajo Excedido |
| | Asentamiento Tablón 2 (PE) | Color Conductividad | Excedido Excedido | Por Debajo Excedido |
| | Aduana El Espino (PP) | Turbiedad Hierro | Excedido Excedido | Por Debajo Por Debajo |

Fuente: Estudio de Calidad de los Recursos Hídricos de la subcuenca del Río Tapacalí, 2013.

Los sitios de muestreo Miquilse-Grifo, Escuela José del Carmen Suazo y Aduana El Espino se consideran potables, ya que sí bien es cierto que se exceden los valores recomendados para esos parámetros por la Norma Regional CAPRE (2001) no sobrepasan los valores máximos admisibles.

La presencia de parámetros como color, turbiedad y hierro total se debe a que muchos de los pozos estaban prácticamente secos ya que era el final de verano y las muestras se tomaron con el agua remanente en los pozos, la cual era de color oscura a pesar de haber llovido un poco el día previo al muestreo. Algunos pozos como los del sitio de muestreo San José de Cusmapa no se estaban utilizando ya que no había prácticamente agua, estaban llenos de hojas y ramas, sin tapas. Se observó que no hay cuidado con los recipientes que extraen agua de los pozos, están tirados en el

suelo donde los animales hacen deposiciones y por ellos la presencia de amonio y coliformes. En los manantiales muestreados en la zona alta de la subcuenca, el color y turbiedad se debe al transporte de material orgánico y suspendido por las escorrentías ya que había llovido.

Comparando los datos de calidad de los sitios muestreados con los parámetros normados para el Agua Tipo 2, Categoría 2A y 2B, se encontró que todos los parámetros evaluados se encuentran muy por debajo de los valores normados en esa categoría; por lo que estas fuentes de agua se pueden utilizar para riego de cualquier tipo de cultivo y uso pecuario.

Otros criterios que se utilizaron para determinar la calidad del agua para riego fueron la salinidad, la cual se midió a través de dos parámetros: la Conductividad Eléctrica y los Sólidos Totales Disueltos (STD) y el Índice de Absorción de Sodio (RAS) que mide la proporción de sodio, calcio y magnesio que contiene la muestra.

El rango de Conductividad Eléctrica de las muestras de agua osciló de 44,4 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 546,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y la concentración de Sólidos Totales Disueltos varió de 22,4 mg/L a 267,7 mg/L. Al comparar esos resultados con los valores del Cuadro 42, se puede decir que el riesgo de salinidad en los suelos es muy baja y por ende el agua puede ser utilizada para riego en los sitios muestreados, ya que los valores de ambos parámetros son mucho menores a 800 $\mu\text{S}/\text{cm}$ de Conductividad Eléctrica y 500 mg/L de Sólidos Totales Disueltos, como valores límites empleados para la clasificación de aguas para irrigación en base al riesgo de salinidad (Crittenden et al., 2012).

Cuadro 44. Riesgo de salinidad.

| Sólidos Totales Disueltos (STD) (mg/L) | Conductividad Eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) | Riesgo de Salinidad |
|---|--|---------------------|
| < 500 | < 800 | Bajo |
| 500-1000 | 800-1600 | Medio |
| 1000-2000 | 1600-3000 | Alto |
| > 2000 | > 3000 | Muy Alto |

Fuente: Estudio de Calidad de los Recursos Hídricos de la subcuenca del Río Tapacalí, 2013.

Los valores de Conductividad Eléctrica y RAS se graficaron en el Diagrama de Peligro de Alcalinización y Salinización del Suelo (Figura 9). Los valores de RAS para las muestras analizadas se encuentran en el rango de 0,31 a 2,52. Usando los valores de RAS y separando los valores de Conductividad Eléctrica en dos rangos: de 44,4 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 241,2 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y de 276,9 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 546,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$; se puede observar en la Figura 9 que las aguas de los sitios monitoreados se clasifican de buena calidad aptas para riego (cuadrante inferior color verde).

La mayoría de los sitios muestreados se clasifican como C1-S1, ya que los valores de Conductividad Eléctrica son menores a 250,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Las aguas del tipo C1-S1 son aguas de baja salinidad y bajo contenido de sodio; aptas para riego en todos los casos. Altas concentraciones de sodio afecta la permeabilidad de los suelos y causa problemas de infiltración debido a que el sodio se intercambia con otros iones como el calcio y el magnesio, provocando la dispersión y desagregación del suelo; volviéndose los suelos duros y compactos, lo cual reduce la infiltración de agua y aire en los poros

que conforman la matriz del suelo. Los cultivos sensibles al sodio son: el almendro, aguacate, frutales de hueso y cítricos (Lenntech, sf).

En los sitios de muestreo Termal de Aguas Calientes, Asentamiento Tablón 1 y Asentamiento Tablón 2, donde el valor de Conductividad Eléctrica es superior a 250 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pero inferior a 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, se clasifican como C2-S1, por lo tanto son aguas de salinidad media y bajo contenido de sodio; aptas para riego.

El análisis de las muestras de agua en los sitios de muestreo realizados en la subcuenca del Río Tapacalí, nos indica lo siguiente:

- ✓ La mayoría de las aguas de los sitios muestreados necesitan de tratamientos previos para eliminar problemas de Color, Turbiedad, Hierro, Amonio y Coliformes Termotolerantes; ya que estos parámetros exceden los valores recomendados y máximo admisibles de la Norma de Calidad de Agua para consumo humano (Norma Regional CAPRE) y la Normativa Técnica Obligatoria Nicaragüense para agua de uso domésticos o industrial (Categoría 1A) (NTON 05 007-98).

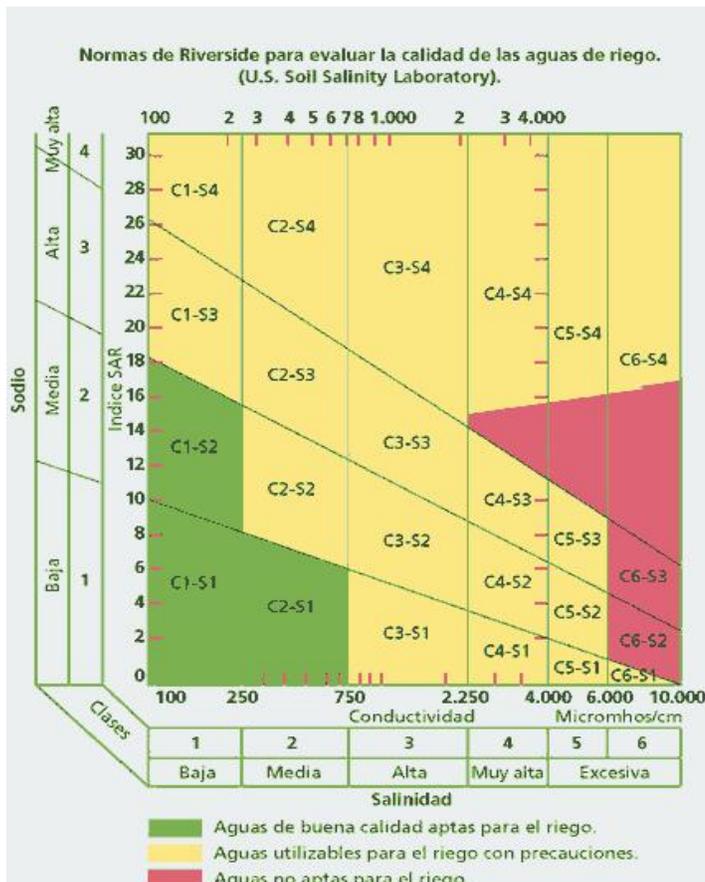


Figura 9. Normas para evaluar la calidad de las aguas de riego. Fuente: US Salinity Laboratory Staff, 1954.

- ✓ Los valores de parámetros como pH, Dureza Total, Conductividad Eléctrica, Sólidos Totales Disueltos, Sulfatos, Fluoruros, Fósforo, Nitratos y Nitritos no exceden los valores recomendado y máximo admisible para agua de consumo humana de la Norma Regional CAPRE.
- ✓ Todas las concentraciones de los metales pesados (Aluminio, Arsénico, Plomo, Manganeso) en las muestras de aguas se encuentran muy por debajo de los valores recomendados y máximos admisibles para agua de consumo humano de la Norma Regional CAPRE y de los valores normados para agua de uso doméstico o industrial (Categoría 1) y agropecuario (Categoría 2) (NTON 05 007-98). La excepción es el hierro total, el cual excede los valores normados de la Norma Regional CAPRE y de la Categoría 1A de la NTON 05 007-98.

- ✓ El riesgo de contaminación de los recursos hídricos de la subcuenca por plaguicidas organoclorados es muy bajo, ya que las concentraciones determinadas en las muestras de agua son mucho menores a los valores regulados para aguas de consumo humano y para la vida acuática; por lo tanto aún no hay ningún riesgo significativo para la salud de la población.
- ✓ Las fuentes de agua monitoreadas pueden ser utilizadas para irrigación, ya que al comparar los datos de los parámetros evaluados con los valores normados para agua de uso agropecuario (NTON 05 007-98) se encuentran por debajo de los valores estipulados. Además estas aguas muestran baja salinidad y bajo contenido de sodio por lo que son aptas para todo cultivo.
- ✓ El tipo hidroquímico predominante en las muestras de aguas es el tipo bicarbonato-cálcico-magnésico lo que indica recarga reciente en las zonas.
- ✓ Los impactos más significativos en el deterioro de la calidad del agua son el fecalismo humano y por ganado, poniendo en riesgo la salud de los consumidores.
- ✓ Aunque las concentraciones de los nutrientes están aún por debajo de los valores normados, su presencia indica el aporte de fuentes puntuales de contaminación que deben de ser monitoreadas.
- ✓ Los problemas referentes a la calidad del agua son muy similares en las tres zonas altitudinales de la subcuenca en las cuales se tomaron muestras de agua.

▪ **Hidrogeología**

De acuerdo al estudio de Mapificación Hidrogeológica de la Región Central de Nicaragua, realizado por el INETER (2000); la subcuenca forma parte de la Provincia Ignimbrítica, Zona de Transición Montañosa Central y Graben de Nicaragua.

En la subcuenca no se encuentran acuíferos de gran importancia hidrogeológica, debido a que el medio geológico está formado por rocas de baja permeabilidad secundaria y transmisibilidad de baja a media. Sin embargo, la existencia de fallas y fracturas originan acuíferos colgados que forman numerosos manantiales en diferentes cotas topográficas.

En el perfil geológico de los pozos existentes en la subcuenca se puede apreciar que la estratigrafía del medio en los primeros estratos de 0 a 5 pulgadas es arcilla, de 5 a 140 pulgadas es toba, y de 140 a 250 pulgadas el material encontrado corresponde a bolones, esto se presenta en todos los sitios perforados.

Los pozos excavados a mano han sido hechos por los habitantes y con recursos propios, aunque en algunos casos la población ha sido apoyada por ONGs, FISE, ENACAL-COSUDE, Alcaldías Municipales y la misma población a través de los Comités de Agua Potable y Saneamiento (CAPS).

En los pozos excavados la profundidad del agua con respecto al nivel del terreno varía de 1.41 metros (pozo ubicado en San José de Cusmapa) a 11.48 metros (pozo localizado en la comunidad La Playa). En cambio en los pozos perforados, la profundidad varía de 10.7 a 40 metros, este es el caso de los pozos perforados ubicados en la comunidad La Playa.

En la comunidad El Tablón se localiza un pozo perforado por COSUDE en el año 2000, sin embargo este no pudo medirse ya que no cuenta con tubo piezómetro que permita realizar la medición de niveles.

En las comunidades El Mojón, Quebrada Honda y La Fuente, el FISE ha perforado varios pozos, a estos se les ha puesto bombas de mecate, cuando estas se dañan la población queda sin acceso a agua.

El relieve accidentado que caracteriza el territorio de la subcuenca, el alto grado de descomposición (hasta arcillas) que presentan algunas rocas y la deforestación intensiva que ha sufrido la parte alta, son factores limitantes para la alimentación de las zonas de recarga hídrica, la existencia de suelos antiguos sepultados (paleosuelos), y de rocas altamente meteorizadas (descompuestas), separados por capas de rocas frescas y fracturadas, originan acuíferos colgados; que forman numerosos manantiales en diferentes alturas topográficas y que sirven de suministro de agua potable a pequeñas comunidades.

Mediante las pruebas de bombeo realizadas, se logró obtener información de los caudales existentes, los cuales varían de 5 a 50 gpm (galones por minuto), sin embargo, el tipo de material consolidado existente en la zona no permite obtener un buen potencial de agua subterránea, ejemplo de esto se presentó en dos pozos perforados ubicado en las comunidades La Fuente y Quebrada Honda; donde no se pudo sacar agua, han sido improductivos; es decir no presentan caudal para ser aprovechados. En un segundo pozo localizado en la comunidad La Fuente se logró obtener 5 gpm, caudal que permite el abastecimiento de agua a pequeñas comunidades, estos caudales son comunes en la zona, sin embargo el manejo y mantenimiento de los mismos propicia la falta de agua (ver anexo de Perfiles de Pozos existentes).

En el Mapa Hidrogeológico se observa que la mayoría de los pozos perforados se localizan en posibles sitios de fallas y fracturas.

El sistema de recarga y descarga de las aguas subterráneas puede asumirse como un movimiento discontinuo hacia las partes más bajas a través de fallas. Este sistema, se encuentra con barreras geológicas que obligan al agua subterránea a descargar y formar manantiales que sirven de suministro de agua potable y a la vez forman los ríos existentes en la zona.

La mayor concentración del agua subterránea, se mueve en el sistema de fracturas y fallas, lo cual permite la formación de manantiales y esto a su vez forman quebradas que descargan al Río Tapacalí.

El volumen de recarga en el medio hidrogeológico es de 7 mmca (millones de metros cúbicos anuales), el cual compensa la extracción realizada (0.50 mmca) y se podría aprovechar al menos el 60% de este valor (4.2 mmca) bajo manejo racional.

Las mayores extracciones corresponden a uso potable/doméstico, donde el pozo de ENACAL que abastece a la población del municipio de San José de Cusmapa es una fuente de gran importancia por su ubicación y aprovechamiento del recurso.

Para optimizar el uso de los recursos hídricos que posee la subcuenca (capital hídrico) se recomienda implementar las siguientes medidas:

- ✓ Efectuar mediciones mensuales del nivel del agua en los pozos excavados y perforados.
- ✓ Monitorear sistemáticamente los caudales de bombeo de cada uno de los pozos y/o definir una red hidrológica e hidrogeológica.
- ✓ Delimitar un área de protección de 25 metros de radio en pozos cuyo uso sea para agua potable, con restricciones de acceso, excepto para su operación y mantenimiento. Esta debe incluir un lindero de concreto para evitar la entrada de cualquier contaminante.
- ✓ Cuando se decida perforar pozos, se debe analizar en detalle las características hidrogeológicas del sitio, además de realizar geofísica que permita definir con mayor confiabilidad el sitio de perforación.
- ✓ Diseñar e implementar un Programa de Educación Ambiental Comunitario que involucre a las autoridades municipales, entidades gubernamentales, ONGs y usuarios y usuarias del agua; con el propósito de promover Cultura y Ética Hídrica e Hidrosolidaridad que contribuya a un mejor cuidado de los recursos hídricos de la subcuenca.
- ✓ Mejorar las zonas de recarga hídrica de los acuíferos a través de un ordenamiento y reforestación de las áreas afectadas, en las orillas y márgenes del Río Tapacalí y sus afluentes (bosque de galería/ripario), así como en la parte alta de la subcuenca; para prevenir la erosión y sedimentación y aumentar la infiltración.

▪ **Geomorfología**

El territorio de la subcuenca se caracteriza por ser montañoso y abrupto, con elevaciones topográficas que sobrepasan los 1500 msnm en la parte alta hasta los 1600 msnm hacia el sur del área; y con pendientes fuertemente accidentadas resultado de un sistema de fracturas y fallas.

Topográficamente el área de la subcuenca se localiza en una región donde prevalecen altas elevaciones y cerros importantes que sirven de parte-agua natural o divisor topográfico.

Debido a que en la subcuenca predomina un relieve montañoso, el efecto de la vegetación ha sido fundamental; además de aportar materia orgánica, los protege de la erosión, permitiendo el desarrollo de los suelos y su equilibrio ante los factores del medio. Sin embargo, en la actualidad el acelerado ritmo de deforestación los ha dejado desprotegidos, pudiendo presentarse tasas de pérdidas de suelos de un centímetro por año o más, que supera en mucho la tasa promedio de formación de un centímetro en un período de 100 años; esto nos indica que de no recuperarse la cobertura vegetal y mejorar las prácticas de manejo de suelos, éstos se van a degradar.

Los relieves colinado y montañoso, con pendientes mayores a 15% en la mayor parte del territorio de la subcuenca, favorecen la erosión de los suelos, por tanto determina la existencia de áreas que pierden suelos y áreas donde éstos se depositan. Esta característica permite establecer un cierto modelo de distribución: en la cima y parte alta de la ladera los suelos tienen poco desarrollo, son poco profundos sin o con escasa diferenciación de horizontes; mientras que en la parte media de la ladera y el pie de monte (superficies deposicionales) los suelos tienden a ser profundos, con un mayor desarrollo de horizontes.

Entre los principales accidentes geográficos que se localizan en el territorio de la subcuenca, figuran los siguientes: Loma La Flor, Montaña El Salamar, Loma El Morroñoso, El Júcaro, Loma La Duma, Loma El Pelón, Loma de Enmedio, Llano La Mesa, El Porvenir, Loma Las Gallinas, Loma La Aceituna, Loma El Común, Montaña de Las Moras, Loma Monte Redondo, Llano Florentín, Estrechura, Llano Mesa Grande, La Mesita, Mesa Asanda, La Insula, Llano Alaupe, La Meseta, Cerro Los Anices, Loma Las Banquetas, Loma El Mojoncito, El Duende.

De acuerdo a la información facilitada por los colaboradores claves que participaron en el Taller Participativo de Diagnóstico Comunitario, los principales accidentes geográficos que existen en la subcuenca se presentan en el Cuadro 45.

Las pendientes en la subcuenca varían ampliamente, se diferencian siete rangos de pendiente. Las condiciones topográficas en cuanto a la forma del terreno y la pendiente de los suelos indican que las pendientes dominantes son las del rango del 15 al 30% (fuertemente ondulada), distribuidas en la parte media-alta, las cuales representan el 35.6% del área total de la subcuenca.

Los terrenos con pendiente escarpada a muy escarpada (mayor de 30%), ocupan el 25.6% (40.18 km²) y se distribuyen en la parte alta. En cambio los terrenos con pendiente plana a suavemente ondulada (0 - 8%), constituyen el 17.2% (27.03 km²) del área total y se distribuyen en la parte baja; y el 21.5% corresponden a pendientes onduladas (8 - 15%).

Cuadro 45. Principales accidentes geográficos localizados en el territorio de la subcuenca del Río Tapacalí.

| Zona Altitudinal | Comunidad | Nombre de cerros y montañas |
|--------------------|-----------------|---|
| PARTE ALTA | El Rodeo | Don Pancho, Buena Vista (conocido anteriormente como Volcancito), La Piedrecita |
| | Los Llanitos | Chalío |
| | Buena Vista | El Aguacatal, La Patasta |
| | Quebrada Honda | La Comuna, La Futura |
| | Miramar | La Montañita, La Alianza |
| | Oruse | La Cueva del Gigante, Dagoberto, La Ínsula, Chaguitillo |
| | El Cipián | El Aguacatal, La Palma y El Turión |
| | Santa Rita | El Saray, El Caracol, La Joya, El Bejuca, El Picacho |
| PARTE MEDIA | Las Mesas | La Caguasca, Los Araditos, La Montaña, El Matadero |
| | Las Victorias | El Macho, El Hospital |
| | Miquilse | La Montañita, La Lima, Los Planes, Sabana Honda, El Limón |
| | Mal Paso | El Pilón, El Junco, La Trinchera, La Duma, La Loma |
| | El Mojón | El Aguacate |
| | La Fuente | El Duende, Loma Atravesada, Los Encinos, Las Barbasquera |
| PARTE BAJA | Gualiqueme | Los Araditos, El Espejo, El Tuerto, La Protesta, El Bosque, El Calavoz, El Caracao, La Manzana, La Gallina, La Novedad, La Cruz, La Cueva del Duende, Altamira, El Copete, El Muco, Cerro Grande y El Comando |
| | La Playa | Campanas, El Morroñoso, Las Culebras, La Barranca, Jazmin, Badondo |
| | El Tablón | Cerro Grande, Cerro Colorado |
| | El Espino | Cordillera de montañas La Corredera, Montaña fronteriza El Gobernador |
| | Aguas Calientes | La Mesa, El Uno, El Ojochal, El Jobo, La Gallina, Loma de Enmedio, La Arrinconada, El Ojoche |

Fuente: El autor a partir de información facilitada por los colaboradores claves que participaron en los Talleres Participativos de Diagnóstico Comunitario, 2013.

Cuadro 46. Clase y rangos de pendiente predominantes en la subcuenca del Río Tapacalí.

| Clase de topografía | Rango de pendiente | Área | | |
|----------------------|--------------------|-----------------|--------------|------------|
| | | Km ² | Ha | % |
| Plana | 0 - 2 | 2.65 | 265 | 1.7 |
| Ligeramente Plana | 2 - 4 | 6.66 | 666 | 4.2 |
| Suavemente Ondulada | 4 - 8 | 17.72 | 1772 | 11.3 |
| Ondulada | 8 - 15 | 33.77 | 3377 | 21.5 |
| Fuertemente Ondulada | 15 - 30 | 55.93 | 5593 | 35.6 |
| Escarpada | 30 - 45 | 28.00 | 2800 | 17.8 |
| Muy Escarpada | > 45 | 12.18 | 1218 | 7.8 |
| Total | | 156.91 | 15691 | 100 |

Fuente: Estudio de Calidad de Suelos de la subcuenca del Río Tapacalí, 2013.

4.2.5. Análisis de vulnerabilidad a eventos naturales extremos

La vulnerabilidad es el grado de daño que se espera causará una amenaza particular; implica tanto la susceptibilidad al daño físico y económico, como también a la falta de recursos para una recuperación rápida. Representa las características y circunstancias de una comunidad, sistema o bien que los hacen susceptibles a los efectos dañinos de una amenaza (EIRD, 2007). Es el factor de riesgo interno de un elemento o grupo de elementos expuestos a una amenaza. Corresponde a la predisposición o susceptibilidad física, económica, política o social que tiene una comunidad de ser

afectada o de sufrir efectos adversos en caso de que se manifieste un fenómeno peligroso de origen natural, socio natural o antropogénico.

▪ **Sequía**

El territorio de la subcuenca se ubica aledaño a la zona de menores acumulados de precipitación media anual conocida como Zona Seca de Nicaragua, por lo que es una zona propensa a ser afectada por sequía.

La amenaza alta de sequía meteorológica se presenta en la parte sur y alta, se distribuye en el 4.6% (720 hectáreas) del territorio y afecta a la comunidad Los Llanitos y casco urbano del municipio de San José de Cusmapa. En esta zona de la subcuenca las anomalías promedio de precipitación cuando se presenta la sequía oscila alrededor del 37% por debajo de la normal histórica. No obstante, debido a que el acumulado anual de precipitación en esta zona es de alrededor de 1723 milímetros, la reducción debido al impacto de la variabilidad climática significaría tener un acumulado alrededor de 1100 milímetros, aunque aparentemente esta cantidad de precipitación bien distribuida durante los meses del período lluvioso no afectaría el desarrollo normal de los cultivos; hay que tener en cuenta que la distribución presenta una distribución irregular en el sitio, así mismo las elevaciones por encima de los 1200 msnm (característico de esta parte de la subcuenca) hacen que el escurrimiento del agua precipitada sea mayor debido a la pendiente, haciendo que los efectos sobre las actividades agropecuarias sean considerables, sumado a este efecto de reducción de la precipitación se suma la frecuencia con que se presenta la sequía en la zona (una de cada dos años), por lo que esta parte de la subcuenca se caracteriza por presentar una alta amenaza a la sequía.

La categoría de amenaza media a sequía se presenta en la parte sureste, representa el 42.3% (6633 hectáreas) del área total de la subcuenca; y afecta a doce comunidades (El Espino, La Playa, El Tablón, El Mojón, Buena Vista, La Fuente, El Rodeo, Las Victorias, Quebrada Honda, Gualiqueme, Las Mesas y Santa Rita). En esta zona de la subcuenca, las precipitaciones oscilan entre los 1600 milímetros en la comunidad La Fuente y Santa Rita y los 1100 milímetros en las comunidades de La Playa, El Tablón y El Espino; con anomalías promedio de precipitación que oscilan alrededor del 32% por debajo de la normal histórica. Lo que significa tener acumulados de lluvia entre 1088 y 748 milímetros cuando se presenta la sequía.

La categoría de amenaza baja a sequía representa el 53.1% (8340 hectáreas) del área total de la subcuenca. Se presenta en la parte central y oriental del territorio, afecta las comunidades Mal Paso, Aguas Calientes, Miquilse, Oruse, El Cipián, y Miramar. En estas zonas las precipitaciones oscilan entre los 1200 milímetros en las comunidades Miquilce y Aguas Calientes, y 900 milímetros la zona nororiental; las anomalías promedio de precipitación cuando se presenta un evento de sequía oscilan alrededor del 27% por debajo de la normal histórica. En el caso de presentarse un evento de sequía significa tener acumulados de lluvia entre 876 y 666 milímetros. En estas zonas la frecuencia de aparición de la sequía es de aproximadamente una vez cada dos años y medio; sin embargo debido a que los acumulados en dichas zonas son menores que en el resto de la subcuenca, los déficit de lluvia producen efectos considerables si no

se toman acciones para mitigar los efectos en las actividades agropecuaria y de abastecimiento de agua para consumo humano, situación que podría ser más dañina si tenemos en cuenta que nos encontramos ante efectos producidos por el Cambio Climático. Cabe destacar que los municipios de Somoto, Las Sabanas, San José de Cusmapa y San Lucas cuentan con Estrategias Municipales de Adaptación al Cambio Climático.

En base a las encuestas realizadas a los habitantes de la subcuenca, se determinó que los efectos de la sequia son considerables, manifiestan que los meses mayormente afectados con déficit de lluvia son julio agosto, septiembre y octubre, incidiendo para que el período canicular sea entre moderado y severo, afectando la cosecha de primera y postrera por la salida temprana del invierno, lo que se traduce en una baja en los rendimientos de los cultivos tradicionales de la zona.

Independientemente de que la sequia sea débil, moderada o severa en un determinado año, los efectos son mayores debido a que no se toman en cuenta las medidas adecuadas de adaptación ante el fenómeno; de igual forma influyen las condiciones socioeconómicas de las poblaciones que habitan en las comunidades afectadas por este evento climático.

Cuadro 47. Distribución de las categorías de amenaza a Sequía Meteorológica en la subcuenca del Río Tapacalí.

| Categoría de Amenaza | Área | | | Comunidades afectadas |
|----------------------|-----------------|--------------|------------|--|
| | Km ² | Ha | % | |
| Alta | 7.2 | 720 | 4.6 | Los Llanitos, Casco Urbano de San José de Cusmapa |
| Media | 66.33 | 6633 | 42.3 | El Espino, La Playa, El Tablón, Las Mesas, Santa Rita, El Mojón, Buena Vista, La Fuente, El Rodeo, Las Victorias, Quebrada Honda, Gualiqueme |
| Baja | 83.4 | 8340 | 53.1 | Mal Paso, Aguas Calientes, Miquilse, Oruse, El Cipián, Miramar |
| Total | 156.93 | 15693 | 100 | |

Fuente: Estudio de Amenaza a Sequía de la subcuenca del Río Tapacalí, 2013.

▪ **Canícula**

En la parte alta de la subcuenca, normalmente el período canicular tiene un comportamiento severo, iniciando en la primera decena de julio y extendiéndose hasta la segunda decena de agosto, con un período aproximado de 52 días. Este comportamiento se manifiesta entre el sector de San José de Cusmapa y el borde occidental de la subcuenca.

En la parte central de la subcuenca a lo largo del Río Tapacalí hasta las comunidades La Playa y El Espino, el comportamiento de la canícula es moderado, y se manifiesta entre la primera decena de julio y la segunda decena de agosto, teniendo una duración aproximada de 38 y 40 días.

En la zona oriental de la subcuenca entre la comunidad Miramar y Mal Paso, se presenta un comportamiento débil de la canícula, manifestándose entre la segunda

decena de julio y segunda decena de agosto con una duración aproximada de 20 a 35 días.

Cuadro 48. Distribución de la intensidad de canícula en la subcuenca del Río Tapacalí.

| Intensidad de Canícula | Área | | | Comunidades afectadas |
|------------------------|-----------------|--------------|------------|--|
| | Km ² | Ha | % | |
| Débil | 20.13 | 2013 | 12.8 | Miramar, Oruse, Miquilse |
| Moderada | 93.33 | 9333 | 59.5 | Quebrada Honda, Buena Vista, El Rodeo, Las Victorias, Aguas Calientes, Mal Paso, Los Tablones, La Playa, El Espino |
| Severa | 43.47 | 4347 | 27.7 | La Fuente, Los Llanitos, El Mojón, Las Mesas, Santa Rita |
| Total | 156.93 | 15693 | 100 | |

Fuente: Estudio Agroclimático de la subcuenca del Río Tapacalí, 2013.

Cuando se presenta el evento El Niño, el período canicular se torna severo en casi toda la subcuenca, presentándose esta disminución de las precipitaciones entre la primera decena de julio y primera decena de septiembre, con una duración de 60 a 70 días, en algunos años se extiende hasta la segunda decena de septiembre con una duración de hasta 75 días. Este comportamiento incide negativamente en las principales actividades agropecuarias de la zona, debido a que con El Niño el régimen de lluvia se reduce a partir de julio hasta octubre durante el periodo lluvioso, para luego empalmar con el período seco de noviembre a abril del siguiente año.

Cuadro 49. Distribución de la intensidad de canícula durante el evento El Niño en la subcuenca del Río Tapacalí.

| Intensidad de Canícula durante el evento El Niño | Área | | | Comunidades afectadas |
|--|-----------------|--------------|------------|--|
| | Km ² | Ha | % | |
| Moderada | 12.83 | 1283 | 8.2 | Miramar, Oruse |
| Severa | 144.09 | 14409 | 91.8 | Miquilse, Quebrada Honda, Buena Vista, El Rodeo, Las Victorias, Aguas Calientes, Mal Paso, Los Tablones, La Playa, El Espino |
| Total | 156.92 | 15692 | 100 | |

Fuente: Estudio Agroclimático de la subcuenca del Río Tapacalí, 2013.

De acuerdo a los resultados del estudio “Elaboración de escenarios climáticos actuales y futuros del proyecto “Enfoque territorial contra el cambio climático, medidas de adaptación y reducción de la vulnerabilidades en la Región de Las Segovias-Nicaragua”, realizado por (COSUDE, PNUD, MARENA & INETER (2013):

- ✓ La mayor parte de los municipios de Las Segovias presentan en promedio una canícula Definida o Benigna. Esto comprueba la existencia del llamado corredor seco, que afecta a más del 50 % del territorio segoviano.
- ✓ Se han presentado años con canícula severa, con más de 30 días de duración. Los municipios de San Juan de Limay, San José de Cusmapa, Las Sabanas y parcialmente Pueblo Nuevo, San Lucas y La Trinidad han presentado períodos de más de 40 días secos consecutivos durante la canícula. Esta problemática en

conjugación con una mala distribución de las lluvias produce pérdidas considerables en la agricultura, acentuándose esta situación aún más en años con presencia del fenómeno El Niño.

- ✓ Para todos los períodos de retorno, los períodos con más días secos consecutivos se observan en los municipios de San Juan de Limay, Sur-Oeste del municipio de Estelí, Sur-Este de los municipio se San José de Cusmapa y Las Sabanas. Los municipios de San Nicolás, La Trinidad, Estelí, Pueblo Nuevo, Las Sabanas, San Lucas, Somoto, Yalagüina, Totogalpa y Macuelizo, cuentan con proporciones importantes de sus territorios con una propensión a períodos de 35 a 42 días secos consecutivos durante los meses de Junio a Noviembre. Estas observaciones coinciden con la ocurrencia de pérdidas de cultivos por sequías registradas en los últimos 13 años (2001-2002, 2005, 2009).
- ✓ Canículas con más de 30 días de duración (canícula severa), se pueden repetir con una frecuencia o período de retorno de 10 años en todos los municipios al sur de Las Segovias, comprendidos por San Lucas, Las Sabanas, San José de Cusmapa, Estelí, San Juan de Limay, San Nicolás y La Trinidad. Parcialmente también se abarca a Somoto y Pueblo Nuevo.
- ✓ Cuando en un año se presentan más de 150 días consecutivos secos (equivalente a 5 meses) se tienen consecuencias que puede ser catastróficas debido a que se secan los arroyos, ríos o quebradas, y las fuentes de agua superficiales.
- ✓ El fenómeno El Niño, se ha presentado en 11 ocasiones durante el período 1971-2010; 1972- 1973, 1982-1983, 1986-1987, 1997-1998, 1976-1977, 1991 1992, 1993-1994, 2002, 2004, 2006, 2009. Según INETER se ha determinado que las sequías en Nicaragua presentan alta relación con la presencia del evento cálido EL NIÑO.

▪ **El Niño y La Niña**

Considerando que los eventos climáticos de escala global definido como fenómeno El Niño y La Niña son los principales eventos de variación climática, principalmente en el régimen de precipitación; se realizó en la subcuenca el análisis del comportamiento de las precipitaciones mensuales. Para ello se calculó el promedio de los acumulados de precipitación durante el período 1971-2010 para compararlo con el promedio de los acumulados de precipitación en los años en que el evento El Niño ha estado presente, también se realizó una comparación con los acumulados registrados en los años en que La Niña se ha presentado.

Según estudios realizado por el INETER, se ha determinado que el fenómeno conocido como El Niño está estrechamente ligado a los déficit registrado en los acumulados de lluvia cuando se presenta dicho fenómeno; igualmente dicho fenómeno provoca en los productores una alerta debido a que la presencia del evento significa tener períodos de sequías que inciden directamente en las cosechas de los distintos cultivos, ya que provoca desfases en las fechas de siembra y cosecha, lo que induce a la búsqueda de variedades de ciclo corto en granos básicos.

Los efectos de la variabilidad en las precipitaciones producida por el evento El Niño se manifiestan de forma diferente en las tres zonas altitudinales de la subcuenca, siendo la zona baja la más afectada.

En la siguiente figura se muestra el comportamiento del acumulado promedio de precipitación durante los eventos El Niño y La Niña; esta gráfica destaca que el mes de abril es ligeramente más seco de lo normal cuando se presenta el evento El Niño.

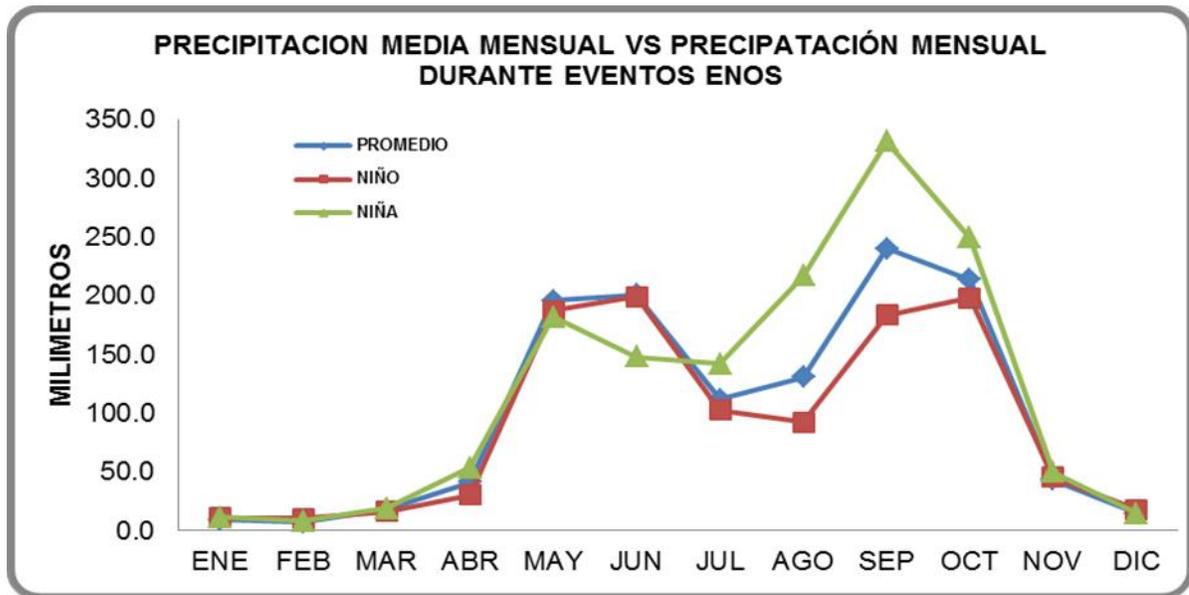


Figura 10. Precipitación media mensual vs precipitación mensual durante eventos ENOS.
Fuente: Estudio de Amenaza a Sequía de la subcuenca del Río Tapacalí, 2013.

Sin embargo, en los meses de mayo a julio se observa un comportamiento similar al de las precipitaciones históricas de la zona. A partir de agosto hasta octubre los acumulados de lluvia durante los eventos El Niño se comportan por debajo de los valores históricos, es decir que se presentan anomalías deficitarias en la segunda parte del período lluvioso agosto – octubre.

Contrariamente cuando se presenta el evento La Niña, las precipitaciones al inicio del período lluvioso muestran un comportamiento ligeramente deficitario que se manifiesta hasta mediados de junio, para luego incrementar los acumulados de lluvia con respecto a los valores históricos hasta el mes de octubre.

Al realizar el análisis de la parte alta de la subcuenca utilizando la información de la Estación Meteorológica San José de Cusmapa, se puede observar que durante un evento El Niño, el déficit de precipitación se mantiene durante los seis meses del período lluvioso de la zona, acentuándose los déficits durante el período de julio a octubre.

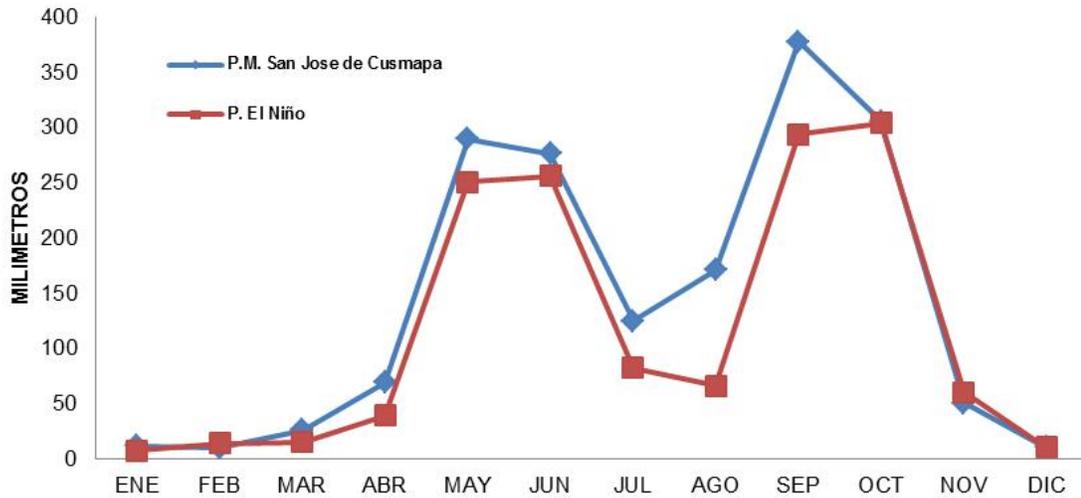


Figura 11. Distribución de la precipitación durante los eventos El Niño en la parte alta de la subcuenca del Río Tapacalí.

Fuente: Estudio de Amenaza a Sequía de la subcuenca del Río Tapacalí, 2013.

En la parte media de la subcuenca, utilizando la información de la Estación Meteorológica Miquilse, se determinó que durante los eventos El Niño, esta zona altitudinal mantiene un comportamiento similar en cuanto a los acumulados de lluvia durante el período de mayo a julio, posteriormente se manifiestan los déficit de lluvia a partir de agosto, los cuales se acentúan en el mes de septiembre.

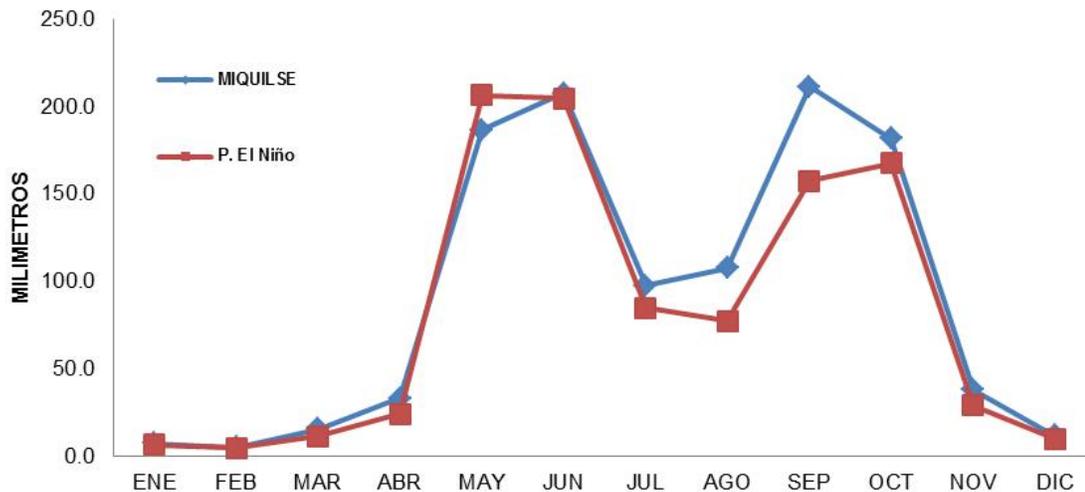


Figura 12. Distribución de la precipitación durante los eventos El Niño en la parte media de la subcuenca del Río Tapacalí.

Fuente: Estudio de Amenaza a Sequía de la subcuenca del Río Tapacalí, 2013.

En la zona baja de la subcuenca utilizando la información de la Estación Meteorológica El Espino, se observa una disminución de los acumulados de lluvia a partir de junio acentuándose en los meses de julio a septiembre.

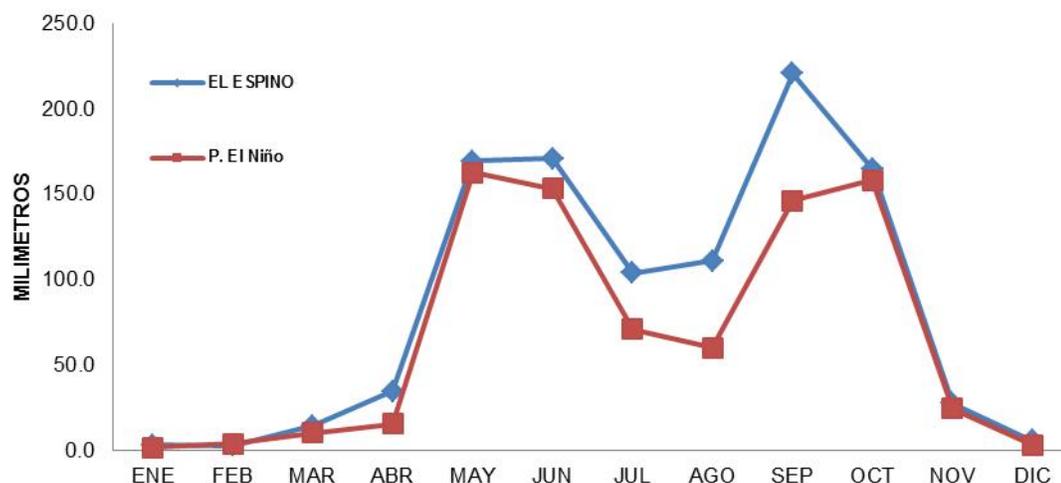


Figura 13. Distribución de la precipitación durante los eventos El Niño en la parte baja de la subcuenca del Río Tapacalí.

Fuente: Estudio de Amenaza a Sequía de la subcuenca del Río Tapacalí, 2013.

El conocimiento del comportamiento de los acumulados de precipitación durante los eventos El Niño, nos da una idea de cuáles son los meses en que los acumulados de lluvia se tornan mayormente deficitario. Durante un evento El Niño la amenaza de sequía en la subcuenca es mayor en el período de julio a octubre.

4.3. Caracterización y Diagnóstico Socioeconómico

4.3.1. Población

▪ Comunidades existentes

En el territorio de la subcuenca se localizan 19 comunidades rurales, de las cuales siete comunidades están adscritas a la jurisdicción político administrativa del municipio de San Lucas, seis comunidades pertenecen al municipio de Las Sabanas, cuatro comunidades al municipio de San José de Cusmapa y dos comunidades al municipio de San Marcos de Colón. Además, se localiza el casco urbano del municipio de San José de Cusmapa. En el área de la subcuenca correspondiente a los municipios de Somoto, Pueblo Nuevo y San Juan de Limay; no se inserta ninguna comunidad perteneciente a dichos municipios.

Cuadro 50. Distribución por municipio de las comunidades rurales localizadas en el territorio de la subcuenca del Río Tapacalí.

| Municipio | Comunidades Rurales/Micro región en el municipio | Total |
|---------------------|---|-------|
| San Lucas | La Playa, El Tablón, Gualiqueme, El Espino (Micro región I) Miquilse, Aguas Calientes, Mal Paso (Micro región VII) | 7 |
| Las Sabanas | Oruse, Las Victorias, Miramar (Micro región I) Quebrada Honda, Buena Vista, El Cipián (Micro región II) | 6 |
| San José de Cusmapa | El Rodeo, El Mojón, Los Llanitos, La Fuente (Micro región I) | 4 |
| Somoto | No se localizan comunidades | 0 |
| Pueblo Nuevo | No se localizan comunidades | 0 |
| San Juan de Limay | No se localizan comunidades | 0 |
| San Marcos de Colón | Santa Rita, Las Mesas | 2 |

Fuente: El autor a partir de la información contenida en la base de datos del Mapa Base de la subcuenca del Río Tapacalí.

En la parte baja de la subcuenca se localizan cuatro comunidades que pertenecen al municipio de San Lucas, seis comunidades en la parte media; y en la parte alta se distribuyen nueve comunidades rurales y el casco urbano del municipio de San José de Cusmapa.

Cuadro 51. Distribución de las comunidades en las tres zonas altitudinales de la subcuenca del Río Tapacalí.

| Zona Altitudinal | Comunidades | Municipio |
|------------------|--|--|
| Baja | El Espino, La Playa, El Tablón, Aguas Calientes | San Lucas |
| Media | Las Victorias, El Mojón**, La Fuente**, Miquilse*, Mal Paso*, Gualiqueme* | Las Sabanas, San Lucas*, San José de Cusmapa** |
| Alta | Las Mesas*, Santa Rita*, El Rodeo**, Los Llanitos**, Oruse, Miramar, Buena Vista, Quebrada Honda, Casco Urbano de San José de Cusmapa, El Cipián | San Marcos de Colón*, San José de Cusmapa**, Las Sabanas |

Fuente: El autor a partir de la información contenida en la base de datos del Mapa de Zonas Altitudinales de la subcuenca del Río Tapacalí

En el territorio de las microcuencas El Salamar y La Sopera no se ubica ninguna comunidad. En la microcuenca Licuata se localizan dos comunidades (Las Mesas y Santa Rita) que pertenecen al municipio de San Marcos de Colón de la República de Honduras.

Cuadro 52. Distribución de las comunidades en las microcuencas que conforman la subcuenca del Río Tapacalí.

| Microcuenca | Comunidades |
|----------------------|--|
| Tapacalí parte alta | Buena Vista, El Cipián, Miramar, Quebrada Honda |
| El Caracol | Casco Urbano de San José de Cusmapa, El Rodeo, Los Llanitos, La Fuente |
| Los Cuevones | Oruse |
| Licuata | El Mojón |
| Tapacalí parte media | Santa Rita, Las Mesas |
| El Varillal | Miquilse, Aguas Calientes, Las Victorias |
| Tapacalí parte baja | Mal Paso, La Playa |
| Los Tablones | El Espino |
| El Salamar | El Tablón |
| El Gualiqueme | Ninguna |
| La Sopera | Gualiqueme |
| | Ninguna |

Fuente: El autor a partir de la información contenida en la base de datos del Mapa de Microcuencas de la subcuenca del Río Tapacalí.

▪ Distribución de la población por sexo

En la subcuenca habitan 8,637 personas, de las cuales 4,389 son hombres y 4,248 son mujeres. La población se encuentra distribuida en 2019 familias.

En la parte alta se distribuye el 56.4% (4867 habitantes) de la población debido a que se localiza el casco urbano del municipio de San José de Cusmapa, en la parte media se concentra el 16.4% (1418 habitantes) y en la parte baja vive el 27.2% (2352 habitantes) de la población total.

Las comunidades rurales que presentan mayor y menor cantidad de población son La Playa y Aguas Calientes, viven 1569 y 80 habitantes respectivamente. Además, son las comunidades que presentan el mayor y menor número de familias, correspondiente a 320 y 20 familias respectivamente.

Las familias de trece comunidades rurales y del casco urbano de San José de Cusmapa se encuentran distribuidas por sectores. Cuatro comunidades rurales (Los Llanitos, Las Victorias, El Tablón y Aguas Calientes) no están sectorizadas.

En las tres zonas altitudinales (parte alta, media y baja) de la subcuenca habitan 4 personas/familia.

Cuadro 53. Distribución de la población por sexo y total de familias que habitan en las comunidades localizadas en la parte alta del territorio de la subcuenca del Río Tapacalí.

| Comunidad | Población | | Sexo | | | | Familias | | Sectores |
|------------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|---|
| | Total | % | H | % | M | % | Total | % | |
| El Rodeo** | 380 | 7.2 | 209 | 7.4 | 171 | 8.1 | 75 | 6.6 | El Rodeo. Río Arriba, El Zamorano |
| Los Llanitos** | 396 | 7.6 | 197 | 6.9 | 199 | 9.4 | 84 | 7.4 | No está sectorizada |
| Buena Vista** | 620 | 11.2 | 320 | 11.3 | 300 | 14.2 | 145 | 12.7 | Martínez-Gutiérrez, Alvarado-González, Díaz-Alvarenga, Pérez |
| Quebrada Honda** | 395 | 7.5 | 204 | 7.2 | 191 | 9.06 | 100 | 8.8 | Las Colinas, Palo Alto, El Valle, El Carrizo |
| Miramar** | 395 | 7.5 | 206 | 7.3 | 189 | 8.9 | 73 | 6.4 | San Ramón, San Bernardo, Miramar |
| Oruse** | 165 | 3.1 | 100 | 3.5 | 65 | 3.08 | 45 | 3.9 | Chaguitillo, Oruse, Las Delicias |
| El Cipián* | 311 | 5.9 | 137 | 4.6 | 174 | 7.6 | 80 | 7 | Las Palmas, Villa El Carmen, El Aguacatal, Cipián |
| Casco Urbano SJC | 1483* | 30.5 | 723* | 29.4 | 760* | 31.5 | 355 | 31 | Bo. Carlos Fonseca Amador, Bo. Hermanos Sánchez Alvarado, Bo. Augusto César Sandino |
| Santa Rita | 252* | 4.8 | 127* | 4.5 | 125* | 5.9 | 55** | 4.8 | La Chachagua, El Puercal, La Montaña, El Centro, El Campo |
| Las Mesas | 470* | 8.9 | 232* | 8.2 | 238* | 11.3 | 130** | 11.4 | Centro, Encinal, Barrio Arriba |
| Total | 4867 | 100 | 2455 | 100 | 2412 | 100 | 1142 | 100 | |

Cuadro 54. Distribución de la población por sexo y total de familias que habitan en las comunidades localizadas en la parte media del territorio de la subcuenca del Río Tapacalí.

| Comunidad | Población | | Sexo | | | | Familias | | Sectores |
|-----------------|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--|
| | Total | % | H | % | M | % | Total | % | |
| Las Victorias** | 116 | 8.2 | 57 | 8.2 | 59 | 8.2 | 27 | 8.5 | No está sectorizada |
| Milquise** | 275 | 19.4 | 125 | 17.9 | 150 | 20.8 | 74 | 23.4 | Dos sectores |
| Mal Paso** | 585 | 41.2 | 306 | 43.8 | 279 | 38.8 | 122 | 38.6 | El Guanacaste, Las Mesetas, San Antonio, Guadalupe |
| El Mojón** | 269 | 18.9 | 100 | 14.3 | 169 | 23.5 | 44 | 13.9 | El Mojón, El Chorro, Las Canoas |
| La Fuente** | 84 | 5.9 | 48 | 6.8 | 36 | 5 | 24 | 7.6 | Dos sectores |
| Gualiqueme** | 89 | 6.3 | 62 | 8.9 | 27 | 3.8 | 25 | 7.9 | San Antonio, El Gualiqueme |
| Total | 1418 | 100 | 698 | 100 | 720 | 100 | 316 | 100 | |

Cuadro 55. Distribución de la población por sexo y total de familias que habitan en las comunidades localizadas en la parte baja del territorio de la subcuenca del Río Tapacalí.

| Comunidad | Población | | Sexo | | | | Familias | | Sectores |
|-------------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|------------|------------|---|
| | Total | % | H | % | M | % | Total | % | |
| La Playa** | 1569 | 66.7 | 885 | 71.6 | 684 | 61.3 | 320 | 57 | Dos sectores |
| El Tablón** | 281 | 11.9 | 146 | 11.8 | 135 | 12 | 77 | 13.7 | No está sectorizada |
| El Espino** | 422 | 17.9 | 165 | 13.3 | 257 | 23 | 144 | 25.7 | Los Pozos, La Aduana, El Espino, Los Encuentros |
| Aguas Calientes** | 80 | 3.4 | 40 | 3.2 | 40 | 3.6 | 20 | 3.6 | No está sectorizada |
| Total | 2352 | 100 | 1236 | 100 | 1116 | 100 | 561 | 100 | |

Fuente: El autor a partir de información contenida en (*): Censo Familiar de Salud, 2012; (**): Talleres Participativos de Diagnóstico Comunitario, 2013, (+): Proyección 2014 de INDEC de acuerdo al censo de 2005.

Clave: SJC: San José de Cusmapa.

La parte alta de la subcuenca es la que presenta la mayor densidad poblacional (94.12 hab/Km², lo cual podría estar relacionado con una mayor demanda de recursos naturales disponibles y existentes en la subcuenca.

Cuadro 56. Densidad poblacional de las tres zonas altitudinales de la subcuenca del Río Tapacalí.

| Zona Altitudinal (msnm) | Población | Extensión Territorial en la subcuenca (Km ²) | Densidad Poblacional (Hab/ Km ²) |
|-------------------------|-------------|--|--|
| Baja (638 - 970) | 2352 | 48.13 | 48.9 |
| Media (971 - 1200) | 1418 | 57.11 | 24.83 |
| Alta (1201 - 1710) | 4867 | 51.68 | 94.12 |
| Total | 8637 | 156.9 | 55.05 |

Fuente: El autor a partir de la información contenida en la base de datos del Mapa de Zonas Altitudinales de la subcuenca del Río Tapacalí y Cuadros 51, 52 y 53.

▪ Vivienda

En la subcuenca existen 1,905 viviendas, distribuidas en las tres zonas altitudinales. En la parte alta se distribuye el 60.7% de las viviendas, en la parte media y baja el 15.8 y 23.5% respectivamente; correspondiente a 1,156, 302 y 447 viviendas. Las comunidades rurales con mayor cantidad de viviendas son La Playa, Buena Vista y Las Mesas; y el caso urbano de San José de Cusmapa. Aguas Calientes y La Fuente son las comunidades con menor cantidad de viviendas. En la parte media y baja habitan 5 personas/vivienda; y en la parte alta 4 personas/habitantes.

Los materiales de los cuales están construidas las viviendas dependen del nivel de bienestar que posee la familia. Entre estos figuran: techo de zinc, teja, paja; pared de bloque, madera, adobe, ladrillo, minifalda (mitad de bloque y madera) y piso de cemento (embalozado), ladrillo y/o tierra.

Cuadro 57. Distribución de las viviendas que existen en las comunidades localizadas en las tres zonas altitudinales del territorio de la subcuenca del Río Tapacalí.

| Comunidad | Viviendas | | Comunidad | Viviendas | | Comunidad | Viviendas | |
|-------------------|-------------|------------|--------------------|------------|------------|-------------------|------------|------------|
| | Total | % | | Total | % | | Total | % |
| PARTE ALTA | | | PARTE MEDIA | | | PARTE BAJA | | |
| El Rodeo** | 66 | 5.7 | Las Victorias** | 34 | 11.2 | La Playa** | 280 | 62.6 |
| Los Llanitos** | 64 | 5.5 | Milquise** | 71 | 23.5 | El Tablón** | 67 | 14.9 |
| Buena Vista** | 136 | 11.8 | Mal Paso** | 111 | 36.8 | El Espino** | 80 | 17.9 |
| Quebrada Honda** | 82 | 7 | El Mojón** | 35 | 11.6 | Aguas Calientes** | 20 | 4.5 |
| Miramar** | 66 | 5.7 | La Fuente** | 25 | 8.3 | Total | 447 | 100 |
| Oruse** | 39 | 3.4 | Gualiqueme** | 26 | 8.6 | | | |
| El Ciprián* | 72 | 6.2 | Total | 302 | 100 | | | |
| Casco Urbano SJC+ | 472 | 40.8 | | | | | | |
| Santa Rita** | 46 | 3.9 | | | | | | |
| Las Mesas** | 113 | 9.8 | | | | | | |
| Total | 1156 | 100 | | | | | | |

Fuente: El autor a partir de información contenida en (**): Talleres Participativos de Diagnóstico Comunitario, 2013; (+): AVC, 2012.
Clave: SJC: San José de Cusmapa.

▪ Estructuras organizativas locales

Entre las estructuras organizativas que se han conformado a nivel local en las comunidades localizadas en el territorio de la subcuenca, se destacan las siguientes:

- ✓ **Comité de Agua Potable y Saneamiento (CAPS):** Organización comunitaria sin fines de lucro, electa democráticamente por la comunidad, con el fin de realizar acciones que promuevan la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH) y como actores sociales que contribuyen no solo al desarrollo económico y social, a la democracia participativa y a la justicia social, creando además las condiciones necesarias para garantizar el agua potable y saneamiento a las poblaciones rurales de Nicaragua que cohabitan en el territorio de la subcuenca. En el caso de las dos comunidades (Las Mesas y Santa Rita) del municipio de San Marcos de Colón de la República de Honduras, se denomina **Junta de Agua**.
- ✓ **Concejo de Liderazgo Sandinista (CLS):** Organización partidaria.
- ✓ **Gabinete de la Familia, la Comunidad y la Vida (GFCV):** Coordina todas las actividades que se den en la comunidad, atiende asuntos sociales de la comunidad.
- ✓ **Comité de Iglesia:** Realiza trabajo con la Pastoral Juvenil, Jornadas de Evangelización en las comunidades, vela por las necesidades de la comunidad, realiza visita a enfermos, celebraciones religiosas y cultos.
- ✓ **Comité de Padres de Familia:** Esta conformado por padres de familia que tienen hijos que estudian en las escuelas que existen en cada una de las comunidades. Entre las actividades que realizan se destaca: la gestión de asuntos relacionados con la educación de los niños y la escuela, velar que los maestros asistan a la escuela, retirar apoyo y/o ayuda del MINED para la escuela; convocar y organizar a los padres de familia ante una situación de emergencia y/o de apoyo para la escuela.
- ✓ **Comité Local para la Prevención, Mitigación y Atención de Desastres (COLOPRED):** Se ha conformado en las comunidades El Rodeo, Mal Paso, Miquilse, Quebrada Honda, Buena Vista, El Cipián, El Mojón, Los Llanitos, La Fuente, Oruse, Las Victorias, Miramar; con el propósito de organizar y preparar a la población ante una situación de emergencia generada por un desastre.
- ✓ **Brigadista de Salud:** Promueve y organiza jornadas de limpieza, apoya actividades promovidas por el MINSA, brinda consejería, reporta enfermedades que se presentan en la comunidad, realiza levantamiento de información.
- ✓ **Pueblo Indígena de San Lucas ISCAYAN:** Entidad étnica de derecho público, histórico, pluricultural, autónomo, integrado por los antiguos habitantes del Pueblo Indígena de San Lucas Iscayán.

- ✓ **Pueblo Originario de Cusmapa “Sitio El Carrizal” (POC):** Entidad autónoma de derecho público sin fines de lucro, integrada por los descendientes del del Pueblo Indígena de Cusmapa Sitio El Carrizal.
- ✓ **Pueblo en Acción (PAC):** Se ha conformado en la comunidad El Cipián.
- ✓ **Cooperativa de Servicios Agropecuarios de Miramar (COSAMAR):** Trabaja en aspectos productivos y desarrollo comunitario, con 17 socios (productores) que habitan en tres comunidades (Miramar, Buena Vista y Las Victorias) localizadas en el territorio de la subcuenca.
- ✓ **Cooperativa Juvenil La Orquídea:** Se formó por iniciativa de la Asociación de Jóvenes Productores Ambientalistas de Las Sabanas. Realiza acciones en cuatro comunidades (Oruse, Miramar, Buena Vista y Quebrada Honda).
- ✓ **Cooperativa Agropecuaria:** En Mal Paso se han conformado tres cooperativas (El Esfuerzo, El Buen Paso, COOPEBUP), en la que se encuentran asociadas once familias; y en la comunidad El Espino se ha conformado la cooperativa Rafael Romero en la que están asociadas 35 familias (EACC del Municipio de San Lucas).
- ✓ **Alcalde Auxiliar:** Esta figura está establecida en la Ley de Municipalidades (Decreto 134-90) de la República de Honduras, solo existe en las comunidades Las Mesas y Santa Rita. Realiza gestión con el Alcalde Municipal para dar respuesta a las necesidades de la comunidad.
- ✓ **Junta Directiva de la Iglesia Católica e Iglesia Evangélica:** Se ha conformado en la comunidad de Santa Rita con el propósito de realizar actividades para beneficio de la iglesia, la feligresía y población en general.
- ✓ **Patronato Pro-Mejoramiento de Santa Rita:** Se ha conformado en la comunidad de Santa Rita con el propósito de velar por el bienestar de la comunidad.
- ✓ **Sociedad de Padres de Familia:** Se ha conformado en la comunidad de Santa Rita con el propósito de realizar actividades para beneficio de la escuela.
- ✓ **Cooperativa Cafetalera San Marqueña (COCOSAM):** Trabaja en las comunidades Las Mesas y Santa Rita.

En todas las comunidades se realizan Asambleas Comunitarias (excepto Las Victorias y Oruse), las cuales son convocadas por el Líder Comunitario, Coordinador del Gabinete de la Familia, la Comunidad y la Vida (GFCV), Alcaldía Municipal, Secretario Político del FSLN (para el caso de las comunidades de Nicaragua). En el caso de las dos comunidades de Honduras que se localizan en el territorio de la subcuenca, la convocatoria la realiza el Presidente del Patronato, el Presidente de la Junta de Agua o el Alcalde Auxiliar. Solamente ocho comunidades cuentan con Casa Comunal (Los Llanitos, Quebrada Honda, Miquilse, Mal Paso, El Cipián. El Mojón, Las Mesas y Santa Rita). Los pobladores de todas las comunidades (excepto El Espino y Las Victorias) de manera organizada participan y apoyan la realización de trabajos comunitarios.

En catorce comunidades el nivel de organización comunitaria es catalogado por los comunitarios de regular; debido a las siguientes razones: a) poco interés de los pobladores en organizarse, b) poca gestión de representantes comunitarios, c) poco empoderamiento y liderazgo por parte de los pobladores, d) débil organización comunitaria, e) individualismo, g) poca participación comunitaria, ya que a los pobladores no les gusta asistir a reuniones.

Cuadro 58. Aspectos relevantes de las Estructuras Organizativas Locales que se han conformado en las comunidades localizadas en el territorio de la subcuenca del Río Tapacalí.

| Zona Altitudinal | Comunidad | Estructuras Organizativas Locales | Nivel de Organización Comunitaria | | | Casa Comunal | |
|------------------|------------------------|---|-----------------------------------|---|---|--------------|----|
| | | | B | R | D | SI | NO |
| PARTE ALTA | El Rodeo | COLOPRED, GFCV, Brigadista de Salud | | X | | | X |
| | Los Llanitos | GFCV, Brigadista de Salud | X | | | X | |
| | Buena Vista | COSAMAR, Cooperativa Juvenil La Orquídea, GFCV, CLS, CAPS, Brigadista de Salud | | X | | | X |
| | Quebrada Honda | Cooperativa Juvenil La Orquídea, GFCV, CAPS, Brigadista de Salud | X | | | X | |
| | Miramar | GFCV, CAPS, Brigadista de Salud, Comité de Padres de Familia, Comité de Iglesia, COSAMAR, Cooperativa Juvenil La Orquídea, | | X | | | X |
| | Oruse | Cooperativa Juvenil La Orquídea, GFCV, CAPS, Brigadista de Salud | | X | | | X |
| | El Ciprián | CAPS, Cooperativa Juvenil La Orquídea, GFCV, PAC | | X | | X | |
| | Casco Urbano SJC | GFCV | X | | | | X |
| | Santa Rita | COCOSAM, Junta de Agua, Junta Directiva de la Iglesia Católica, Junta Directiva de la Iglesia Evangélica, Patronato Pro Mejoramiento de Santa Rita, Sociedad de Padres de Familia, Alcalde Auxiliar | X | | | X | |
| | Las Mesas | COCOSAM, Brigadista de Salud, Junta de Agua, Alcalde Auxiliar | | X | | X | |
| PARTE MEDIA | Las Victorias | GFCV, Brigadista de Salud, Comité de Padres de Familia, COSAMAR | | X | | | X |
| | Milquílse | GFCV, CAPS, COLOPRED | | X | | X | |
| | Mal Paso | GFCV, CAPS, COLOPRED, Brigadista de Salud, Cooperativa | | X | | X | |
| | El Mojón | CAPS, Brigadista de Salud | | X | | X | |
| | La Fuente | CAPS, GFCV, Brigadista de Salud | X | | | | X |
| Gualiqueme | Religiosas y políticas | | X | | | X | |
| PARTE BAJA | La Playa | CLS, GFCV CAPS, Brigadista de Salud, Cooperativa Comunitaria de Comerciantes de Papa | X | | | | X |
| | El Tablón | GFCV, Comité de Cocina de la Merienda Escolar, Brigadista de Salud | | X | | | X |
| | El Espino | GFCV, CAPS, Comité de Padres de Familia, Brigadista de Salud, Cooperativa | | X | | | X |
| | Aguas Calientes | GFCV | | X | | | X |

Fuente: El autor a partir de información facilitada por los colaboradores claves que participaron en los Talleres Participativos de Diagnóstico Comunitario, 2013.

Clave: SJC: San José de Cusmapa.

▪ Migración

En la subcuenca se presenta un fenómeno de migración temporal principalmente durante la época muerta (cuando no es la época de siembra o de cosecha). Los pobladores migran de sus comunidades durante la época de cortes de café (noviembre a febrero) a las fincas cafetaleras de San Juan de Río Coco, Jalapa, Dipilto, Jinotega, Estelí, Nueva Segovia, Murra y Quilalí; con el propósito de obtener ingresos económicos adicionales para el hogar. Únicamente en la comunidad Aguas Calientes la población no migra a ningún lugar, porque no tienen necesidad de hacerlo.

Por lo general las mujeres migran al casco urbano de los municipios de Somoto, San Lucas y San José de Cusmapa o Managua en búsqueda de fuentes de trabajo como domésticas. Algunos pobladores jóvenes migran a otros países (El Salvador, Honduras, Costa Rica, Guatemala, España, Panamá, Estados Unidos de Norteamérica) en busca de trabajo con el propósito de enviar remesas familiares que contribuyan a mejorar las condiciones de vida de sus familiares.

También se presenta un fenómeno de migración de personas de otras comunidades o municipios que llegan a las comunidades localizadas en el territorio de la subcuenca debido a nexos de unión marital contraído con algún habitante de la comunidad o por motivo de trabajo en el puesto fronterizo con Honduras (caso de la comunidad El Espino), atender asuntos familiares, realizar trabajos agrícolas durante el invierno y época de cosecha, y/o cultivar terrenos.

Cuadro 59. Aspectos relevantes del fenómeno de emigración que se presenta en las comunidades localizadas en el territorio de la subcuenca del Río Tapacalí.

| Comunidad | De qué comunidades/municipios llegan personas a la comunidad | Motivo | Migración de la población |
|-----------------|---|--|--|
| Aguas Calientes | Lajitas, Miquilce, El Rodeo, La Playa | Unión marital | Población no migra a ningún lugar porque no tienen necesidad de hacerlo |
| Buena Vista | San José de Cusmapa, Los Llanitos, San Juan de Río Coco, San Lucas | Unión marital | Costa Rica, El Salvador |
| El Espino | Somoto, El Tablón, Las Papayas, La Playa, Santa Rosa, Sonis, El Guayabo, Empalme de Yalaguina, Ocotal | Trabajar en el puesto fronterizo | España, Costa Rica, Honduras Managua, Estelí, Matagalpa, Jinotega, Sabaco, Quilalí, Somoto |
| El Mojón | Agricultores de la cabecera municipal de San José de Cusmapa | Realizar trabajos agrícolas durante el invierno y época de cosecha | Honduras, El Salvador San Juan de Río Coco |
| El Rodeo | Terrero, Buena Vista, Jaguas | Unión marital | Costa Rica, El Salvador, Honduras San Juan de Río Coco, Jalapa y Dipilto (corte de café) |
| El Tablón | Zapotillo, Gualiqueme, La Playa, Chinandega, San José de Cusmapa | Unión marital | El Salvador, Guatemala, Costa Rica, España |
| La Fuente | El Rodeo, San Juan de Río Coco, Pueblo Nuevo, La Costa, Las Sabanas, Matagalpa | Unión marital | Honduras, El Salvador San Juan de Río Coco, Jalapa (corte de café) |
| La Playa | No llegan personas de otras comunidades | No Aplica | España, Estados Unidos de Norteamérica, Honduras, El Salvador, Costa Rica |
| Las Victorias | Ángel | Familiar Cultivo de terrenos | El Salvador Honduras, Costa Rica |
| Los Llanitos | El Rodeo, San Juan de Río Coco, Santa Martha, San Lucas | Trabajo Unión marital | El Salvador, Honduras, Costa Rica Departamentos y municipios del país |
| Mal Paso | Comunidades aledañas y de otros municipios | Unión marital | El Salvador, Honduras, Guatemala Departamentos y municipios del país |

| | | | |
|------------------|--|--------------------------------------|---|
| Miquilse | Pueblo Nuevo, Las Lajitas, Apanaje, Miramar, Yalaguina, Uniles, Mal Paso, Apante, Moropoto, Honduras | Unión marital | Costa Rica, El Salvador, España Jinotega (corte de café) |
| Miramar | El Rodeo, La Fuente, El Matasano, Las Lajitas | Labores productivas Unión marital | Costa Rica, El Salvador Estelí, Nueva Segovia (corte de café) |
| Oruse | San Francisco de la Camayra, Las Lajitas, Matasano | Unión marital | Honduras San Juan del Rio Coco, Murra, Quilalí (corte de café) |
| Quebrada Honda | Buena Vista, Matagalpa, Dipilto, Estelí, Palacagüina, San Juan del Rio Coco, El Castillito | Unión marital | Costa Rica |
| Casco Urbano SJC | Somoto y departamentos | Unión marital | Costa Rica, El Salvador, Honduras, España |
| El Cipián | Quebrada Honda, Miramar, Buena Vista, Las Sabanas | Unión marital | España, Costa Rica y Estados Unidos de Norteamérica |
| Gualiqueme | La Manzana, La Playa, La Lagunita, Santa Rita y San Marcos de Colon (Honduras) | Unión marital | España, Costa Rica, Panamá y Estados Unidos de Norteamérica |
| Las Mesas | Los Rincones, Namasigue, El paraíso, Linaca | Unión marital | Choluteca, Tegucigalpa, Estados Unidos de Norteamérica |
| Santa Rita | Las Mesas | Unión marital | Tegucigalpa |

Fuente: El autor a partir de la información proporcionada por los colaboradores claves que asistieron a los Talleres Participativos de Diagnóstico Comunitario, 2013.

Clave: SJC: San José de Cusmapa.

▪ Nivel de pobreza

De acuerdo a la valoración local, realizada por los colaboradores claves que participaron en el Taller Participativo de Diagnóstico Comunitario, en nueve comunidades (Aguas Calientes, Buena Vista, El Rodeo, El Tablón, La Fuente, Los Llanitos, Miramar, Oruse y Gualiqueme) todas las familias son pobres; en nueve comunidades (El Espino, El Mojón, La Playa, Las Victorias, Mal Paso, Quebrada, Las Mesas, Santa Rita y el casco urbano del municipio de San José de Cusmapa) más del 50% de las familias son pobres; en la comunidad El Cipián entre el 10 y 50% de las familias son pobres y en la comunidad Miquilse menos del 10% de las familias son pobres.

Cuadro 60. Valoración local del nivel de pobreza prevaleciente en las comunidades localizadas en el territorio de la subcuenca del Río Tapacalí.

| Comunidad | A | B | C | D | Comunidad | A | B | C | D |
|-----------------|---|---|---|---|------------------|---|---|---|---|
| Aguas Calientes | | | | | Mal Paso | | | | |
| Buena Vista | | | | | Miquilse | | | | |
| El Espino | | | | | Miramar | | | | |
| El Mojón | | | | | Oruse | | | | |
| El Rodeo | | | | | Quebrada Honda | | | | |
| El Tablón | | | | | Casco Urbano SJC | | | | |
| La Fuente | | | | | El Cipián | | | | |
| La Playa | | | | | Gualiqueme | | | | |
| Las Victorias | | | | | Las Mesas | | | | |
| Los Llanitos | | | | | Santa Rita | | | | |

Fuente: El autor a partir de información facilitada por los colaboradores claves que participaron en los Talleres Participativos de Diagnóstico Comunitario, 2013.

Clave: A: Todas las familias son pobres, B: Más del 50% de las familias son pobres

C: Entre el 10 y 50% de las familias son pobres, D: Menos del 10% de las familias son pobres,

SJC: San José de Cusmapa

Según el Informe del Instituto Nacional de Desarrollo (INIDE, 2008), la subcuenca presenta niveles de pobreza considerables que denotan Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) de las familias. El promedio refleja el 16.35% de No Pobres, el 29.6% de Pobres No Extremos, un 54% de Pobres Extremos; y una pobreza total de 83.65%.

Cuadro 61. Nivel de pobreza en los municipios y comunidades localizadas en el territorio de la subcuenca del Río Tapacalí.

| Municipio | Comunidad | Nivel de Pobreza (%) | | | |
|---------------------|---|----------------------|--------------------|-----------------|---------------|
| | | No Pobres | Pobres No Extremos | Pobres Extremos | Pobreza Total |
| San José de Cusmapa | El Mojón, El Rodeo, La Fuente, Los Llanitos | 9.8 | 19.7 | 70.5 | 90.2 |
| Las Sabanas | Miramar, Las Victorias | 18.6 | 31.4 | 50 | 81.4 |
| | Buena Vista, Quebrada Honda, Oruse, El Cipián | 21.8 | 36.2 | 42 | 78.2 |
| San Lucas | El Espino, La Playa, Aguas Calientes, Miquilse, Gualiqueme, El Tablón, Mal Paso | 15.2 | 31.2 | 53.6 | 84.8 |
| Promedio | | 16.35 | 29.6 | 54 | 83.65 |

Fuente: El autor a partir de información del INIDE, 2008.

4.3.2. Equipamiento social

▪ Salud

En la subcuenca se localizan dos Centros de Salud distribuidos de la siguiente manera: uno en la parte alta (Casco Urbano del municipio de San José de Cusmapa) y uno en la parte baja (La Playa). Existen ocho casa base, 38 parteras, 94 brigadistas de salud y siete curanderos. En el casco urbano del municipio de San José de Cusmapa hay una casa materna donde las mujeres embarazadas reciben buena atención antes del parto.

El Centro de Salud localizado en la comunidad La Playa atiende de lunes a viernes y brinda atención médica a los pobladores de cuatro comunidades (Aguas Calientes, El Espino, Mal Paso, Miquilse y Gualiqueme).

Los pobladores de la comunidad El Tablón reciben atención médica en el Centro de Salud localizado en el asentamiento El Tablón. En caso de emergencia, los pobladores de las comunidades acuden al Hospital que se encuentra ubicado en el casco urbano del municipio de Somoto.

El puesto de salud El Cipián-Villa El Carmen fue construido en el 2011, atiende los días lunes y jueves; y brinda atención médica a los pobladores de cinco comunidades (El Cipián, Buena Vista, Quebrada Honda, Miramar y Oruse).

En caso de emergencia, los pobladores de la comunidad Buena Vista acuden al Centro de Salud ubicado en el casco urbano del municipio de Las Sabanas. Además, cada mes en el comedor de la escuela se realizan visitas médicas.

El centro salud ubicado en el casco urbano del municipio de San José de Cusmapa brinda atención médica a los pobladores de cinco comunidades (El Mojón, El Rodeo, La Fuente, Las Victorias, Los Llanitos).

Los pobladores de las comunidades Las Mesas y Santa Rita del municipio de San Marcos de Colón de la República de Honduras, reciben atención médica en el Centro de Salud de San Juan de Duyusupo, localizado a cinco kilómetros de ambas comunidades. Además, a ambas comunidades una vez al mes llega una doctora del Centro de Salud de San Marcos de Colón para brindar atención médica a los pobladores.

Entre las enfermedades que padecen los pobladores de las comunidades se destacan las siguientes: gripe, tos, dolor de estómago, dolor de cabeza, diarrea, neumonía, calentura, rubiola, diabetes, hipertensión, fiebre, dengue, asma, vómitos, alergia, infecciones de la piel, hongo en los pies, dolor de oído; algunos pobladores tienen problemas de la vista y del corazón. Las plagas caseras más comunes en las viviendas son: ratón, pulga, cucaracha y piojo. La dieta básica alimenticia de las familias está constituida de frijol, maíz, arroz, verduras, frutas, guineo, tortilla, huevo, cuajada y leche; y cada semana o cada quince días consumen carne de gallina, de res y/o cerdo.

En todas las comunidades, excepto (Las Victorias y El Espino); se realizan Jornadas y/o Campañas de Salud promovidas por el Ministerio de Salud (MINSa) con el apoyo de Brigadistas de Salud y el Gabinete de la Familia, Comunidad y Vida. En el caso de las comunidades de San Marcos de Colón (Las Mesas y Santa Rita) son promovidas por la Secretaria de Estado en el Despacho de Salud. Entre las actividades que se realizan destacan las siguientes: abatización, limpieza de viviendas y solares (patio limpio), jornadas de vacunación, campañas contra el dengue y la malaria, charlas a madres lactantes, higiene personal, cloración de agua, peso y talla de niños menores de ocho años, tratamiento para exterminar ratas, campañas de prevención de enfermedades (dengue, chaga), consulta y consejería a ancianos, estimulación temprana, fumigación para el control de zancudos; entre las más relevantes.

Cuadro 62. Distribución de centros de salud, casa base, brigadistas de salud, parteras y curanderos en las comunidades localizadas en el territorio de la subcuenca del Río Tapacalí.

| Zona Altitudinal | Comunidad | Centro/Puesto de Salud | Casa Base | Parteras | Brigadistas de Salud | Curanderos |
|--------------------|------------------|------------------------|-----------|-----------|----------------------|------------|
| PARTE ALTA | El Rodeo | NO | NO | 1 | 4 | 1 |
| | Los Llanitos | NO | NO | 3 | 6 | NO |
| | Buena Vista | NO | NO | 4 | 5 | 2 |
| | Quebrada Honda | NO | 1 | NO | 4 | NO |
| | Miramar | NO | 1 | 1 | 2 | NO |
| | Oruse | NO | NO | 1 | 3 | NO |
| | El Cipián | NO | NO | NO | 1 | NO |
| | Casco Urbano SJC | 1 | 3 | 20 | 50 | 3 |
| | Santa Rita | NO | NO | 1 | NO | NO |
| | Las Mesas | NO | NO | 2 | 1 | NO |
| Subtotal | 1 | 5 | 33 | 76 | 6 | |
| PARTE MEDIA | Las Victorias | NO | 1 | 1 | 2 | NO |
| | Milquitse | NO | 1 | NO | NO | NO |
| | Mal Paso | NO | NO | NO | 3 | NO |
| | El Mojón | NO | NO | 1 | 3 | NO |
| | La Fuente | NO | 1 | 1 | 1 | NO |
| | Gualiqueme | NO | NO | NO | NO | NO |
| | Subtotal | 0 | 3 | 3 | 9 | 0 |
| PARTE BAJA | La Playa | 1 | NO | 2 | 6 | NO |
| | El Tablón | NO | NO | NO | 2 | NO |
| | El Espino | NO | NO | NO | 1 | 1 |
| | Aguas Calientes | NO | NO | NO | NO | NO |
| | Subtotal | 1 | 0 | 2 | 9 | 1 |
| Total | 2 | 8 | 38 | 94 | 7 | |

Fuente: El autor a partir de información facilitada por los colaboradores claves que participaron en los Talleres Participativos de Diagnóstico Comunitario, 2013.

Clave: SJC: San José de Cusmapa.

▪ Educación

En la parte alta de la subcuenca existen dieciséis escuelas que brindan educación a nivel de pre-escolar, primaria, secundaria y educación técnica. La infraestructura educativa existente en tres comunidades (El Rodeo, Las Mesas y Santa Rita) se encuentra en regular estado; y en el resto de comunidades se encuentra en buen estado.

La comunidad Buena Vista cuenta con Comedor Infantil y el que existe en la comunidad Los Llanitos no se utiliza. En el casco urbano del municipio de San José de Cusmapa existe un Centro de Desarrollo Infantil (CDI), un instituto (Rafael María Fabretto) que brinda educación secundaria en los turnos matutino y vespertino, y modalidad dominical; además existe una Escuela Técnica de la Asociación Familia Padre Fabretto (AFPF) donde se imparten cursos de operador en microcomputadora e inglés técnico.

Cuadro 63. Distribución de infraestructura educativa que existe en las comunidades localizadas en la parte alta de la subcuenca del Río Tapacalí.

| Comunidad | Total de Escuelas | Nivel de educación que brinda | Estado de la Infraestructura | Procedencia de los maestros (as) | Observaciones |
|------------------|-------------------|-------------------------------|------------------------------|----------------------------------|---|
| El Rodeo | 1 | PE, P, EA | R | CM | Jóvenes acuden al instituto del casco urbano del municipio de San José de Cusmapa para realizar estudios de bachillerato. |
| Los Llanitos | 1 | PE | B | C | Para estudiar primaria y secundaria los niños y jóvenes acuden a la escuela e instituto del casco urbano del municipio de San José de Cusmapa. |
| Buena Vista | 1 | PE, P | B | C, OC, CM | Jóvenes acuden al instituto del casco urbano del municipio de Las Sabanas para realizar estudios de bachillerato o a Quebrada Honda al Sistema de Aprendizaje Tutorial (SAT). |
| Quebrada Honda | 3 | PE, P, S | B | CM | Ninguna |
| Miramar | 1 | PE, P | B | C, CM | Jóvenes asisten al instituto del casco urbano del municipio de Las Sabanas para realizar estudios de bachillerato. |
| Oruse | 1 | PE, P | B | C, CM | Jóvenes asisten al instituto del casco urbano del municipio de Las Sabanas para realizar estudios de bachillerato. |
| El Cipián | 1 | PE, P | B | OC, CM | Jóvenes asisten al instituto del casco urbano del municipio de Las Sabanas para realizar estudios de bachillerato. |
| Casco Urbano SJC | 4 | PE, P, S, ET | B | C, OC, CM | Existe una escuela técnica de la AFPF donde se imparten cursos de operador en microcomputadora e inglés técnico. Hay un pre-escolar. |
| Las Mesas | 2 | PE, P | R | CM | Hay un pre-escolar. Jóvenes asisten al Instituto del casco urbano del municipio de San Marcos de Colón o al de la aldea El Jocote para realizar estudios de bachillerato |
| Santa Rita | 1 | PE, P | R | CM | Jóvenes asisten al Instituto del casco urbano del municipio San Marcos de Colón o al de la aldea El Jocote para realizar estudios de bachillerato. |

En la parte media existen cinco escuelas que brindan educación a nivel de pre-escolar, primaria y secundaria. La infraestructura educativa existente en tres comunidades (Miquilse, El Mojón y Gualiqueme) se encuentra en regular estado y en las comunidades Las Victorias y Mal Paso esta en buen estado. La comunidad La Fuente no cuenta con infraestructura educativa.

Cuadro 64. Distribución de infraestructura educativa que existe en las comunidades localizadas en la parte media de la subcuenca del Río Tapacalí.

| Comunidad | Total de Escuelas | Nivel de educación que brinda | Estado de la Infraestructura | Procedencia de los maestros (as) | Observaciones |
|---------------|-------------------|-------------------------------|------------------------------|----------------------------------|---|
| Las Victorias | 1 | PE, P | B | NA | La escuela no está funcionando debido a la poca cantidad de estudiantes. Niños y jóvenes asisten a la escuela e instituto localizado en el casco urbano del municipio de Las Sabanas para realizar estudios de primaria y bachillerato. |
| Miquilse | 1 | PE, P | R | C, OC | Jóvenes acuden a la escuela localizada en la comunidad de Mal Paso para realizar estudios de bachillerato |
| Mal Paso | 1 | PE, P, S | B | OC | Algunos jóvenes acuden al instituto del casco urbano del municipio de San Lucas para realizar estudios de bachillerato |
| El Mojón | 1 | PE, P | R | C, CM | Jóvenes acuden al instituto del casco urbano del municipio de San José de Cusmapa para realizar estudios de bachillerato. |
| La Fuente | NO | NA | NA | NA | Niños acuden al pre-escolar de la comunidad Los Llanitos y a la escuela de primaria localizada en el casco urbano del municipio de San José de Cusmapa; al igual que los jóvenes al instituto para realizar estudios de bachillerato |
| Gualiqueme | 1 | P | R | OC | Jóvenes acuden al instituto del casco urbano del municipio de Somoto para realizar estudios de bachillerato. |

En la parte baja existen seis escuelas que brindan educación a nivel de pre-escolar, primaria y secundaria. Únicamente en la comunidad El Tablón la infraestructura educativa se encuentra en regular estado y en el resto de comunidades (La Playa, El Espino y Aguas Calientes) esta en buen estado. La comunidad La Playa cuenta con un Comedor Infantil.

Cuadro 65. Distribución de infraestructura educativa que existe en las comunidades localizadas en la parte baja de la subcuenca del Río Tapacalí.

| Comunidad | Total de Escuelas | Nivel de educación que brinda | Estado de la Infraestructura | Procedencia de los maestros (as) | Observaciones |
|-----------------|-------------------|-------------------------------|------------------------------|----------------------------------|--|
| La Playa | 3 | PE, P, S | B | C, CM | Ninguna |
| El Tablón | 1 | PE, P | R | CM | Jóvenes acuden a los Institutos localizados en el casco urbano del municipio de Somoto y San Lucas; o en las comunidades La Playa y Aguas Calientes (Somoto) para realizar estudios de bachillerato |
| El Espino | 1 | PE, P | B | CM | Maestros provienen de la cabecera del municipio de Somoto. Jóvenes acuden a los Institutos localizados en el casco urbano del municipio de Somoto o en las comunidades La Playa y Aguas Calientes (Somoto) para realizar estudios de bachillerato. |
| Aguas Calientes | 1 | PE, P | B | NA | La escuela no está funcionando debido a la poca cantidad de estudiantes. Los niños acuden a la escuela de la comunidad La Playa o Mal Paso. |

Fuente: (*) El autor a partir de información facilitada por los colaboradores claves que participaron en los Talleres Participativos de Diagnóstico Comunitario, 2013.

Clave: PE: Pre-escolar, P: Primaria, S: Secundaria, EA: Educación de Adulto, ET: Educación Técnica
B: Buena, R: Regular, C: De la misma comunidad, OC: Otra comunidades, CM: Cabecera Municipal
NA: No Aplica

En todas las comunidades se presenta un fenómeno de analfabetismo, ya que algunos pobladores no saben leer ni escribir. En doce comunidades se implementa Programa de Educación de Adultos; y en ocho comunidades (Aguas Calientes, Buena Vista, El Espino, El Mojón, La Fuente, El Cipián, Gualiqueme y Santa Rita) no se implementa este tipo de programa. Cabe destacar que en la comunidad Buena Vista estudiantes de secundaria alfabetizan a algunos pobladores de la comunidad.

▪ **Aspectos culturales**

Un total de once comunidades rurales localizadas en el territorio de la subcuenca son comunidades indígenas, de las cuales cuatro comunidades (El Rodeo, Los Llanitos, El Mojón y La Fuente) están adscritas a la jurisdicción político-administrativa del municipio de San José de Cusmapa; y siete comunidades (La Playa, El Tablón, El Espino, Mal Paso, Gualiqueme, Aguas Calientes y Miquilse) pertenecen al municipio de San Lucas.

Se han conformado dos organizaciones a nivel local que representan a los pobladores que habitan en las comunidades indígenas, denominadas Pueblo Indígena de San Lucas ISCAYAN y Pueblo Originario de Cusmapa “Sitio El Carrizal”, las cuales poseen Estatuto y Reglamento Interno.

Algunos pobladores de ocho comunidades (Aguas Calientes, El Mojón, El Rodeo, La Fuente, Los Llanitos, Oruse, Las Mesas y casco urbano del municipio de San José de Cusmapa) realizan trabajo de artesanía con materiales locales, cuya comercialización constituye una fuente de ingreso económico para las familias.

Cuadro 66. Comunidades de la subcuenca del Río Tapacalí en las que los pobladores realizan trabajo de artesanía.

| Comunidad | Tipo de artesanía |
|------------------|--|
| Aguas Calientes | Comal, olla |
| El Mojón | Comal, petate, escoba. Tinaja |
| El Rodeo | Pulsera, chapa, canasta, jarro, florero (con acículas de Pino) Olla, comal, alcancía de chanchito |
| La Fuente | Adorno de pared de casa, olla, comal, joyero Tejidos con hilo (mantel, zapato, bolso y cola) |
| Los Llanitos | Comal, olla, canasta de pino |
| Oruse | Olla, comal, jarro, tinaja, alcancía |
| Casco Urbano SJC | Canasto, petate, olla, artesanía de pino |
| Las Mesas | Artesanía de fécula de pino |

Fuente: El autor a partir de información facilitada por los colaboradores claves que participaron en los Talleres Participativos de Diagnóstico Comunitario, 2013.

Los pobladores de las comunidades profesan la religión católica y evangélica. La infraestructura religiosa que existe en la subcuenca es la siguiente: en la parte alta existen siete iglesias católicas y diez templos evangélicos, en la parte media hay dos iglesias católicas y tres templos evangélicos; y en la parte baja se localizan tres iglesias católicas y cinco templos evangélicos. En las comunidades que no cuentan con iglesia católica o templo evangélico, los pobladores acuden a las iglesias y templos evangélicos que se encuentran localizados en comunidades vecinas.

En todas las comunidades (excepto Aguas Calientes) se celebran festividades por motivo religioso, histórico, feriados nacionales y tradición comunitaria. Los habitantes dedican su tiempo libre para visitar familiar y amigos que habitan en otras comunidades, realizar compra en el mercado de los cascos urbanos de los municipios de Somoto, San Lucas, Las Sabanas y San José de Cusmapa, asistir a actos religiosos en las iglesias y templos evangélicos.

Cuadro 67. Principales festividades que se celebran en las comunidades de la subcuenca del Río Tapacalí.

| Zona Altitudinal | Comunidad | Festividades que se celebran |
|--------------------|------------------|---|
| PARTE ALTA | El Rodeo | San Caralampio (Patrono de la comunidad), San Antonio (Tradición comunitaria), Semana Santa, Día de la Biblia |
| | Los Llanitos | La Purísima, Semana Santa, Virgen de Fátima, Día de las Madres, Día del Niño, Día del Padre, Día de la Revolución Sandinista, Día del Maestro, Asunción de María, Fiestas Patrias, Día de la Biblia, Navidad, Fin de Año |
| | Buena Vista | Día de Las Madres, Día del Padre, Batalla de San Jacinto, Independencia de Centroamérica, Día del Maestro, La Purísima |
| | Quebrada Honda | Señor de Esquipulas (Fiesta Patronal), La Purísima |
| | Miramar | Semana Santa, Virgen María Auxiliadora, Día de Las Madres, Día del Padre, Día de la Revolución Sandinista, Fiesta Municipal, Fiestas Patrias, Día de la Hispanidad, San Rafael, Día de los Difuntos, La Purísima, Navidad |
| | Oruse | Día de Reyes Magos, Semana Santa, Día de Las Madres, Día de San Isidro (Patrono del Municipio), Día del Niño, Fiestas Patrias, Navidad |
| | El Cipián | Semana Santa, La Purísima, Navidad, Virgen del Carmen, Señor de Esquipulas, Día de la Biblia, Día de La Madre, Día del Niño, Día del Padre, Semana Santa |
| | Casco Urbano SJC | La Purísima, Conmemoración del fallecimiento del Padre Rafael María Fabretto |
| | Santa Rita | Semana Santa, La Purísima, Navidad |
| | Las Mesas | Semana Santa, Día de San Francisco, La Purísima, Navidad |
| PARTE MEDIA | Las Victorias | La Purísima, Navidad |
| | Milquitse | Día del Amor y la Amistad, Día de Las Madre, Día del Padre, Fiestas Patrias, Navidad, Fin de Año |
| | Mal Paso | Día de la Biblia, Navidad, Virgen de Guadalupe |
| | El Mojón | La Purísima. Señor de Los Milagros (Patrono de la comunidad) |
| | La Fuente | La Purísima, Fin de Año |
| | Gualiqueme | Fiestas Patrias, Día de las Madres, La Purísima |
| PARTE BAJA | La Playa | Día de las Madres, Día del Padre, Batalla de San Jacinto, Independencia de Centroamérica, Día del Maestro, La Purísima |
| | El Tablón | Señor de Los Milagros y Virgen de Fátima (Tradición comunitaria), La Purísima |
| | El Espino | Día del Niño, Día de Las Madres, Día del Maestro, Día del Padre, Día de San Valentín, Día del Trabajo, Semana Santa, Navidad, La Purísima, Fin de Año |
| | Aguas Calientes | No celebran ni festejan ninguna festividad |

Fuente: El autor a partir de información facilitada por los colaboradores claves que participaron en los Talleres Participativos de Diagnóstico Comunitario, 2013.

Las comunidades que no poseen cementerio son las siguientes: Quebrada Honda, El Cipián y Oruse (parte alta), El Mojón, La Fuente y Miquitse (parte media) y tres comunidades (La Playa, El Tablón y Aguas Calientes) localizadas en la parte baja de la subcuenca; los pobladores de estas comunidades utilizan los cementerios que se

encuentran localizados en las comunidades vecinas, casco urbano de los municipios de San José de Cusmapa, Las Sabanas y Somoto.

Cuadro 68. Distribución de infraestructura religiosa, cementerios y religión que profesan los pobladores que habitan en las comunidades de la subcuenca del Río Tapacalí.

| Zona Altitudinal | Comunidad | Religión | | Iglesia | | Cementerio | | Observaciones |
|------------------|------------------|----------|---|---------|---|------------|----|---|
| | | C | E | C | E | SI | NO | |
| PARTE ALTA | El Rodeo | X | X | 1 | 0 | X | | Católicos también acuden a la iglesia católica del casco urbano del municipio de SJC Evangélicos asisten a templos evangélicos del casco urbano del municipio de SJC |
| | Los Llanitos | X | X | 1 | 0 | X | | También acuden a la iglesia católica del casco urbano de SJC |
| | Buena Vista | X | X | 1 | 1 | X | | Pobladores no utiliza el cementerio, usan el cementerio municipal de Las Sabanas |
| | Quebrada Honda | X | | 1 | 0 | | X | Pobladores utilizan cementerio municipal de Las Sabanas o el de la comunidad Buena Vista |
| | Miramar | X | X | 1 | 1 | X | | Pobladores usan el cementerio municipal de Las Sabanas |
| | Oruse | X | X | 0 | 1 | | X | Pobladores usan el cementerio municipal de Las Sabanas Pobladores que profesan religión católica asisten a la iglesia del casco urbano del municipio de Las Sabanas |
| | El Cipián | X | X | 1 | 0 | | X | Pobladores que profesan religión evangélica asisten al templo evangélico de la comunidad Miramar Pobladores usan el cementerio municipal de Las Sabanas |
| | Casco Urbano SJC | X | | 1 | 5 | X | | Ninguna |
| | Santa Rita | X | X | 1 | 1 | | | Pobladores utilizan cementerio de la comunidad Cacamuya |
| | Las Mesas | X | | 1 | 0 | X | | Ninguna |
| PARTE MEDIA | Las Victorias | X | X | 1 | 1 | | X | Pobladores usan el cementerio municipal de Las Sabanas |
| | Milquitse | | X | 0 | 1 | X | | Ninguna |
| | Mal Paso | X | X | 1 | 1 | X | | Ninguna |
| | El Mojón | X | | 0 | 0 | | X | Pobladores utilizan cementerio de la comunidad Los Llanitos Pobladores asisten a la iglesia católica del casco urbano del municipio de SJC |
| | La Fuente | X | X | 0 | 0 | | X | Pobladores utilizan cementerio de la comunidad Los Llanitos o el del casco urbano del municipio de SJC Pobladores acuden a la iglesia católica y templos evangélicos del casco urbano del municipio de SJC |
| | Gualiqueme | X | X | 1 | 1 | X | | Ninguna |
| PARTE BAJA | La Playa | X | X | 1 | 4 | | X | Pobladores utilizan cementerio municipal de Somoto |
| | El Tablón | X | | 1 | 0 | | X | Pobladores utilizan cementerio de la comunidad El Espino |
| | El Espino | X | X | 1 | 1 | X | | Ninguna |
| | Aguas Calientes | X | | 0 | 0 | | X | Pobladores utilizan cementerio de la comunidad Mal Paso Pobladores asisten a las iglesias de las comunidades de Miquilce, Mal Paso y La Playa |

Fuente: El autor a partir de información facilitada por los colaboradores claves que participaron en los Talleres Participativos de Diagnóstico Comunitario, 2013.

En el casco urbano del municipio de San José de Cusmapa existe una biblioteca municipal, un pequeño estadio y dos miradores. Únicamente la comunidad La Playa y el casco urbano del municipio de San José de Cusmapa cuentan con un Parque Comunitario. Solamente nueve comunidades (La Playa, Las Victorias, Los Llanitos, Miquilse, Miramar, Quebrada Honda, Las Mesas, Santa Rita y el caso urbano del municipio de San José de Cusmapa) poseen infraestructura deportiva que es utilizada por los niños y jóvenes para jugar beisbol o futbol.

Cuadro 69. Comunidades de la subcuenca del Río Tapacalí que cuentan con infraestructura deportiva.

| Comunidad | Tipo de infraestructura deportiva |
|------------------|--|
| La Playa | Dos canchas y un campo para jugar beisbol o futbol |
| Las Victorias | Campo para jugar futbol |
| Los Llanitos | Una cancha |
| Miquilse | Un campo de futbol |
| Miramar | Un campo para beisbol y futbol |
| Quebrada Honda | Una cancha de futbol |
| Casco Urbano SJC | Estadio Municipal y una cancha |
| Las Mesas | Dos campos de futbol |
| Santa Rita | Un campo de futbol |

Fuente: El autor a partir de información facilitada por los colaboradores claves que participaron en los Talleres Participativos de Diagnóstico Comunitario, 2013.

4.3.3. Sectores económicos productivos

La principal actividad productiva que genera ingresos económicos a las familias que viven en las comunidades localizadas en el territorio de la subcuenca lo constituye la agricultura y ganadería.

Cuadro 70. Actividades productivas realizadas por los pobladores que habitan en las comunidades de la subcuenca del Río Tapacalí.

| Comunidad | Actividad Productiva | | | | Otras actividades que generan ingresos económicos | | | | | | | | | |
|-----------------|----------------------|---|-----------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| | Agricultura | | Ganadería | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| | A | B | A | B | | | | | | | | | | |
| Aguas Calientes | X | | | X | | | | X | | | X | | X | |
| Buena Vista | | X | | X | X | | | X | | X | X | X | X | |
| El Espino | X | | | X | X | | X | X | X | X | X | X | | |
| El Mojón | X | | X | | | | | | | X | | | X | |
| El Rodeo | | X | | X | | | | X | | X | | | X | |
| El Tablón | X | | | X | | | X | | | | | X | X | |
| La Fuente | X | | | X | | | | | | | | X | X | |
| La Playa | | X | | X | X | | X | | X | X | X | X | | X |
| Las Victorias | X | | | X | X | | | | | | | X | X | |
| Los Llanitos | X | | | X | X | | | | | | | X | X | X |
| Mal Paso | X | | | X | X | | | X | | X | X | X | X | |
| Miquilse | X | | | X | X | | X | | | | X | | X | X |
| Miramar | | X | | X | X | | X | | X | X | X | | X | X |
| Oruse | X | | | X | | | | | | | | X | X | |
| Quebrada Honda | X | | | X | X | | X | | X | | X | X | X | X |
| El Cipián | X | | X | | X | X | X | | | | | X | X | |
| Gualiqueme | X | | X | | | | | | | | | X | X | |
| Las Mesas | X | | | X | X | | X | | | X | | X | X | X |
| Santa Rita | | X | | X | X | X | X | X | | | X | | X | |

Fuente: El autor a partir de información facilitada por los colaboradores claves que participaron en los Talleres Participativos de Diagnóstico Comunitario, 2013.

Clave: A: Mayoría de productores/as, B: Algunos productores/as

1: Pulpería 2: Destace de animales, 3: Horneado, 4: Venta de comida

5: Trabajo doméstico que realizan las mujeres en el pueblo, 6: Remesas familiares

7: Trabajo de lavado y planchado que realizan las mujeres en el pueblo, 8: Trabajo como jornalero

9: Trabajo durante época de corte de café. 10: Trabajo asalariado

En catorce comunidades la mayoría de productores/as se dedica a la agricultura; y en dieciséis comunidades algunos productores/as se dedican a la ganadería. Otras actividades que generan ingresos a la economía familiar son las pequeñas pulperías, trabajo durante época de corte de café, trabajo como jornalero, trabajo de lavado y

planchado que realizan las mujeres en el casco urbano de los municipios de San José de Cusmapa, Las Sabanas, San Lucas y Somoto, y horneado. Además, los pobladores que han migrado a otros países en búsqueda de fuentes de trabajo, envían remesas familiares que contribuyen a mejorar la economía familiar. Algunos pobladores realizan trabajo asalariado en instituciones públicas o privadas, o como maestros. Asimismo, algunos pobladores de ocho comunidades (Aguas Calientes, El Mojón, El Rodeo, La Fuente, Los Llanitos, Oruse, Las Mesas y casco urbano del municipio de San José de Cusmapa) realizan trabajo de artesanía con materiales locales, cuya comercialización constituye una fuente de ingreso económico para las familias que se dedican a dicha actividad productiva. La comercialización de huevos, gallinas, cerdos, hortalizas y frutas; también genera ingresos económicos.

Cuadro 71. Principales cultivos establecidos en las parcelas agrícolas, tipo de ganadería y razas de ganado predominante en las comunidades de la subcuenca del Río Tapacalí.

| Comunidad | Principales Cultivos | Nuevos Cultivos | Tipo de ganadería | | | Razas de ganado predominantes |
|-----------------|------------------------------|--|-------------------|---|---|---|
| | | | 1 | 2 | 3 | |
| Aguas Calientes | Frijol, Maíz, Maicillo | Tomate, Cebolla, Chiltoma, Pepino | X | | | Pardo Suizo Brahaman, Guird Rojo |
| Buena Vista | Maíz, Frijol, Papa, Café | Ninguno | X | | | Pardo Suizo Brahaman Holstein, Gry |
| El Espino | Frijol, Maíz, Millón | Ninguno | X | | | Pardo Suizo Holstein Brahaman, Guird Rojo, Guince |
| El Mojón | Maíz, Frijol, Millón | Ninguno | X | | | Brahaman |
| El Rodeo | Maíz, Frijol | Ninguno | | | X | Brahaman, Pardo Suizo Holstein, Criollo |
| El Tablón | Maíz, Frijol, Millón | Aguacate, Cítricos | | X | | Brahaman, Pardo Suizo |
| La Fuente | Maíz, Frijol | Chile Tabasco, Chía | X | | | Pardo Suizo, Brahaman |
| La Playa | Maíz, Frijol, Sorgo, Millón | Ninguno | X | | | Pardo Suizo, Brahaman, Holstein |
| Las Victorias | Frijol, Maíz, Maicillo, Café | Ninguno | | | X | Holstein, Pardo Suizo, Brahaman |
| Los Llanitos | Maíz, Frijol, Millón | Café | X | | | Pardo Suizo, Brahaman |
| Mal Paso | Frijol, Maíz, Millón, Sorgo | Pequeños huertos de hortalizas | X | | | Brahaman, Lindo Brasil Pardo Suizo, Holstein, Guir, Criollo |
| Miquilse | Maíz, Frijol | Tomate, Cebolla, Chiltoma | X | | | Brahaman, Pardo Suizo, Gyr |
| Miramar | Café, Maíz, Frijol | Hortalizas | X | | | Pardo Suizo, Brahaman, Gyr, Criollo |
| Oruse | Maíz, Frijol | Ninguno | | X | | Pardo Suizo, Brahaman |
| Quebrada Honda | Café, Maíz, Frijol | Ninguno | X | | | Brahaman, Pardo Suizo |
| El Cipián | Frijol, Maíz, Café, Sorgo | Jamaica, Chía | | X | | Pardo Suizo, Brahaman, Holstein |
| Gualiqueme | Frijol, Maíz, Café, Sorgo | Ninguno | | X | | Pardo Suizo, Brahaman |
| Las Mesas | Café, Maíz, Frijol | Camote, Yuca, Tomate, Repollo, Lechuga | X | | | Pardo Suizo, Holstein, Jersey, Brahaman |
| Santa Rita | Café, Maíz, Frijol, Maicillo | Cebolla, Chile, Repollo | X | | | Holstein, Pardo Suizo, Brahaman |

Fuente: El autor a partir de información facilitada por los colaboradores claves que participaron en los Talleres Participativos de Diagnóstico Comunitario, 2013,

Clave: 1. Intensiva, 2: Extensiva, 3: Doble propósito

Los principales cultivos que se han establecido en las parcelas agrícolas de los productores/as son maíz, frijol, millón, sorgo, maicillo y café. Se han introducido nuevos cultivos como: tomate, chiltoma, repollo, pepino, cebolla, chile, camote, yuca,

lechuga, chíá, aguacate, cítricos. En los cultivos tradicionales se utilizan variedades criollas y mejoradas; y la siembra se realiza en primera y postrera. En trece comunidades, el tipo de ganadería que se práctica es extensiva. Las principales razas de ganado predominantes en la subcuenca son: Pardo Suizo Brahaman, Holstein, Gry, Guird Rojo, Guince, Criollo, Lindo Brasil y Jersey. Aproximadamente un total de 364 fincas poseen ganado mayor. El sitio donde pastorea el ganado es en potreros propios y potreros alquilados. En dos comunidades (El Espino y Santa Rita) el ganado pastoreo en la montaña. El tipo de pastoreo predominante es libre pastoreo y pastoreo rotativo. En tres comunidades (Buena Vista, La Fuente y Mal Paso) se realizan acciones de alimentación del ganado en la época de verano con el apoyo del Programa Hambre Cero, la UNAG y Escuela Radiofónica de Nicaragua. Entre las especies predominantes de pasto se destacan las siguientes: Jaragua, Zacate Estrella, Grama Natural, Taiwán, Gamba, Guinea, Alicia, Brizanta, King Grass.

Cuadro 72. Aspectos relevantes de ganadería mayor que se practica en las comunidades de la subcuenca del Río Tapacalí.

| Comunidad | No. de fincas con ganado mayor | No. de cabezas de ganado/finca | Cantidad de ganado que pastorea (Mz) | Sitio de pastoreo del ganado | | | Tipo de pastoreo | |
|-----------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|---|----|------------------|----|
| | | | | 1 | 2 | 3 | A | B |
| Aguas Calientes | 18 | 16 | 16 | X | | | X | |
| Buena Vista | 6 | 30 | 8 | X | X | | | SD |
| El Espino | 16 3 son terratenientes | 60 – 340 | 40 | X | | X | | SD |
| El Mojón | 47 | 10 | 4 | X | X | | | SD |
| El Rodeo | 10 | 2 | 3 | X | X | | | X |
| El Tablón | 25 | 5 | 4 | X | | | | SD |
| La Fuente | SD | 2 – 5 | 10 | X | | | | SD |
| La Playa | 10 | 30 | 5 | X | X | | | SD |
| Las Victorias | 9 | 20 | 4 – 5 | X | X | | X | |
| Los Llanitos | 10 | 2 – 4 | 6 | X | | | | SD |
| Mal Paso | 60 | 9 | 3 | X | X | | | X |
| Miquilse | 10 | 10 | 5 – 6 | X | X | | X | X |
| Miramar | 37 | 3 – 5 | 3 – 4 | X | X | | X | |
| Oruse | 9 | 57 | 1 | X | | | | X |
| El Cipián | 30 | 10 | 10 | X | | X | X | X |
| Gualiqueme | 30 | 10 | 10 | X | X | | X | X |
| Quebrada Honda | 15 | 2 – 40 | 10 | X | X | | | SD |
| Las Mesas | 10 | 93 | 20 | X | | X | | SD |
| Santa Rita | 12 | 25 | 4 | | | SD | X | |

Fuente: El autor a partir de información facilitada por los colaboradores claves que participaron en los Talleres Participativos de Diagnóstico Comunitario, 2013,

Clave: 1: Potrero propio, 2: Potrero Alquilado, 3: Montaña, A: Pastoreo Libre, B: Pastoreo Rotativo en Potreros
SD: Sin Dato

Todas las familias de quince comunidades poseen ganado menor. Algunas familias de nueve comunidades tienen bestia mular/caballar que la utilizan como medio de transporte, para carga y realizar actividades agrícolas. Algunas familias de catorce comunidades, han establecido un huerto familiar en el solar de sus viviendas; esta estrategia productiva contribuye a la Seguridad Alimentaria y Nutricional (SAN) y a mejorar la economía familiar. Únicamente en tres comunidades (La Playa, El Cipián y Gualiqueme) ninguna de las familias ha establecido huerto casero.

Cuadro 73. Aspectos relevantes de la ganadería menor, tenencia de bestia mular/caballar y establecimiento de huertos familiares en las comunidades de la subcuenca del Río Tapacalí.

| Comunidad | Familias que poseen ganado menor | | | Familias que poseen bestia mular/caballar | | | Uso que le dan | | | Huerto Familiar | | |
|-----------------|----------------------------------|---|---|---|---|---|----------------|---|---|-----------------|---|---|
| | A | B | C | A | B | C | 1 | 2 | 3 | a | b | c |
| Aguas Calientes | X | | | X | | | X | X | X | X | | |
| Buena Vista | X | | | | | X | X | X | X | | X | |
| El Espino | X | | | | X | | X | X | X | | X | |
| El Mojón | X | | | | X | | X | X | X | | X | |
| El Rodeo | | | X | | X | | X | | X | | X | |
| El Tablón | | X | | | X | | X | X | X | | X | |
| La Fuente | X | | | | | X | X | X | X | X | | |
| La Playa | X | | | | | X | X | X | X | | | X |
| Las Victorias | | | X | | | X | X | X | X | | X | |
| Los Llanitos | X | | | | | X | X | X | X | | X | |
| Mal Paso | X | | | | | X | X | X | X | | X | |
| Miquilse | X | | | | X | | X | X | X | | X | |
| Miramar | X | | | | X | | X | X | X | | X | |
| Oruse | | X | | | | X | X | X | X | | X | |
| Quebrada Honda | X | | | | | X | X | X | X | | X | |
| El Ciprián | X | | | X | | | X | X | X | | | X |
| Gualiqueme | X | | | X | | | X | X | X | | | X |
| Las Mesas | X | | | | | X | X | X | X | | X | |
| Santa Rita | X | | | | X | | X | X | | | X | |

Fuente: El autor a partir de información facilitada por los colaboradores claves que participaron en los Talleres Participativos de Diagnóstico Comunitario, 2013,

Clave: A: Todas las Familias, B: La mitad de las Familias, C: Algunas Familias
a: Todas las familias, b: Algunas familias, c: Ninguna de las familias
MT: Medio de Transporte, Ca: Carga, AA: Actividades Agrícolas

Cuadro 74. Acceso a crédito, método de almacenamiento de granos, comercialización de la producción y rol de la familia en actividades productivas en las comunidades de la subcuenca del Río Tapacalí.

| Comunidad | Acceso a crédito | | Método de almacenamiento de granos | | | | | Comercialización de la producción | | Método de comercialización de la producción | | | Participación de la mujer en labores agrícolas | | | Participación de niños (as) en labores agrícolas | | |
|-----------------|------------------|---|------------------------------------|---|---|---|---|-----------------------------------|---|---|---|----|--|---|---|--|---|---|
| | A | B | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | H | M | D | I | MP | a | b | c | a | b | c |
| Aguas Calientes | | X | | | X | X | | X | | | X | | X | | | | | |
| Buena Vista | X | | X | X | X | | X | | | X | | | X | | | | X | |
| El Espino | | X | X | | X | X | X | X | | X | X | | | X | | | X | |
| El Mojón | | X | X | | X | | | X | X | | X | | | X | | | X | |
| El Rodeo | | X | X | | X | | | X | | | | X | X | | | | | X |
| El Tablón | X | | X | | X | X | | X | | | X | | | X | | | X | |
| La Fuente | | X | | | | | | X | X | X | | | X | | | | X | |
| La Playa | | X | X | | X | X | | X | X | | X | | | X | | | X | |
| Las Victorias | | X | X | | X | X | X | X | X | | X | | | X | | | X | |
| Los Llanitos | X | | X | | X | X | X | X | X | X | | | X | | | X | | |
| Mal Paso | | X | X | | | X | | X | | | X | | | X | | | | X |
| Miquilse | | X | X | | X | X | X | X | | | X | | | X | | X | | |
| Miramar | X | | X | | X | X | | X | | X | X | | | X | | | X | |
| Oruse | | X | X | | | X | | X | | | X | | | | X | | X | |
| Quebrada Honda | X | | X | | X | X | | X | | | X | | | X | | | X | |
| El Ciprián | | X | X | X | X | X | X | X | | | X | | X | | | | | X |
| Gualiqueme | | X | | | X | X | | X | | | X | | X | | | | | X |
| Las Mesas | | X | X | | X | X | | X | X | X | | | | X | | | X | |
| Santa Rita | X | | X | | X | X | X | X | X | | X | | | X | | | X | |

Fuente: El autor a partir de información facilitada por los colaboradores claves que participaron en los Talleres Participativos de Diagnóstico Comunitario, 2013,

Clave: A: Algunos productores/as, B: Ningún productor/a, 1: Saco, 2: Troja, 3: Barril, 4: Silo, 5: Bolsa
a: Todos, b: Algunos, c: Ninguno, D: Directa, I: Intermediario, MP: Mercado del Pueblo.

En trece comunidades (Aguas Calientes, El Espino, El Mojón, El Rodeo, La Fuente, La Playa, Las Victorias, Mal Paso, Miquilse, Oruse, El Cipián, Gualiqueme y Las Mesas), ningún productor/a tiene acceso a crédito. En seis comunidades (Buena Vista, Los Llanitos, Miramar, Quebrada Honda y Santa Rita) algunos productores/as tienen acceso a crédito.

Los principales métodos que utilizan los productores/as para el almacenamiento de granos son: saco, barril y silo. La responsabilidad de la comercialización de la producción la realiza generalmente el hombre. En siete comunidades (El Mojón, La Fuente, La Playa, Las Victorias, Los Llanitos, Las Mesas y Santa Rita) las mujeres participan en la comercialización de la producción. El método predominante de comercialización de la producción es a través de intermediarios. Algunas mujeres de las comunidades participan en actividades agrícolas; al igual que algunos niños/as; lo cual representa un aspecto importante del rol que tienen los miembros del núcleo familiar en las actividades productivas.

Cuadro 75. Aspectos relevantes de manejo de suelo que realizan los productores de la subcuenca del Río Tapacalí.

| Zona Altitudinal | Comunidad | Quemas Agrícolas | | | Nivel de adopción de OCSA | | | Tipología de OCSA | | | | | | Institución que ha promovido adopción de OCSA |
|------------------|-----------------|------------------|---|---|---------------------------|---|---|-------------------|---|---|---|---|----------|---|
| | | A | B | C | a | b | c | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| PARTE ALTA | El Rodeo | | | X | | X | | X | X | X | | | X | Asociación Juan XXIII, INPRHU, UNICAM, MEFCCA |
| | Los Llanitos | | X | | | X | | X | X | X | X | X | X | UNICAM, ACH, INPRHU, MCN, Asociación Juan XXIII |
| | Buena Vista | | X | | | X | | X | X | X | | | X | INTA, INPHRU, UNAG, MAGFOR, MEFCCA, Alcaldía Municipal de Las Sabanas |
| | Quebrada Honda | | | X | X | | | X | X | X | | X | X | INTA, UNAG, INPRHU, ACH, Alcaldía Municipal de Las Sabanas, AFPF |
| | Miramar | | | X | | X | | X | X | X | X | X | X | INPRHU, INTA, UNAG, MEFCCA |
| | Oruse | | X | | | | X | X | X | | | X | X | INPRHU |
| | El Cipián | | X | | | | X | X | X | X | | | X | INPRHU |
| | Santa Rita | | X | | | X | | X | X | | | | X | AHPROHCAFE, COCASAM, ODESA |
| Las Mesas | | X | | | X | | X | X | X | X | X | X | PMA, ICF | |
| PARTE MEDIA | Las Victorias | | X | | X | | | X | X | | X | X | X | SD |
| | Miquilse | | X | | | | X | X | | X | | | X | INPRHU, MAGFOR, UNAG, SOYNICA, Alcaldía Municipal de San Lucas |
| | Mal Paso | | X | | | X | | X | X | X | | | X | SOYNICA, INPRHU, UNAG, ERN |
| | El Mojón | | X | | | X | | X | X | X | X | | X | UNICAM, ERN, INPRHU, ACH |
| | La Fuente | | X | | X | | | X | X | X | X | | X | UNICAM, ERN |
| | Gualiqueme | | X | | X | | | X | X | X | | | X | INPRHU |
| PARTE BAJA | La Playa | | | X | | | X | X | X | | | | X | SD |
| | El Tablón | | X | | | | X | X | X | X | X | | X | INPRHU |
| | El Espino | X | | | | | X | | | X | | | X | PCaC, ERN |
| | Aguas Calientes | | X | | | | X | X | X | X | | | X | INPRHU |

Fuente: El autor a partir de información facilitada por los colaboradores claves que participaron en los Talleres Participativos de Diagnóstico Comunitario, 2013.

Clave: A: Agricultores queman todos los años para sembrar, sin ningún control
 B: Agricultores queman casi todos los años en forma controlada, C: Agricultores nunca queman, SD: Sin Dato
 a: Todos los agricultores, b: Mitad de agricultores, c: Pocos agricultores
 1: Barrera Muerta, 2: Barrera Viva, 3: Dique, 4: Acequia, 5: Terraza, 6: Curva a Nivel

La mitad de los agricultores que realizan actividades productivas en las comunidades localizadas en el territorio de la subcuenca han adoptado Obras de Conservación de Suelos y Agua (OCSA) en sus parcelas agrícolas, las cuales han sido promovidas por organismos e instituciones que realizan acciones de desarrollo en el territorio. Las OCAS predominantes en la subcuenca son: curva a nivel, barrera muerta, barrera viva y diques para el control de cárcavas; las cuales han contribuido a conservar y mejorar la fertilidad de los suelos, a retener el suelo y aumentar rendimiento de los cultivos. La poca adopción de OCSA por parte de los productores se debe a la falta de asesoría técnica y recursos económicos.

Únicamente en la comunidad El Espino, los agricultores realizan quemas agrícolas sin ningún control. En cuatro comunidades (El Rodeo, Quebrada Honda, Miramar, La Playa) los agricultores no realizan quemas agrícolas. En catorce comunidades (Los Llanitos, Buena Vista, Oruse, Santa Rita, Las Mesas, Las Victorias, Miquilse, Mal Paso, El Mojón, La Fuente, El Tablón, Aguas Calientes, El Cipián y Gualiqueme), los agricultores realizan quemas agrícolas controladas.

Cuadro 76. Aspectos relevantes de fertilización orgánica e inorgánica que realizan los productores de la subcuenca del Río Tapacalí.

| Zona Altitudinal | Comunidad | Uso de Abono Orgánico | | Tipo de Abono Orgánico | | | | | | | Tiempo de uso | | | Uso de Abono Químico | | Cantidad aplicada (qq/mz) | |
|------------------|-----------------|-----------------------|----|------------------------|---|---|----|---|---|---|---------------|----|---|----------------------|----|---------------------------|-----|
| | | SI | NO | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | A | b | c | SI | NO | Urea | NPK |
| PARTE ALTA | El Rodeo | X | | X | | | | | | X | | X | | X | | | |
| | Los Llanitos | X | | | | X | | | | | | X | | X | | 1 | 1 |
| | Buena Vista | X | | | | X | | X | | | | | | X | | 1 | 0 |
| | Quebrada Honda | X | | | | | | X | | | X | | | X | | 3 | 2 |
| | Miramar | X | | | | X | X | X | X | | | X | | X | | SD | SD |
| | Oruse | | X | | | | NA | | | | | NA | | | X | | NA |
| | El Cipián | | X | | | | NA | | | | | NA | | | | 2 | 2 |
| | Santa Rita | X | | | | | X | | | X | X | | | | X | | NA |
| | Las Mesas | X | | | X | X | X | | | X | X | | | | X | | NA |
| PARTE MEDIA | Las Victorias | | X | | | | NA | | | | | NA | | X | | 2 | 2 |
| | Miquilse | | X | | | | NA | | | | | NA | | X | | 1 | 1 |
| | Mal Paso | | X | | | | NA | | | | | NA | | X | | 1 | 1 |
| | El Mojón | X | | | | X | | | X | X | | X | | X | | SD | SD |
| | La Fuente | X | | | X | X | | | | | | | X | X | | 1 | 1 |
| | Gualiqueme | | X | | | | NA | | | | | NA | | | | 1 | 1 |
| PARTE BAJA | La Playa* | | X | | | | NA | | | | | NA | | X | | 1 | 2 |
| | El Tablón | | X | | | | NA | | | | | NA | | X | | 1 | 2 |
| | El Espino | X | | | | | | | | X | | X | | X | | SD | SD |
| | Aguas Calientes | | X | | | | NA | | | | | NA | | X | | 1 | 0 |

Fuente: El autor a partir de información facilitada por los colaboradores claves que participaron en los Talleres Participativos de Diagnóstico Comunitario, 2013.

Clave: 1: Compost, 2: Gallinaza, 3: Estiércol vacuno, 4: Boscachi, 5: Lombricompost, 6: Biofertilizante, 7: Abono Verde
SD: Sin Dato, NA: No Aplica, a: Recientemente, b: Desde hace 5 años, c: Siempre

Para fertilizar sus parcelas los productores de 17 comunidades rurales utilizan fertilización química, excepto en las comunidades de Santa Rita y Las Mesas. Los productores de ocho comunidades rurales (El Rodeo, Los Llanitos, Buena Vista, Quebrada Honda, Miramar, El Mojón, La Fuente y El Espino) combinan el uso de fertilizantes químicos y abono orgánico para fertilizar sus parcelas. Los productores de nueve comunidades (Oruse, El Cipián, Las Victorias, Miquilse, Mal Paso, La Playa, El Tablón, Aguas Calientes, Gualiqueme), no utilizan abono

orgánico para fertilizar sus parcelas, recurren únicamente a la fertilización química. La fertilización orgánica se utiliza en hortalizas y café. El estiércol vacuno, abono verde, lombricompost y boscachi; representan los principales tipos de abono orgánico que utilizan los productores que practican agricultura orgánica.

4.3.4. Tenencia de la propiedad

En las comunidades localizadas en el territorio de la subcuenca, el tipo predominante de tenencia de la tierra es privada. En seis comunidades rurales (Buena Vista, Oruse, Las Mesas, Miquilse, Mal Paso y El Espino) y el casco urbano del municipio de San José de Cusmapa, los pobladores alquilan tierra para producir. En la comunidad Los Llanitos, algunos pobladores tienen tierras prestadas. En la comunidad Oruse, todas las familias poseen título de propiedad del solar en el que viven y algunas familias tienen título de la tierra en la que producen.

En diez comunidades rurales (El Rodeo, Los Llanitos, Buena Vista, Miramar, Santa Rita, La Fuente, La Playa, El Tablón, Aguas Calientes y Gualiqueme) el área promedio predominante de la propiedad es de dos a cinco manzanas. En siete comunidades rurales (Quebrada Honda, Las Victorias, El Mojón, Oruse, Las Mesas, El Espino y El Cipián) y el casco urbano de San José de Cusmapa el área promedio de la propiedad oscila entre una y menos de una manzana. Las familias de la comunidad Buena Vista no cuentan con título de propiedad. En quince de las comunidades rurales todas las familias poseen título de propiedad. Las familias de las comunidades insertas en el territorio de la subcuenca que están adscritas a la jurisdicción político-administrativa del municipio de San José de Cusmapa no tienen títulos de propiedad, porque son comunidades indígenas.

En ocho comunidades rurales (Buena Vista, El Mojón, El Rodeo, El Tablón, La Fuente, Las Victorias, Miquilse, Las Mesas) y el casco urbano de San José de Cusmapa se practica la venta de tierra; cuatro de estas comunidades son indígenas (El Mojón, El Rodeo, La Fuente y Miquise). Entre las razones por las cuales se realiza venta de tierra se destacan las siguientes: necesidad económica, resolver problemas familiares y de salud, comprar tierra en otro lugar, enemistad con otros pobladores.

En once comunidades rurales (Aguas Calientes, El Espino, La Playa, Los Llanitos, Mal Paso, Miramar, Oruse, Quebrada Honda, El Cipián, Gualiqueme y Santa Rita) no se realiza venta de tierra, debido a las siguientes razones: los pobladores conservan sus tierras para el futuro de sus familiares, solo cuentan con el solar de su vivienda, por el pequeño tamaño de la propiedad o por el hecho que su propiedad es tierra indígena.

Cabe destacar que en las comunidades indígenas todas las familias poseen un título real, el cual es reconocido por las autoridades indígenas, el gobierno local y el gobierno central. Este tipo de título de propiedad impide a las familias vender fácilmente sus tierras, porque es un patrimonio que ha pasado de generación en generación, las tierras solamente pueden ser dadas en herencia a familiares o venderse a personas también de descendencia indígena. Algunos pobladores de las comunidades indígenas poseen escrituras privadas, se desconocen las razones por las cuales los propietarios prefieren tener escrituras hechas por abogados y no por los

indígenas. En la comunidad indígena Mal Paso, solamente 15 familias poseen escrituras de posesión de su propiedad.

Cuadro 77. Comunidades de la subcuenca del Río Tapacalí en las que los pobladores practican venta de tierra.

| Comunidad | Motivo/razón de venta de la propiedad |
|------------------|---|
| Buena Vista | Algunas familias venden sus tierras por necesidad económica |
| El Mojón* | Algunos pobladores abandonan la comunidad y venden sus tierras, otros la venden por necesidad económica |
| El Rodeo* | Necesidad económica Resolver problemas familiares |
| El Tablón | Necesidad económica |
| La Fuente* | Una familia vendió su terreno por necesidad económica y otra para la construcción del vertedero municipal |
| Casco Urbano SJC | Necesidad económica |
| Las Victorias | Para comprar tierra en otro lugar |
| Miquilse* | Necesidad económica Resolver problemas familiares y de salud Enemistad con otros pobladores |
| Las Mesas | Necesidad económica Comprar tierra en otro lugar |

Fuente: El autor a partir de información facilitada por los colaboradores claves que participaron en los Talleres Participativos de Diagnóstico Comunitario, 2013,

Clave: (*): Comunidad Indígena.

Cuadro 78. Tipología y área promedio de la propiedad que poseen los pobladores que habitan en las comunidades de la subcuenca del Río Tapacalí.

| Zona Altitudinal | Comunidad | Tipo de tenencia de la propiedad | | | | | | Área promedio de la propiedad (Mz) | Título de Propiedad | | | |
|------------------|------------------|----------------------------------|---|---|---|---|---|------------------------------------|---------------------|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | | A | B | C | D |
| PARTE ALTA | El Rodeo* | X | | | | | | 2 – 5 | | | X | |
| | Los Llanitos* | X | | | | | X | 2 – 5 | X | | | |
| | Buena Vista | X | X | | | | | 2 – 5 | | | | X |
| | Quebrada Honda | X | | | | | | 1 | | | X | |
| | Miramar | X | | | | | | 2 – 5 | X | | | |
| | Oruse | X | X | | | | | < 1 | X | | | |
| | Casco Urbano SJC | X | X | X | X | | | < 1 | X | | | |
| | El Cipián | X | | | | | | 1 | X | | | |
| | Santa Rita | X | | | | | | 2 – 5 | X | | | |
| PARTE MEDIA | Las Mesas | X | X | | | | | < 1 | X | | | |
| | Las Victorias | X | | | | | | 1 | X | | | |
| | Milquilse* | X | X | | | | | > 5 | X | | | |
| | Mal Paso* | X | X | | | | | 3 - 10 | | | X | |
| | El Mojón* | X | | | | | | 1 | X | | | |
| | La Fuente* | X | | | | | | 2 – 5 | X | | | |
| PARTE BAJA | Gualiqueme | X | | | | | | 2 – 5 | X | | | |
| | La Playa* | X | | | | | | 2 – 5 | X | | | |
| | El Tablón* | X | | | | | | 2 – 5 | | | X | |
| | El Espino* | X | X | | | | | < 1 | X | | | |
| | Aguas Calientes* | X | | | | | | 2 – 5 | X | | | |

Fuente: El autor a partir de información facilitada por los colaboradores claves que participaron en los Talleres Participativos de Diagnóstico Comunitario, 2013,

Clave: (*): Comunidad Indígena, 1: Propia, 2: Alquilada, 3: Cooperativa, 4: Comunal, 5: Heredada, 6: Prestada
A: Todas las Familias, D: Más de la mitad de las Familias, C: Algunas Familias, D: Ninguna de las Familias

4.3.5. Evaluación de infraestructura física y económica

▪ Transporte

El principal medio de transporte que utilizan los pobladores para movilizarse a lo interno de la comunidad o a comunidades vecinas y/o aledañas es a pie, a caballo y en bicicleta. Los pobladores con posibilidades económicas han adquirido vehículo propio o motocicleta que le sirve de medio de transporte. Pobladores de diez comunidades utilizan transporte público para trasladarse a las comunidades en las cuales viven.

Cuadro 79. Medios de transporte utilizados por los pobladores que habitan en las comunidades de la subcuenca del Río Tapacalí.

| Zona Altitudinal | Comunidad | Medio de Transporte | | | | | | | | | |
|------------------|------------------|---------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| PARTE ALTA | El Rodeo | X | X | | X | | | | | | |
| | Los Llanitos | X | X | X | X | | | | | | |
| | Buena Vista | X | X | X | X | X | | | | | |
| | Quebrada Honda | X | X | | | | | | | | |
| | Miramar | X | X | X | X | | X | X | | | |
| | Oruse | X | X | | X | | | | X | | |
| | El Ciprián | X | X | | X | | X | | | | |
| | Casco Urbano SJC | X | X | X | X | | X | X | X | X | |
| | Santa Rita | X | | | X | | | X | | X | |
| | Las Mesas | X | | | X | X | X | X | | | |
| PARTE MEDIA | Las Victorias | X | X | | | | | | | | |
| | Milquitse | X | X | | X | | X | X | | | |
| | Mal Paso | X | X | | | | X | | | | |
| | El Mojón | X | X | | | | | | | | |
| | La Fuente | X | X | | | | | | | | |
| | El Gualiqueme | X | X | | X | | | | | | |
| PARTE BAJA | La Playa | X | X | X | | | X | X | | X | X |
| | El Tablón | X | X | | | | X | | | | |
| | El Espino | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| | Aguas Calientes | X | X | | | | X | | | | |

Fuente: El autor a partir de información facilitada por los colaboradores claves que participaron en los Talleres Participativos de Diagnóstico Comunitario, 2013..

Clave: 1: A pie, 2: Caballo, 3: Carreta, 4: Bicicleta, 5: Motocicleta, 6: Bus colectivo, 7: Vehículo propio, 8: Camión, 9: Camioneta, 10: Taxi

Para trasladarse al casco urbano de los municipios de San José de Cusmapa, Las Sabanas, San Lucas y Somoto; los pobladores que habitan en la parte alta y media de la subcuenca utilizan transporte público; al igual que los habitantes de las comunidades Las Mesas y Santa Rita para trasladarse al casco urbano del municipio de San Marcos de Colón en Honduras.

Las comunidades El Espino, El Tablón y La Playa están circundantes a la Carretera Panamericana, lo cual permite a los habitantes de estas comunidades poder utilizar taxi y el servicio de transporte colectivo que transita diariamente de Somoto al puesto fronterizo El Espino.

La comunidad de Miquilse tiene servicio de transporte colectivo, el cual realiza dos recorridos de la comunidad Las Lajitas a Somoto. Esto facilita a los habitantes de esta comunidad poder viajar por la mañana o por la tarde a la ciudad de Somoto.

▪ **Vías de comunicación**

En el interior de todas las comunidades hay una red de caminos que comunica a las viviendas unas con otras y a los sectores que la conforman. Por lo general, las vías de comunicación a las comunidades en la época de verano son buenas; en cambio en invierno se encuentran en regular o mal estado.

Cuadro 80. Estado de las vías de comunicación a las comunidades de la subcuenca del Río Tapacalí.

| Zona Altitudinal | Comunidad | Estado de las vías de comunicación | | | | | |
|---------------------|------------------|------------------------------------|---|---|--------|---|---|
| | | Invierno | | | Verano | | |
| | | B | R | M | B | R | M |
| PARTE ALTA | El Rodeo | X | | | X | | |
| | Los Llanitos | X | | | X | | |
| | Buena Vista | | | X | | X | |
| | Quebrada Honda | X | | | X | | |
| | Miramar | X | | | X | | |
| | Oruse | | X | | X | | |
| | El Cipián | X | | | X | | |
| | Casco Urbano SJC | X | | | X | | |
| | Santa Rita | | X | | X | | |
| | Las Mesas | X | | | X | | |
| PARTE MEDIA | Las Victorias | | | X | | X | |
| | Milquilse | | | X | | X | |
| | Mal Paso | | | X | | X | |
| | El Mojón | | | X | | X | |
| | La Fuente | | X | | X | | |
| | Gualiqueme | | X | | X | | |
| PARTE BAJA | La Playa | | X | | X | | |
| | El Tablón | | X | | X | | |
| | El Espino | X | | | X | | |
| | Aguas Calientes | | X | | X | | |

Fuente: El autor a partir de información facilitada por los colaboradores claves que participaron en los Talleres Participativos de Diagnóstico Comunitario.

Clave: B: Bueno, R: Regular, M: Malo

La comunidad Buena Vista posee un camino principal que conecta a la comunidad con el casco urbano del municipio de Las Sabanas, y que atraviesa a la comunidad desde el Cerro El Aguacatal hasta la comunidad El Cipián, hasta donde llega el transporte colectivo que tiene como ruta principal el camino que conduce desde el casco urbano del municipio de Las Sabanas hasta el casco urbano del municipio de San José de Cusmapa (AVC, 2012).

La comunidad El Cipián está ubicada a 2 kilómetros de distancia del casco urbano del municipio de Las Sabanas, la principal vía de acceso la atraviesa de Este a Oeste, desde la cabecera municipal hacia la comunidad Miramar a dos kilómetros y San José de Cusmapa a seis kilómetros. En la parte Sur se encuentra un camino secundario que conduce a la comunidad Quebrada Honda a 1½ kilómetros de distancia, el cual es

transitable en vehículo de doble tracción, a caballo, en moto, en bicicleta y a pie. Después, este camino se enlaza con la comunidad Buena Vista, ubicada a 2 ½ kilómetros de la comunidad El Cipián. Las vías de acceso pueden transitarse en vehículo sencillo y de doble tracción. En invierno pueden encontrarse algunos pegaderos hacia San José de Cusmapa y hay dificultades al trasladarse hacia la comunidad Quebrada Honda por la crecida de la quebrada Santa Lucía (AVC, 2012).

La comunidad Miramar está ubicada a cinco kilómetros de distancia del casco urbano del municipio de Las Sabanas. La principal vía de acceso a la comunidad es una carretera de macadán. Las comunidades más cercanas son El Cipián a 2 kilómetros de distancia y el casco urbano del municipio de San José de Cusmapa en la salida sur a 6½ kilómetros. En invierno pueden encontrarse dificultades para trasladarse al caso urbano del municipio de San José de Cusmapa debido al cruce del puente del Río Tapacalí, así mismo algunos derrumbes en la misma dirección representan un peligro durante un invierno copioso. No siendo igual hacia la comunidad El Cipián, ya que la carretera se encuentra en buen estado durante todo el año (AVC, 2012).

Quebrada Honda está ubicada a cinco kilómetros de distancia del casco urbano del municipio Las Sabanas. La vía principal de acceso a esta comunidad es una carretera de macadán. En invierno pueden encontrarse algunos pegaderos desde la comunidad El Cipián hacia la misma e incomunicación de la vía por la Quebrada Santa Lucía, así mismo en dirección a la comunidad Buena Vista pueden encontrarse derrumbes a lo largo del camino que interrumpen el tránsito (AVC, 2012).

El casco urbano del municipio de San José de Cusmapa está ubicado a once kilómetros de distancia del casco urbano del municipio de Las Sabanas, la vía principal de acceso es una carretera de macadán (AVC, 2012).

La comunidad El Mojón se conecta con el casco urbano del municipio de San José de Cusmapa por una carretera de material selecto, la cual es utilizada en todo tiempo. Sin embargo, el sector El Chorro queda incomunicado en la temporada de invierno por el pase de criques o quebradas. El camino principal que conecta el casco urbano del municipio de San José de Cusmapa con la comunidad puede ser recorrido en vehículo hasta el sector La Escuelita y El Chorro. El sector Las Canoas no tiene acceso vehicular y se encuentra en la parte más baja de la comunidad. Existen cuatro caminos secundarios que conectan a la comunidad con todos sus sectores y cada una de las viviendas (AVC, 2012).

Dada la cercanía que la comunidad El Rodeo tiene con el casco urbano del municipio de San José de Cusmapa, es común que las personas se movilicen a pie para realizar gestiones en dicho lugar. Sin embargo, el principal problema con las vías de acceso que posee esta comunidad lo enfrentan los estudiantes que tienen que movilizarse desde los distintos puntos de donde viven hasta la escuela o al instituto que está localizado en el casco urbano del municipio de San José de Cusmapa. La dificultad que se presenta en las vías alternas o caminos secundarios es que presentan muchas cuestas o pendientes y el suelo es arcilloso; lo que provoca que en invierno frecuentemente los niños se caigan, resultando lesionados o con fracturas. Por el sector El Zamorano, pasa la carretera principal que es de todo tiempo y que comunica

a con el casco urbano de los municipios de Las Sabanas y San José de Cusmapa, por lo que los pobladores que habitan en este sector se ven beneficiados por el transporte colectivo que hace el recorrido entre ambos sitios. En los sectores Rodeo y Río Arriba, la población se moviliza a pie o en bestias por un camino secundario que se encuentra en buen estado. Este camino es de todo tiempo y puede ser utilizado por vehículos livianos de doble tracción (AVC, 2012).

La Fuente está ubicada a dos kilómetros de distancia del casco urbano del municipio de San José de Cusmapa. Tiene dos vías principales de acceso. Una de las vías de acceso solamente es transitable a pie y comunica con el Sector 1, y está ubicada sobre la salida Oeste hacia la comunidad El Mojón, es un camino de todo tiempo con pendientes fuertes, pues está ubicado sobre una montaña que baja hacia la comunidad. La segunda vía de acceso a 2.5 kilómetros que se dirige al Sector 2, es la más utilizada, es una carretera de todo tiempo, muy pedregosa que atraviesa la comunidad de Sur a Noroeste, este camino es transitable en vehículo de doble tracción, en moto, en bestia y a pie. Las comunidades más cercanas son Los Llanitos, el casco urbano del municipio de San José de Cusmapa y El Mojón. Dentro de la comunidad existe una red de caminos internos y senderos que comunican a las viviendas (AVC, 2012).

La comunidad Los Llanitos está ubicada a un kilómetro de distancia del casco urbano de San José de Cusmapa. La vía principal de acceso a la comunidad es una carretera de macadán. Las comunidades más cercanas son La Fuente a tres kilómetros de distancia, el casco urbano de San José de Cusmapa en la salida Sureste, El Mamey a cuatro kilómetros y El Mojón a 2 ½ kilómetros de distancia. Dentro de la comunidad existe una red de caminos internos que comunican a las viviendas unas con otras dentro de los diferentes sectores que la conforman. Por su cercanía con el casco urbano del municipio de San José de Cusmapa, la población se traslada a pie, en motocicleta, bicicleta y en bestia hacia las comunidades aledañas (AVC, 2012).

La carretera principal que conduce a la comunidad Miquilse está en buen estado, 20 kilómetros son de pavimento y 9 de macadán que va de la comunidad La Playa. A lo interno de la comunidad existe una red de caminos que conducen a las comunidades vecinas de Mal Paso, Aguas Calientes, Matasano, Oruse, Las Lajitas y La Palma; por estos caminos la población se moviliza a pie.

▪ **Telecomunicaciones**

Únicamente en la comunidad El Espino, algunas familias compran el periódico para mantenerse informados. En el casco urbano del municipio de San José de Cusmapa existen dos cyber (uno municipal y otro de la Asociación Familia Padre Fabreto -AFPF) donde la población puede acceder a internet; asimismo, algunas familias poseen computadora y tienen acceso a internet.

En 11 comunidades rurales (El Rodeo, Buena Vista, Oruse, Santa Rita, Las Mesas, Mal Paso, El Mojón, La Playa, El Tablón, Miquilse y El Espino) algunas familias tienen acceso a telefonía celular, cuyo servicio es brindado por las compañías telefónicas Claro y Movistar. En tres comunidades rurales (Oruse, El Mojón y La Fuente) ninguna de las familias posee televisor; en cambio, todas las familias que habitan en el casco

urbano del municipio de San José de Cusmapa cuentan con dicho artefacto eléctrico, lo que les permite tener acceso a medios de comunicación social televisivos. En 9 comunidades rurales (Miramar, El Cipián, Santa Rita, Las Mesas, Mal Paso, La Fuente, El Espino, Aguas Calientes y Gualiqueme) y el casco urbano de San José de Cusmapa todas las familias poseen radio.

Cuadro 81. Medios de comunicación social utilizados por los pobladores que habitan en las comunidades de la subcuenca del Río Tapacalí.

| Zona Altitudinal | Comunidad | Medio de Comunicación Social | | | | |
|------------------|------------------|------------------------------|----|---------|----------|-----------|
| | | Radio | TV | Celular | Internet | Periódico |
| PARTE ALTA | El Rodeo | AF | AF | AF | NF | NF |
| | Los Llanitos | AF | AF | TF | NF | NF |
| | Buena Vista | AF | AF | AF | NF | NF |
| | Quebrada Honda | AF | AF | TF | NF | NF |
| | Miramar | TF | AF | TF | NF | NF |
| | Oruse | AF | NF | AF | NF | NF |
| | El Cipián | TF | AF | TF | NF | NF |
| | Casco Urbano SJC | TF | TF | TF | AF | NF |
| | Santa Rita | TF | AF | AF | NF | NF |
| | Las Mesas | TF | AF | AF | NF | NF |
| PARTE MEDIA | Las Victorias | AF | AF | TF | NF | NF |
| | Milquitse | AF | AF | TF | NF | NF |
| | Mal Paso | TF | AF | AF | NF | NF |
| | El Mojón | AF | NF | AF | NF | NF |
| | La Fuente | TF | NF | TF | NF | NF |
| | Gualiqueme | TF | AF | TF | NF | NF |
| PARTE BAJA | La Playa | AF | AF | AF | NF | NF |
| | El Tablón | AF | AF | AF | NF | NF |
| | El Espino | TF | AF | AF | NF | AF |
| | Aguas Calientes | TF | AF | TF | NF | NF |

Fuente: El autor a partir de información facilitada por los colaboradores claves que participaron en los Talleres Participativos de Diagnóstico Comunitario, 2013.

Clave: TF: Todas las Familias, AF: Algunas Familias, NF: Ninguna Familia

▪ Servicio de electricidad

En siete comunidades rurales (Oruse, Santa Rita, Las Mesas, El Mojón, La Fuente, Aguas Calientes y Gualiqueme), las viviendas no tienen acceso a servicio de electricidad. En cuatro comunidades rurales (Quebrada Honda, El Cipián, Miquitse y El Tablón), todas las viviendas cuentan con luz eléctrica. Todas las viviendas de la comunidad Aguas Calientes cuentan con panel solar. En la comunidad La Fuente un total de cinco familias poseen panel solar. Algunas familias de las comunidades Buena Vista, Las Victorias, Las Mesas y Santa Rita poseen panel solar.

Cuadro 82. Acceso a servicio de electricidad en las comunidades de la subcuenca del Río Tapacalí.

| Zona Altitudinal | Comunidad | Cobertura del servicio de electricidad | | | | |
|---------------------|------------------|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| PARTE ALTA | El Rodeo | | | | | |
| | Los Llanitos | | | | | |
| | Buena Vista | | | | | |
| | Quebrada Honda | | | | | |
| | Miramar | | | | | |
| | Oruse | | | | | |
| | El Cipián | | | | | |
| | Casco Urbano SJC | | | | | |
| | Santa Rita | | | | | |
| | Las Mesas | | | | | |
| PARTE MEDIA | Las Victorias | | | | | |
| | Milquitse | | | | | |
| | Mal Paso | | | | | |
| | El Mojón | | | | | |
| | La Fuente | | | | | |
| | Gualiqueme | | | | | |
| PARTE BAJA | La Playa | | | | | |
| | El Tablón | | | | | |
| | El Espino | | | | | |
| | Aguas Calientes | | | | | |

Fuente: El autor a partir de información facilitada por los colaboradores claves que participaron en los Talleres Participativos de Diagnóstico Comunitario, 2013..

Clave: 1: Todas las Viviendas, 2: Mayoría de las Viviendas, 3: 50% de Viviendas, 4: Algunas Viviendas
5: Ninguna de las Viviendas

▪ Agua y saneamiento

Los pobladores de las comunidades de la subcuenca se abastecen de fuentes hídricas superficiales y subterráneas para satisfacer sus necesidades de consumo de agua para uso doméstico. Nueve comunidades rurales (Buena Vista, El Espino, Los Llanitos, Miramar, Oruse, Quebrada Honda, El Cipián, Las Mesas y Santa Rita) tienen acceso a agua potable. La comunidad Buena Vista abastece de agua a la comunidad Quebrada Honda; la comunidad El Cipián abastece a la comunidad Villa El Carmen y la comunidad El Espino abastece a las comunidades El Tablón y La Fraternidad del municipio de San Marcos de Colón en Honduras.

Las comunidades Quebrada Honda, Oruse y Las Victorias son abastecidas por captación de manantiales. En las comunidades El Espino y El Tablón, la fuente proviene de la comunidad El Tablón, con sistema de almacenamiento y distribución para abastecer a ambas comunidades. En el caso de las comunidades Miquilse y Malpaso es un sistema de bombeo por gravedad provenientes de los manantiales ubicados en San Pedro en el municipio de Las Sabanas el que abastece de agua a estas dos comunidades.

Cuadro 83. Fuentes hídricas de abastecimiento de agua utilizadas por los pobladores de las comunidades de la subcuenca binacional del Río Tapacalí.

| Comunidad | Fuente hídrica de abastecimiento de agua | | | | | | | | | | | Quebradas que atraviesan la comunidad | |
|-----------------|--|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|---------------------------------------|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | | |
| Aguas Calientes | X | X | | | | X | | | X | | | | El Rin, Aguas Calientes |
| Buena Vista | | X | X | X | X | X | X | | X | | | | No tienen nombre |
| El Espino | X | X | | X | X | | | X | | | | | Los Pozos |
| El Mojón | | X | X | X | | X | X | X | X | | | | SD |
| El Rodeo | | X | X | | | | | X | | | | | Las Pilas, Agua Sal |
| El Tablón | X | X | | X | | | | X | X | X | | | Quebrada Seca, Los Leones |
| La Fuente | X | X | | | | | | X | X | | | | Los Marines, El Salto |
| La Playa | X | X | X | X | | | X | X | X | X | | | El Varillal |
| Las Victorias | | X | | | | | | | X | | | | El Naranjal |
| Los Llanitos | | X | X | | X | | | | X | X | | | El Tule, La Ceiba, Los Mangos |
| Mal Paso | | X | | | | | X | | X | | | | Puente Misagualto, El Guapinol, El Pílon, El Mal Pasón, La Cañada |
| Miquilse | | X | | | | | X | | | | | | Malpasito, Aguas Calientes, El Rin, La Lima, La Manzana |
| Miramar | | X | X | | X | X | X | | X | X | X | | Santa Lucia, Aguacatal, El Carrizo, Las Pilas |
| Oruse | | | X | | X | | | | | | | | La Cata, Gertrudis |
| Quebrada Honda | | X | | X | X | | X | X | X | | | X | Quebrada Honda |
| El Cipián | | X | | | X | X | | | | | | | Santa Lucia, La Quebradita |
| Gualiqueme | | X | | X | | X | | X | X | X | | | La Sopera, La Quebradona, La Mondonga |
| Las Mesas | | X | X | X | X | | X | X | | X | X | | Sabana Larga, Encinal |
| Santa Rita | | X | | | X | X | | | X | | | | Las Palmas, El Divisadero, La Coyutera |

Fuente: El autor a partir de información facilitada por los colaboradores claves que participaron en los Talleres Participativos de Diagnóstico Comunitario, 2013.

Clave: 1: Río, 2: Quebrada, 3: Pozo excavado, 4. Pozo comunal, 5: Agua potable, 6: Manantial
7: Puesto público de agua, 8: Pozo perforado, 9: Ojo de agua, 10: Pozo privado, 11: Puesto domiciliar

Cuadro 84. Comunidades de la subcuenca del Río Tapacalí que tienen acceso a agua potable.

| Zona Altitudinal | Comunidad | Familias con acceso a agua potable | | | Total de viviendas con acceso a agua potable |
|------------------|----------------|------------------------------------|---|---|--|
| | | 1 | 2 | 3 | |
| PARTE ALTA | Oruse | X | | | 36 |
| | Miramar | X | | | 49 |
| | Los Llanitos | | X | | 45 |
| | Buena Vista | | X | | Mayoría |
| | Quebrada Honda | X | | | 79 |
| | El Cipián | X | | | 72 |
| | Las Mesas | | X | | 102 |
| | Santa Rita | | | X | 24 |
| PARTE BAJA | El Espino | X | | | 80 |

Fuente: El autor a partir de información facilitada por los colaboradores claves que participaron en los Talleres Participativos de Diagnóstico Comunitario, 2013.

Clave: 1: Todas las familias, 2: Mayoría de las familias, 3: Mitad de las familias

En seis comunidades rurales (Aguas Calientes, El Rodeo, El Tablón, Las Victorias, Gualiqueme y Los Llanitos) no existe Comité de Agua Potable y Saneamiento (CAPS); en las comunidades Las Mesas y Santa Rita adscrita a la jurisdicción político-administrativa del municipio de San Marcos de Colón esta organización comunitaria para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos se denomina Junta de Agua. La responsabilidad de acarrear el agua al hogar generalmente la realizan las mujeres.

Tres comunidades rurales (Aguas Calientes, El Espino y El Rodeo) presentan problemas de disponibilidad de agua en la época de verano. Un total de siete comunidades rurales (Aguas Calientes, Buena Vista, El Espino, El Tablón, Las Victorias, Los Llanitos y Miramar) no presentan problemas de abastecimiento de agua.

En las comunidades Aguas Calientes, El Cipián, Gualiqueme y La Playa, los pobladores no han adoptado prácticas de cosecha de agua. Entre las prácticas de cosecha de agua que han adoptado algunos pobladores de las comunidades se destacan las siguientes: tanque, pila, laguna y cisterna; las cuales han sido promovidas por organismos que realizan acciones de desarrollo comunitario en el territorio de la subcuenca.

En ocho comunidades rurales (El Rodeo, La Playa, Miramar, Oruse, Quebrada Honda, Gualiqueme, Las Mesas y Santa Rita) se purifica el agua para uso doméstico, para ello se utiliza comúnmente cloro y algunos pobladores cuentan con filtro. En nueve comunidades rurales (El Espino, El Rodeo, Las Victorias, Los Llanitos, Mal Paso, Oruse, Gualiqueme, Las Mesas y Santa Rita) no se realiza monitoreo de calidad del agua de los pozos.

Las viviendas de la comunidad Aguas Calientes no cuentan con infraestructura sanitaria (letrina), esta situación representa un riesgo ambiental debido a que los pobladores al no tener acceso a esta infraestructura sanitaria practican fecalismo al aire libre, lo cual representa un foco de contaminación. Solamente en cinco comunidades rurales (Quebrada Honda, Miramar, Las Victorias, Miquilse, El Cipián, Gualiqueme y El Espino), todas las viviendas poseen letrinas. El estado de la infraestructura sanitaria se encuentra en regular y mal estado, en trece y seis comunidades respectivamente.

Cuadro 85. Letrinización en la subcuenca del Río Tapacalí.

| Zona Altitudinal | Comunidad | Acceso a la Infraestructura | | | | Estado de la Infraestructura | | |
|------------------|------------------|-----------------------------|---|---|---|------------------------------|----|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | B | R | M |
| PARTE ALTA | El Rodeo | | | X | | | | X |
| | Los Llanitos | | | X | | | | X |
| | Buena Vista | | | X | | | X | |
| | Quebrada Honda | X | | | | | | X |
| | Miramar | X | | | | | X | |
| | Oruse | | | X | | | | X |
| | El Cipián | X | | | | | X | |
| | Casco Urbano SJC | | X | | | | | X |
| | Santa Rita | | X | | | | X | |
| Las Mesas | | | X | | | X | | |
| PARTE MEDIA | Las Victorias | X | | | | | X | |
| | Milquilse | X | | | | | X | |
| | Mal Paso | | X | | | | X | |
| | El Mojón | | | X | | | X | |
| | La Fuente | | | X | | | X | |
| | Gualiqueme | X | | | | | X | |
| PARTE BAJA | La Playa | | X | | | | X | |
| | El Tablón | | | X | | | X | |
| | El Espino | X | | | | | | X |
| | Aguas Calientes | | | | X | | NA | |

Fuente:

El autor a partir de información facilitada por los colaboradores claves que participaron en los Talleres Participativos de Diagnóstico Comunitario, 2013.

Clave:

1: Todas las viviendas, 2: Mayoría de las viviendas, 3: Pocas viviendas, 4: Ninguna de las viviendas, NA: No Aplica

Los desechos domésticos (basura) generados en las viviendas de los pobladores que habitan en las comunidades de la subcuenca, generalmente se queman y entierran. En tres comunidades rurales (Santa Rita, Mal Paso y El Espino) son depositados en el río y/o quebrada y en los caminos. En dos comunidades rurales (El Tablón y Quebrada Honda) son reciclados, en siete comunidades (Los Llanitos, Buena Vista, Las Mesas, Mal Paso, La Playa, El Cipián y Aguas Calientes) se utilizan para producir abono y en siete comunidades (El Rodeo, Los Llanitos, Buena Vista, Miramar, Las Mesas, Gualiqueme y La Playa) como alimento de animales de patio. Únicamente en la comunidad Milquise se depositan en el basurero comunal.

Cuadro 86. Métodos de eliminación de desechos domésticos utilizados por los pobladores que habitan en la subcuenca del Río Tapacalí.

| Zona Altitudinal | Comunidad | Método de eliminación de desechos domésticos | | | | | | |
|---------------------|------------------|--|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| PARTE ALTA | El Rodeo | | | | | | X | |
| | Los Llanitos | X | | | | X | X | |
| | Buena Vista | X | X | | | X | X | |
| | Quebrada Honda | X | X | X | | | | |
| | Miramar | X | | | | | X | |
| | Oruse | X | | | | | | |
| | El Cipián | X | X | | | X | | |
| | Casco Urbano SJC | X | | | | | | |
| | Santa Rita | X | X | | | | | X |
| | Las Mesas | X | X | | | X | X | |
| PARTE MEDIA | Las Victorias | X | X | | | | | |
| | Milquise | | | | X | | | |
| | Mal Paso | X | X | | | X | | X |
| | El Mojón | | X | | | | | |
| | La Fuente | X | X | | | | | |
| | Gualiqueme | X | | | | | X | |
| PARTE BAJA | La Playa | | X | | | X | X | |
| | El Tablón | X | | X | | | | |
| | El Espino | X | X | | | | | X |
| | Aguas Calientes | X | | | | X | | |

Fuente: El autor a partir de información facilitada por los colaboradores claves que participaron en los Talleres Participativos de Diagnóstico Comunitario, 2013.

Clave: 1: Quemarlo, 2: Enterrarlo, 3: Reciclarlo, 4: Depositarlo en el basurero comunal, 5: Producir abono
6: Alimentación de animales de patio, 7: Depositarlo en el río/quebradas y caminos

4.3.6. Comunidades y Recursos Naturales

▪ Agua

El potencial y/o capital hídrico que posee la subcuenca está representado por sistemas manuales de extracción de agua (pozos excavados y pozos perforados), captación de manantial, mini-acueductos por gravedad, quebradas surgidas de sistemas de fallas y fracturas en los cerros; estas fuentes de agua son aprovechadas por la población que habita en las comunidades para abastecimiento de agua potable, uso doméstico y riego de áreas de cultivo de hortalizas. En la época de verano, la población que habita en las comunidades presenta problemas de abastecimiento de agua, ya que disminuyen los caudales de las quebradas, pozos, manantiales y del Río Tapacalí.

Únicamente en la comunidad Las Mesas, los pobladores utilizan el agua de los pozos para riego; y en nueve comunidades (Aguas Calientes, Buena Vista, El Tablón, La

Fuente, La Playa, Los Llanitos, Mal Paso, Miquilse y Santa Rita) se utiliza el agua del Río Tapacalí y/o quebradas para regar áreas de cultivo.

Actualmente, la población hace un manejo inadecuado de las fuentes superficiales y subterráneas que abastecen de agua a las comunidades localizadas en el territorio de la subcuenca. Solamente en cinco comunidades (El Mojón, El Rodeo, El Tablón, La Playa y Oruse) los pobladores realizan jornadas de descontaminación del Río Tapacalí y/o quebradas.

Según los pobladores de las comunidades, la principal fuente de contaminación del Río Tapacalí y/o quebradas es el uso de detergente y jabón utilizado por las mujeres para lavar ropa, el lavado de la mochila de fumigación y la actividad pastoril porque el ganado llega a aguar a dichas fuentes hídricas superficiales. De acuerdo a la percepción local, la calidad del agua para consumo doméstico en tres comunidades (El Espino, El Rodeo y Miquilse) es catalogada de mala calidad.

En la comunidad La Playa, hay algunos pozos que sale el agua con raíces debido a que se ha sembrado Neem (*Azadirachta indica*) en los alrededores de los pozos, generando grandes cantidades de raíces que daña el sistema de rejillas cubriéndola con sus raíces.

Cuadro 87. Fuentes de contaminación hídrica y percepción local de la calidad del agua.

| Comunidad | Fuentes de contaminación del agua del río/quebrada | | | | | | Percepción local de la calidad del agua para uso doméstico | | |
|-----------------|--|---|---|---|---|---|--|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | B | R | M |
| Aguas Calientes | X | X | X | X | | | | X | |
| Buena Vista | | X | X | X | | | | X | |
| El Espino | X | X | | X | X | X | | | X |
| El Mojón | | X | X | X | | | X | | |
| El Rodeo | | | X | X | | | | | X |
| El Tablón | X | X | X | X | | | X | | |
| La Fuente | X | X | X | | | | X | | |
| La Playa | | X | X | X | | | | X | |
| Las Victorias | | | X | X | | | X | | |
| Los Llanitos | X | X | | X | X | X | | X | |
| Mal Paso | | X | X | X | | | | X | |
| Miquilse | | X | X | | | X | | | X |
| Miramar | X | X | X | X | | X | | X | |
| Oruse | | X | X | | | X | | X | |
| Quebrada Honda | | | | X | | X | X | | |
| El Cipián | | | | X | | | X | | |
| Gualiqueme | | | | X | | X | X | | |
| Las Mesas | | | | X | | | X | | |
| Santa Rita | | X | X | X | | | X | | |

Fuente: El autor a partir de información facilitada por los colaboradores claves que participaron en los Talleres Participativos de Diagnóstico Comunitario, 2013.

Clave: 1: Depósito de basura, 2: Lavado de mochila de fumigación, 3: Actividad Pastoril, 4: Detergente y Jabón, 5: Aguas servidas, 6: Depósito de animales muertos, B: Buena, R: Regular, M: Mala.

Cuadro 88. Valoración cualitativa del estado situacional de los Recursos Hídricos por parte de los pobladores que habitan en las comunidades localizadas en la parte alta de la subcuenca del Río Tapacalí.

| Comunidad | Problema | Causa | Consecuencia |
|---------------------|---|--|---|
| BUENA VISTA | Contaminación de fuentes de agua | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Aplicación de productos químicos ▪ Letrinas mal construidas, se filtra el agua bajo la tierra ▪ Aguas mieles producto del café ▪ Animales muertos | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Enfermedades en la población |
| | Escasez de agua | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Tala de bosques ▪ Invierno no es constante ▪ Mal uso de fuentes de agua ▪ Sequia | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Personas tienen que buscar el agua a distancias largas ▪ Confrontación entre miembros de la comunidad |
| MIRAMAR | Escasez de agua Contaminación del Río Tapacalí y quebradas | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Pocas lluvias ▪ Pocas fuentes de agua para consumo doméstico ▪ Mal uso del agua ▪ Uso irracional del agua (se bañan bestias en las casas, se desperdicia agua de las llaves) ▪ Se hacen retenes de agua en las quebradas para regar cultivos ▪ Despales | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Poca agua ▪ Enfermedades en niños y ancianos |
| LOS LLANITOS | Contaminación del agua para consumo y de la quebrada | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Fecalismo al aire libre ▪ Pozos no tienen protección, están destapados ▪ Manejo inadecuado de recipientes baldes, trastes ▪ Mal manejo del sistema de agua potable ▪ Letrinas en mal estado ▪ Construcción de letrinas cerca de pozos ▪ Lavado de bombas de mochila en ojos de agua ▪ Mal manejo de la basura ▪ Deposición de envases de agroquímicos y animales muertos en la quebrada ▪ Lavado de ropa en las quebradas ▪ Fecalismo de personas a la orilla de las quebradas | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Enfermedades diarreicas, cólicos, fiebre alta y alergias en la población ▪ Proliferación de zancudo y dengue |
| EL RODEO | Escasez y contaminación de agua | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Profundización de aguas superficiales | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Proliferación de enfermedades producida por agua contaminada |
| LAS MESAS | Contaminación del agua | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Letrinas mal ubicadas | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Enfermedades |
| | Escasez de agua | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Deforestación ▪ Quema | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Disminución del caudal ▪ Pérdida de nacientes |
| SANTA RITA | Contaminación de fuentes de agua | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Uso de químicos ▪ Deposición de desechos de animales muertos en las quebradas ▪ Poco cuidado de fuentes de agua | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Enfermedades en las personas |
| | Escasez de agua | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Falta de forestación ▪ Quema de bosques ▪ Tala de árboles ▪ Malos inviernos ▪ Desperdicio del agua | <ul style="list-style-type: none"> ▪ No hay agua, cosechas, alimentos ▪ Morimos de hambre |

Fuente: El autor a partir de información facilitada por los colaboradores claves que participaron en los Talleres Comunitarios de Reflexión y Motivación Ambiental, 2013.

Continuación Cuadro 88.

| Comunidad | Problema | Causa | Consecuencia |
|---|---|--|--|
| ORUSE | No hay fuentes de agua propia | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Población se abastece de agua de otra comunidad y la señora Mélida Cuadra nos da agua que capta de la propiedad de la señora María Alvarado (mamá del Alcalde de Las Sabanas) ▪ Población no posee ninguna documentación legal de los arreglos sobre los derechos de agua | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ningún comunitario tiene fuentes de agua ▪ Población no tiene agua garantizada ▪ Comunitarios no pueden hacer pilas de captación de agua ▪ La comunidad solo tiene dos llaves domiciliarias de agua para beber y no pueden hacer uso de esa agua para lavar, aguar animales o regar cultivos ▪ Comunitarios realizan trabajo a la señora Mélida Cuadra una vez al año por el derecho al agua ▪ Comunitarios se bañan con aguas de lagunas |
| | Pocas fuentes de agua cerca de la comunidad | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Fuentes de agua que posee María Alvarado (comunidad San Pedro, Las Sabanas) se las vendió a la gente de Milquise, Malpaso, Las Lajitas, Matasano y al señor Arturo Alaniz | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Problemas entre los comunitarios por los turnos de abastecimiento de agua ▪ Agua racionada por cada casa y familia ▪ Conflictos con los dueños de las fuentes de agua ▪ Para ajustar con el agua, los comunitarios se abastecen de pocitos, quebradas, lagunas y del techo |
| | Calidad del agua | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Uso de químicos | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Diarreas en los niños y dolor de estómago ▪ Más gasto por compra de medicamentos ▪ Problemas en la piel, karate, picazón, manchas y paños |
| | Poca agua en las captaciones | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Poca lluvia ▪ Fugas de agua en la naciente ▪ Deforestación | <ul style="list-style-type: none"> ▪ A las casas no llega suficiente agua ▪ Solo dos casas tienen agua segura (permanente) de las 36 casas que existen en la comunidad. |
| QUEBRADA HONDA | Contaminación de fuentes de agua Escases de agua | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Poco cuidado de fuentes de agua por falta de voluntad de la población ▪ Falta de conciencia de la población ▪ Despale ▪ Sequía | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Enfermedades en la población ▪ Conflictos |
| EL CIPIÁN | Escasez de agua | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Aumento de la población ▪ Mayor demanda de agua ▪ Bajo nivel de las fuentes de agua | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Poca agua ▪ Conflictos |
| CASCO URBANO SAN JOSÉ DE CUSMAPA | Agua limitada y contaminada | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Despale ▪ Falta de cultura, costumbre y manejo inadecuado de la basura | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Poca agua ▪ Agua de mala calidad |

Fuente: El autor a partir de información facilitada por los colaboradores claves que participaron en los Talleres Comunitarios de Reflexión y Motivación Ambiental, 2013.

Cuadro 89. Valoración cualitativa del estado situacional de los Recursos Hídricos por parte de los pobladores que habitan en las comunidades localizadas en la parte media de la subcuenca del Río Tapacalí.

| Comunidad | Problema | Causa | Consecuencia |
|---------------|---|---|--|
| LA FUENTE | Escasez de agua | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Despale ▪ Poca conservación de fuentes de agua ▪ Falta de árboles | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Difícil acceso al agua ▪ Falta de agua ▪ Mala higiene ▪ Enfermedades |
| | Contaminación del agua | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Mal manejo de desechos (envases de venenos) ▪ Uso de jabón en el río por las personas que lavan y se bañan ▪ Fecalismo al aire libre ▪ Uso de agroquímicos ▪ Contaminación por actividad pecuaria (ganado va a aguar al río) | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Enfermedades en niños y personas ▪ Más gastos en medicamentos ▪ Daño a comunidades vecinas |
| LAS VICTORIAS | Falta de sistema de agua potable Mala calidad del agua | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Débil organización comunitaria para gestionar y apoyar proyectos | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Aumento de enfermedades diarreicas |
| MIQUILSE | Escasez de agua | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Despale indiscriminado ▪ No se realiza reforestación ▪ Cambio Climático ▪ Sequia | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Reducción de las cosechas ▪ No habrá comida para los animales ▪ Pobreza ▪ Proliferación de enfermedades ▪ Bajo rendimiento de niños en la escuela (cuando azota una sequia los cultivos no se desarrollan y las cosechas merman, por lo tanto no hay comida y un niño mal nutrido presenta bajo desempeño escolar) |
| | Reducción del caudal de la quebrada | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Deforestación de zonas boscosas ▪ Pocas precipitaciones | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Poca agua para regar cultivos y abastecer a personas ▪ No aumenta caudal del río ▪ Pastos no crecen ▪ Cultivos se pierden |
| MAL PASO | Poca disponibilidad y acceso a agua para consumo humano | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Despale ▪ Fenómenos naturales (con el huracán Mitch las aguas se profundizaron) ▪ Desacuerdos con dueños de fuentes de agua ▪ Capacidad de abastecimiento de fuentes de agua es muy baja y abastece a tres comunidades (Matasano, Miquilse, Las Lajitas) ▪ Ubicación de la comunidad no favorece abastecimiento de agua ▪ Fugas de agua por atascamiento de tuberías | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Se secan fuentes de agua ▪ El agua se ha profundizado ▪ Incremento de enfermedades ▪ Destrucción de pilas de captación por parte de dueños de fuentes de agua ▪ Poca disponibilidad de agua ▪ Cantidad mínima de agua para consumo en los hogares ▪ Las personas recorren más distancias para conseguir agua, lo que provoca desgastes a las personas ▪ Poca o nula cantidad de agua que llega a la comunidad |
| EL MOJÓN | Escasez de agua Contaminación del agua | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Deforestación de zonas de recarga hídrica ▪ Quemadas incontroladas ▪ Uso irracional del agua | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Disminución de la producción ▪ Muerte de animales en época de verano ▪ Disminución o desaparición de fuentes de agua. |
| GUALIQUEME | Escasez de agua | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Sequia ▪ Bajo nivel de las fuentes de agua | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Baja producción ▪ No hay disponibilidad de agua para el ganado |

Fuente: El autor a partir de información facilitada por los colaboradores claves que participaron en los Talleres Comunitarios de Reflexión y Motivación Ambiental, 2013.

Cuadro 90. Valoración cualitativa del estado situacional de los Recursos Hídricos por parte de los pobladores que habitan en las comunidades localizadas en la parte baja de la subcuenca del Río Tapacalí.

| Comunidad | Problema | Causa | Consecuencia |
|------------------------|-------------------------------------|---|--|
| EL ESPINO | Escasez de agua para consumo humano | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Comunidad está ubicada en el Corredor Seco de Nicaragua | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Poca disponibilidad de agua para consumo de habitantes ▪ Afectaciones a la salud de pobladores ▪ Incidencia de enfermedades renales |
| | Contaminación de fuentes de agua | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Vertido de desechos tóxicos, depósito de animales muertos en los márgenes del río ▪ Deposición inadecuada de residuos sólidos por parte de los habitantes | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Agua no apta para consumo humano ▪ Agua no es segura para desarrollo de actividades agrícolas |
| | Escasez de agua para regar cultivos | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Inviernos tardados en comparación a tres años atrás | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Afectación de actividades agrícolas ▪ Productores pierden inversión realizada en sus parcelas ▪ Endeudamiento ▪ Escasez de alimentos ▪ Encarecimiento de granos básicos |
| | Escasez de agua para ganadería | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Inviernos tardados ▪ Zona natural seca del país ▪ Ganaderos no cuentan con reservorios de agua o práctica de cosecha de agua para temporada seca ▪ Productores carecen de terrenos con pastizales | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ganado se enferma, enflaquece o muere ▪ Baja peso del ganado, calidad de la carne y producción de leche ▪ Decae precio del ganado en pie ▪ Altos precios de carne en mercados locales |
| EL TABLÓN | Escasez de agua | <ul style="list-style-type: none"> ▪ No se da un buen uso al agua ▪ Falta de mantenimiento de fuentes de agua ▪ Falta de reforestación de fuentes de agua ▪ Descuido de las fuentes de aguas ▪ Invierno irregular ▪ Despale | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Perjudica salud de seres humanos ▪ Poca agua para consumo humano |
| AGUAS CALIENTES | Contaminación del agua | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Uso inadecuado de agroquímicos ▪ Falta de conciencia por parte de algunos agricultores ▪ Filtraciones de productos químicos en el suelo durante las lluvias | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Diarrea, vómitos, dolores de cabeza, fiebres y mareos en niños y adultos ▪ Muerte de peces y microorganismos del agua |
| LA PLAYA | Contaminación del agua | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Mal manejo de la basura (cultura arraigada) ▪ Mal uso de agroquímicos ▪ Letrinas cerca de fuentes de agua | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Muerte de especies acuáticas ▪ Enfermedades gastrointestinales y dérmicas |
| | Disminución del caudal del río | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Uso irracional del agua para riego de cultivos | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Baja producción |

Fuente: El autor a partir de información facilitada por los colaboradores claves que participaron en los Talleres Comunitarios de Reflexión y Motivación Ambiental, 2013.

▪ Bosque

En la subcuenca el área de bosque está constituida por remanentes de bosques latifoliados intervenidos (3.7%) y bosque de pinos (19.5%), que en conjunto representan el 23.2% (36.40 km²) del área total.

Cuadro 91. Distribución de las áreas de bosque predominantes en el territorio de la subcuenca del Río Tapacalí.

| Tipo de Bosque | Área | | |
|----------------------------------|-----------------|-------------|-------------|
| | Km ² | Ha | % |
| Bosque Latifoliado Cerrado (BLC) | 1.88 | 188 | 1.2 |
| Bosque Latifoliado Abierto (BLA) | 3.92 | 392 | 2.5 |
| Bosque de Pino Cerrado | 11.30 | 1130 | 7.2 |
| Bosque de Pino Abierto | 19.30 | 1930 | 12.3 |
| Total | 36.40 | 3640 | 23.2 |

Fuente: Estudio de Calidad de Suelos de la subcuenca del Río Tapacalí, 2013.

El Bosque Latifoliado Cerrado (BLC), es un bosque remanente que se encuentra en las partes montañosas generalmente más quebradas (mayor de 30% de pendiente) que presenta una vegetación característica de ecosistemas con temperatura media anual inferior a los 24°C y lluvias menores a los 1200 milímetros anuales (Subtropical Seco), que permiten el desarrollo de este tipo de formación vegetal adaptada a estas condiciones bioclimáticas. Ocupa una extensión territorial de 1.88 km², que representa el 1.2% del área total de la subcuenca.

El Bosque Latifoliado Abierto (BLA), es un bosque remanente que se encuentra disperso en toda la subcuenca y está conformado por árboles latifoliados que tienen entre 5 y 10 metros de altura y cobertura de copas de árboles entre 50 y 70%. Pertenecen a este grupo los bosques latifoliados fuertemente intervenidos, también algunos potreros abandonados que por regeneración natural se han venido poblando nuevamente de árboles. Ocupa 3.92 km²; que representa el 2.5% del área total de la subcuenca.

Existen pequeños espacios cubiertos por Bosque de Pino que ocupan el 19.5% (3060 hectáreas) del territorio, que se encuentran bastante intervenidos y han sobrevivido a las actividades de extracción maderera; los cuales están a veces asociados con Roblencino (*Quercus insignis*) ligado a incendios forestales que poco a poco le va ganando terreno a los pinos por su mayor resistencia al efecto del fuego. La mayor parte de estas parcelas de Pino (*Pinus oocarpa*) se concentran en las laderas y cumbres que conforman la parte sur del municipio de San José de Cusmapa y en San Marcos de Colón de la República de Honduras. También existen parcelas de pinos asociados con pastos en los sectores intervenidos, presentando pino disperso entre pastizales naturales, acompañados de otras hierbas y arbustos, que si no son afectados por la quema, pastoreo o cultivo, vuelven en 15 a 20 años a ser pinares nuevamente. La tala rasa evita que existan progenitores de pino en el área y se pierde este tipo de vegetación.

También se encuentran muy pocos espacios con Bosque de Pino moderadamente conservados en San Marcos de Colón y que presentan buenos indicios de regeneración natural.

Las áreas de Bosque de Pino Cerrado ocupan una superficie de 11.30 km² que representan un 7.2% de la superficie total de la subcuenca, cuya mayor área está ubicada en San Marcos de Colón, Honduras; y el área de Bosque de Pino Abierto ocupan una superficie de 19.30 km², que representan el 12.3% del total de la superficie de la subcuenca.

En todas las comunidades de la subcuenca existen áreas de bosque, predominando el Bosque Latifoliado y Bosque Mixto (combinación de árboles de las especies de pino, roble y carbón). En ocho comunidades (El Rodeo, Los Llanitos, Miramar, Santa Rita, Las Mesas, Las Victorias, El Mojón y La Fuente) predomina el Bosque de Coníferas (pino). Las áreas de bosque existentes se localizan en la montaña y ribera del Río Tapacalí y sus afluentes. Entre los usos que le dan los pobladores a las especies arbóreas se destacan los siguientes: leña para cocción de alimentos, madera para construcción de viviendas y postes para cercar terrenos. En nueve comunidades (El Rodeo, Los Llanitos, Buena Vista, Miramar, Oruse, Las Mesas, Las Victorias, Mal Paso y El Mojón), la diversidad de especies arbóreas es regular y variada.

De acuerdo a la valoración cualitativa hecha por los pobladores que participaron en el Taller Participativo de Diagnóstico Comunitario y que cohabitan en las comunidades localizadas en la unidad hidrográfica, en catorce comunidades (Los Llanitos, Quebrada Honda, Miramar, El Rodeo, La Fuente, Las Victorias, Miquilse, Mal Paso, El Mojón, La Playa, El Tablón, El Espino, El Cipián y Aguas Calientes) el área de bosque que existe actualmente es poca en comparación con la que había hace tiempo.

Las fuerzas impulsoras que han provocado la reducción de las áreas de bosque en las comunidades son las siguientes: deforestación, extracción de madera preciosa (destrucción del bosque por madereros), crecimiento de la población demanda madera para construcción de viviendas y leña para cocción de alimentos, avance de la frontera agrícola, desastres naturales, quemadas agrícolas e incendios forestales, afectación de plagas forestales (p.e. gorgojo descortezador), cambio de uso del suelo, poca aplicabilidad de la legislación forestal, colonización de tierras de vocación forestal para establecimiento de viviendas, parcelas agrícolas y pastoreo del ganado.

Entre las especies arbóreas que se encuentran en peligro de extinción, figuran las siguientes: Quebracho, Roble, Zopilote, Ceiba, Granadillo, Cedro, Palo de Paz, Muñeco, Zapote de Montaña, Roble Majagua, Matapalo, Guacamaya, Guachipilin, Guaba, Ticus, Tempisque, Pino, Coyote, Laurel, Frijolillo, Guanacaste, Caoba, Chilamate, Pochote, Carao, Árbol de Mora, Nogal; debido a la deforestación, utilización de especies para fines energéticos, elaboración de muebles,

construcción de viviendas, postes para cercos, falta de aplicación de Planes de Manejo Forestal y que no hay regeneración natural.

Cuadro 92. Aspectos relevantes del recurso bosque en las comunidades de la subcuenca del Río Tapacalí.

| Zona Altitudinal | Comunidad | Tipo de bosque predominante | | | Tamaño del área de bosque | | | Localización de áreas de bosque | | | | | Diversidad de especies arbóreas | | | Especies en peligro de extinción |
|------------------|-----------------|-----------------------------|---|---|---------------------------|---|---|---------------------------------|---|---|---|---|---------------------------------|---|---|----------------------------------|
| | | L | p | M | Cantidad (Mz/Ha) | P | A | B | C | D | E | 1 | 2 | 3 | | |
| PARTE ALTA | El Rodeo | | X | | 1000 Mz | X | | X | X | X | X | | X | | Quebracho, Roble | |
| | Los Llanitos | X | X | | 50-70 Mz | X | | | X | X | | | X | | Zopilote, Ceiba, Granadillo | |
| | Buena Vista | X | | | 500 Ha | | X | X | X | X | X | | X | | Cedro | |
| | Quebrada Honda | X | | X | 40 Mz | X | | | | | X | | | X | Palo de Paz, Muñeco, Zapote de Montaña, Roble Majagua, Matapalo, Guacamaya, Guachipilín, Cedro, Guaba, Ticus, Tempisque | |
| | Miramar | X | X | | 800-1000 Mz | X | | X | X | X | | | X | | Cedro, Granadillo, Guachipilín, Ceiba | |
| | Oruse | X | | X | 400 Mz | | X | | | X | X | | X | | Pino | |
| | El Ciprián | | | X | 50 MZ | X | | X | X | | | X | | | Cedro, Granadillo, Pino, Roble, Guachipilín | |
| | Santa Rita | X | X | X | 5000 Ha | | X | X | | | X | | | X | Pino, Roble | |
| | Las Mesas | X | X | X | 600 Mz | | X | X | X | X | X | | X | | No hay | |
| PARTE MEDIA | Las Victorias | X | X | | 38 MZ | X | | X | | | | | X | | Pino | |
| | Miquilse | | | X | 20 Mz | X | | X | X | X | X | X | | | Cedro, Coyote, Granadillo, Laurel,, Guachipilín | |
| | Mal Paso | | | X | 150 Mz | X | | | X | X | | | X | | Roble, Frijolillo | |
| | El Mojón | X | X | X | 40 Mz | X | | X | X | X | X | | X | | Guanacaste, Caoba, Cedro, Laurel | |
| | La Fuente | X | X | | 100 Mz | X | | X | X | | | | | X | Guachipilín, Zopilote, Chilamate | |
| | Gualiqueme | X | | | 100 Mz | | X | X | X | X | X | | | X | Pino, Roble | |
| PARTE BAJA | La Playa | X | | | 400 Mz | X | | X | X | X | X | X | | | Guanacaste Negro, Roble | |
| | El Tablón | | | X | 80 Mz | X | | X | X | | | X | | | Cedro, Caoba, Ceiba, Pochote, Guanacaste, Carao | |
| | El Espino | X | | X | 41 Mz | X | | X | X | | | X | | | Pino, Árbol de Mora, Cedro, Nogal | |
| | Aguas Calientes | | | X | 20 Mz | X | | X | X | | | X | | | Cedro, Coyote, Granadillo, Laurel, Guachipilín | |

Fuente: El autor a partir de información facilitada por los colaboradores claves que participaron en los Talleres Participativos de Diagnóstico Comunitario, 2013.

Clave: L: Latifoliado, p: Pinar, M: Mixto, P: Poca, A: Abundante
 B: Montaña, C: Ribera del río y quebradas, D: Cerca de las casas de los agricultores/as
 E: Parcela de productores/as, 1: Poca, 2: Regular y variada, 3: Abundante y variada

Cuadro 93. Ocurrencia de incendios forestales en las comunidades de la subcuenca del Río Tapacalí.

| Comunidad | Deforestación de cerros y montañas | | | Comunidad | Deforestación de cerros y montañas | | |
|----------------|------------------------------------|---|---|-----------------|------------------------------------|---|---|
| | M | A | N | | M | A | N |
| El Rodeo | | X | | Mal Paso | X | | |
| Los Llanitos | | X | | El Mojón | | X | |
| Buena Vista | | X | | La Fuente | | | X |
| Quebrada Honda | X | | | La Playa | | X | |
| Miramar | | X | | El Tablón | | X | |
| Oruse | X | | | El Espino | | X | |
| Santa Rita | | X | | Aguas Calientes | X | | |
| Las Mesas | | | X | El Cipián | | X | |
| Las Victorias | | X | | Gualiqueme | | | X |
| Miquilse | X | | | | | | |

Fuente: El autor a partir de información facilitada por los colaboradores claves que participaron en los Talleres Participativos de Diagnóstico Comunitario, 2013.

Clave: M: Mayoría, A: Algunos, N: Ninguno

En las comunidades Las Mesas, Gualiqueme y La Fuente, ninguno de los cerros y montañas que existen en ambas comunidades se encuentran deforestados. En once comunidades (El Rodeo, Los Llanitos, Buena Vista, Miramar, Santa Rita, Las Victorias, El Mojón, La Playa, El Tablón, El Cipián y El Espino), algunos de los cerros y montañas se encuentran deforestados; y en cinco comunidades (Quebrada Honda, Oruse, Miquilse, Mal Paso y Aguas Calientes) la mayoría de los cerros y montañas se encuentran deforestados. En cinco comunidades (Santa Rita, El Mojón, Las Vitorias, El Tablón y Las Playas) no se realizan acciones de reforestación comunitaria.

Cuadro 94. Acciones de reforestación en las comunidades de la subcuenca del Río Tapacalí.

| Zona Altitudinal | Comunidad | Acciones de Reforestación Comunitaria | | Institución que promueve acciones de Reforestación Comunitaria | No. de productores que realizan reforestación | Forma de trabajo | |
|------------------|----------------|---------------------------------------|----|---|---|------------------|----|
| | | SI | NO | | | I | C |
| PARTE ALTA | El Rodeo | X | | MARENA, INAFOR, CRN, Alcaldía Municipal | 10 | X | |
| | Los Llanitos | X | | UNICAM, CRN, INPRHU, Asociación para el Desarrollo Comunitario Juan XXIII | SD | X | |
| | Buena Vista | X | | UNAG, MEFCCA, MARENA, INAFOR | 25 | X | |
| | Quebrada Honda | X | | INPRHU, AFPPF, MARENA, INTA | Todas las familias | | X |
| | Miramar | X | | INPRHU, INTA, CFCA, Alcaldía Municipal | Madres con sus hijos en la escuela | X | |
| | Oruse | X | | INPRHU | Actividades a nivel educativo con la escuela | | X |
| | El Cipián | X | | Ninguna | 20 | X | |
| | Santa Rita | | X | NA | NA | | NA |
| | Las Mesas | X | | PMA | 10 familias | X | |

| | | | | | | | | |
|--------------------|-----------------|---|---|--|-----------------------------|----|---|---|
| PARTE MEDIA | Las Victorias | | X | NA | NA | NA | | |
| | Miquilse | X | | INPRHU | 15 | | X | |
| | Mal Paso | X | | INPRHU, ERN | SD | X | | |
| | El Mojón | | X | NA | NA | NA | | |
| | La Fuente | X | | UNICAM, Asociación para el Desarrollo Juan XXIII | INPRHU, para el Comunitario | 25 | X | X |
| | Gualiqueme | X | | Ninguna | | 20 | X | |
| PARTE BAJA | La Playa | X | | UCOM | 10 | X | | |
| | El Tablón | | X | NA | NA | NA | | |
| | El Espino | | X | NA | NA | NA | | |
| | Aguas Calientes | X | | MAGFOR | 1 | X | | |

Fuente: El autor a partir de información facilitada por los colaboradores claves que participaron en los Talleres Participativos de Diagnóstico Comunitario, 2013.

Clave: I: Individual, C: Colectiva, SD: Sin Dato, NA: No Aplica

Únicamente en tres comunidades (Quebrada Honda, Miquilse y La Playa) no se producen incendios forestales; y en dos comunidades (El Mojón y Aguas Calientes) los incendios forestales se presentan cuando se prepara el terreno para la siembra, debido a las quemas agrícolas. En nueve comunidades (Los Llanitos, Miramar, Las Mesas, Las Victorias, Mal Paso, El Tablón, El Cipián, Gualiqueme y El Espino), los incendios forestales ocurren algunas veces en la época de verano. Las causas predominantes que provocan incendios forestales en las comunidades son la actividad agrícola y el hecho que son provocados accidentalmente.

En cuatro comunidades (El Espino, Las Victorias, Gualiqueme y Oruse) ninguna institución pública o privada promueve campañas contra incendios forestales. En quince comunidades, instituciones del Estado y ONGs promueven y apoyan campañas de prevención de incendios forestales, para ello utilizan diferentes estrategias; entre las que se destacan las siguientes: sensibilización comunitaria, conformación de Brigadas contra Incendios y capacitación a productores.

En diez comunidades (Aguas Calientes, El Espino, El Rodeo, La Fuente, Mal Paso, Miquilse, Quebrada Honda, El Cipián, Gualiqueme y Santa Rita) los pobladores no realizan extracción de madera de las áreas de bosque. En las restantes comunidades, los comunitarios extraen madera con el propósito de construir viviendas, elaborar muebles (El Mojón) y hornear (Las Victorias). Entre las especies arbóreas que son extraídas de las áreas de bosque figuran las siguientes: Roble, Mampas, Zopilote, Cedro, Laurel, Guanacaste, Quebracho, Bimbayán, Mandagual, Pino, Carbón, Chaperno y Guachipilín.

Cuadro 95. Ocurrencia de incendios forestales en las comunidades de la subcuenca del Río Tapacalí y aspectos relevantes de promoción de campañas contra incendios forestales a nivel comunitario.

| Comunidad | Ocurrencia de incendios forestales | | | | Causa del incendio forestal | | | | | Organismo que promueve campañas contra incendios forestales | Mecanismo de promoción de campaña contra incendios forestales | |
|-----------------|------------------------------------|---|---|---|-----------------------------|---|---|---|---|--|--|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | A | B | C | D | E | | | |
| El Rodeo | | X | | | | X | X | | | | MARENA, INAFOR, CRN, Alcaldía Municipal | Campaña No Quema mediante charlas y capacitación a productores Conformar Brigadas Contra Incendios |
| Los Llanitos | X | X | | | | X | X | | | | UNICAM, CRN, INPRHU, Asociación Juan XXIII | Sensibilización comunitaria |
| Buena Vista | | X | | | | X | X | X | X | | GFCV, Alcaldía Municipal | Sensibilización comunitaria |
| Quebrada Honda | | | | X | NA | | | | | MARENA, INPRHU, INTA, ACH, CRN, UNAG, INAFOR, Alcaldía Municipal | Sensibilización comunitaria Capacitación a productores Organizar Brigadas Ecológicas | |
| Miramar | X | X | | | | X | X | | | | INTA, INPRHU, MEFCCA, Alcaldía Municipal | Sensibilización comunitaria |
| Oruse | | X | | | | | X | X | | | Ninguno | NA |
| Santa Rita | | X | | | | X | | | | | ODESA | Sensibilización comunitaria Capacitación a productores |
| Las Mesas | X | | | | | X | | | | | Alcalde Auxiliar convoca a Brigadas Voluntarias que se han conformado en la comunidad | Ejército apoya campañas contra incendios. Ganaderos y hacendados apoyan con vehículos y trabajadores |
| Las Victorias | X | | | | | X | | | | | Ninguno | NA |
| Miquilse | | | | X | NA | | | | | Alcaldía Municipal | Sensibilización comunitaria | |
| Mal Paso | X | | | | | X | X | | | | INPRHU, ERN | Sensibilización comunitaria Capacitación a productores |
| El Mojón | | | X | | | | X | | | | INPRHU, UNICAM, ACH,ERN | Sensibilización comunitaria Capacitación a productores |
| La Fuente | | X | | | | X | | | | | Pueblo Indígena de San José Cusmapa, Alcaldía Municipal | Sensibilización comunitaria Capacitación a productores |
| La Playa | | | | X | NA | | | | | Líder Comunitario, GFCV, Alcaldía Municipal | Sensibilización comunitaria | |
| El Tablón | X | | | | X | | X | | X | | MARENA, MAGFOR, CRN, Alcaldía Municipal, INPRHU, Plan Nicaragua | Sensibilización comunitaria Capacitación y charlas a productores |
| El Espino | X | | | | X | | X | | X | | Ninguno | NA |
| Aguas Calientes | | | X | | | X | X | | | | MAGFOR | Sensibilización comunitaria Inspecciones de campo |
| El Cipián | X | | | | | | X | | | | Alcaldía Municipal, INPRHU | Sensibilización comunitaria Capacitación a productores |
| Gualiqueme | X | | | | | | X | | | | Ninguno | NA |

Fuente: El autor a partir de información facilitada por los colaboradores claves que participaron en los Talleres Participativos de Diagnóstico Comunitario, 2013.

Clave: 1: Algunas veces, 2: Generalmente en verano 3: Cuando se prepara el terreno para la siembra, 4: Nunca, NA: No Aplica, A: Natural, B: Provocado Accidentalmente, C: Actividad Agrícola, D: Actividad Pecuaria E: Desmonte

Todas las familias de las comunidades utilizan leña para la coción de alimentos. Ocho comunidades (Aguas Calientes, El Mojón, El Rodeo, Las Victorias, Miramar, Oruse, El Cipián y Las Mesas) tienen problemas de abastecimiento de leña debido a las siguientes causas: deforestación que a su vez no permite la regeneración natural del bosque, despale para establecer áreas agrícolas, incendios forestales, áreas de bosque están en manos de propietarios de fincas de café, carencia de áreas de bosque energético y crecimiento poblacional que demanda mayor cantidad del recurso; entre los más relevantes. La principal fuente de abastecimiento de leña la constituyen los árboles que hay en las parcelas de los

productores/as o se obtiene de forma gratuita a través de un vecino que tiene área de bosque.

Entre las principales especies utilizadas con fines energéticos (leña) se destacan las siguientes: Carbón, Quebracho/Frijolillo, Zorrillo, Mampas, Guayabillo, Roble Encino, Quina, Coyote, Chaperno, Pino, Guácimo de Ternero, Laurel, Zopilote, Roble Quercus, Amarguito, Miligüiste, Madero Negro, Huesito, Chilamate, Acacia, Coyote, Sauce, Eucalipto, Genízaro, Quesito, Guacamaya, Ticus, Guaba. La responsabilidad de la búsqueda y acarreo de leña al hogar la realizan los miembros del núcleo familiar (hombre, mujer, niños/as). Algunas familias tienen cocinas de gas propano pero no las utilizan, debido al costo que incurre la compra del cilindro de gas propano. En la comunidad Las Mesas algunas familias poseen ecofogón que obtuvieron a través del Proyecto FORCUENCA.

Cuadro 96. Extracción de madera por parte de los pobladores que habitan en las comunidades de la subcuenca del Río Tapacalí.

| Comunidad | Propósito de extracción de madera | | | Nombre común de especies |
|---------------|-----------------------------------|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | |
| Buena Vista | X | | | Roble, Mampas |
| El Mojón | X | X | | Zopilote, Roble |
| El Tablón | X | | | Cedro, Laurel, Guanacaste |
| La Playa | X | | | Quebracho, Bimbayán, Mandagual, Cedro, Guanacaste |
| Las Victorias | X | | X | Roble, Pino |
| Los Llanitos | X | | | Pino, Roble |
| Miramar | X | | | Pino, Roble |
| Oruse | X | | | Roble, Carbón |
| Las Mesas | X | | | Pino, Roble, Chaperno, Guachipilín |

Fuente: El autor a partir de información facilitada por los colaboradores claves que participaron en los Talleres Participativos de Diagnóstico Comunitario, 2013.

Clave: 1: Construcción de Viviendas, 2: Elaboración de muebles, 3: Hornear

Cuadro 97. Consumo de leña en las comunidades de la subcuenca del Río Tapacalí.

| Comunidad | Consumo promedio de leña Rajas/día | Fuente de abastecimiento de leña | | | | | | Especies utilizadas |
|-----------------|------------------------------------|----------------------------------|---|---|---|---|---|--|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| Aguas Calientes | 20 | | | X | | | | Carbón, Quebracho, Zorrillo |
| Buena Vista | 20 - 30 | | X | X | | X | | Carbón, Roble, Mampas, Guayabillo, Roble Encino, Quina, Quebracho |
| El Espino | 6 - 12 | X | | X | X | | | Coyote, Carbón, Chaperno, Quebracho, Pino |
| El Mojón | 12 | | | X | | X | | Quebracho, Roble, Guácimo de Ternero, Laurel, Roble Encino |
| El Rodeo | 15 | | | X | | | | Quebracho, Roble Encino Zopilote, Roble Quercus |
| El Tablón | 10 - 15 | | | X | X | X | | Amarguito, Miligüiste, Madero Negro, Quebracho |
| La Fuente | 8 - 15 | | X | | | X | | Roble Encino, Carbón, Quebracho |
| La Playa | 7 | | | X | X | X | X | Carbón, Huesito, Zorrillo, Chilamate, Acacia, Coyote, Sauce, Eucalipto |
| Las Victorias | 15 | X | | | | | | Carbón, Roble, Quebracho, Roble Encino, Pino, Genízaro |
| Los Llanitos | 8 -10 | | X | | | X | | Carbón, Quebracho, Roble Encino |
| Mal Paso | 7 | | X | | | X | | Guácimo de Ternero, Carbón, Quesito, Guacamaya, Quebracho |
| Miquilse | 3 - 6 | | X | X | X | | | Carbón, Quebracho, Guacamaya, Guácimo de Ternero, Zorrillo |
| Miramar | 9 | X | | | | X | | Carbón, Roble Encino |
| Oruse | 5 | | | | | X | | Carbón, Quebracho, Roble Encino, Amarguito, Madero Negro |
| Quebrada Honda | 15 – 30 | X | X | | X | | | Carbón, Roble, Ticus, Quebracho, Madero Negro, Guaba |
| El Cipían | 10 | X | | X | | | | Carbón, Roble, Encino, Majagua |
| Gualiqueme | 30 | X | | X | | | | Carbón, Roble, Guácimo, Zorrillo |
| Las Mesas | 5 – 10 | | | | | X | | Roble Encino, Carbón |
| Santa Rita | 15 | X | | | | | | Roble, Carbón, Roble Encino |

Fuente: El autor a partir de información facilitada por los colaboradores claves que participaron en los Talleres Participativos de Diagnóstico Comunitario, 2013.

Clave: 1: Montañas de la comunidad, 2: Montañas de comunidades vecinas, 3: Árboles que hay en las parcelas de los productores/as

4: La compra, 5: Regalo de un vecino que tiene bosque 6: Vega del Río

La subcuenca posee un potencial natural de plantas medicinales que forman parte de los Productos Forestales No Maderables (PFNM), las cuales son utilizadas por los pobladores de las comunidades para preparar remedios caseros con el propósito de aliviar algunas enfermedades que padecen. Este conocimiento local ha sido transferido por las personas de mayor edad que habitan en las comunidades u en otros casos algunos pobladores poseen libros botánicos o han recibido capacitación en esta temática.

Cuadro 98. Especies de plantas medicinales utilizadas por los pobladores que habitan en las comunidades de la subcuenca del Río Tapacalí.

| Nombre Común* | Nombre Científico** | Familia** | Enfermedad que cura* |
|---------------------|---------------------------------|-----------------|---|
| Aceituna | <i>Simarouba glauca</i> | Simaroubaceae | Alergia en la piel |
| Aguacate | <i>Persea americana</i> | Laureaceae | Dolor de cuerpo, diarrea |
| Ajenjo | <i>Artemisia absinthium</i> | SD | Dolor de estómago |
| Ajo | <i>Allium sativum</i> | Alliaceae | Tos, dolor de garganta |
| Albahaca | <i>Ocimum basilicum</i> | Lamiaceae | Dolor de oído, dolor espasmódico, dolor en el corazón, dolor de estómago |
| Altamís | <i>Ambrosia cumanensis</i> | Asteraceae | Dolor de estómago, dolor espasmódico, corazón |
| Calaguala | <i>Polypodium aureum</i> | SD | Infección de las vías urinarias |
| Caña Agria | <i>Costus spp</i> | SD | Infección renal |
| Carao | <i>Cassia grandis</i> | Caesalpiniaceae | Parásitos (amebas), anemia |
| Cebolla | <i>Allium cepa</i> | Liliaceae | Tos, dolor de garganta |
| Cihupate o Salvia | <i>Pluchea carolinensis</i> | SD | Dolor de oído, dolor de muela, parásitos, dolor espasmódico, dolor menstrual, insomnio |
| Cola de Caballo | <i>Equisetum arvense</i> | Equisetaceae | Infección de vías urinarias |
| Cuculmea | <i>Smilax kunstiana</i> | Smilacaceae | Dolor espasmódico |
| Culantro/Cilantro | <i>Eryngium foetidum</i> | Umbelliferae | Dolor de muela |
| Eucalipto | <i>Eucalyptus spp</i> | Myrtaceae | Tos |
| Eneldo | <i>Anethum graveolens</i> | Umbelliferae | Dolor del corazón, dolor de estómago |
| Epazote | <i>Chenopodium ambrosioides</i> | Chenopodiaceae | Dolor de estómago, parásitos |
| Guayaba | <i>Psidium guajava</i> | Myrtaceae | Parásitos, diarrea |
| Guayabillo | <i>Eugenia salamensis</i> | Myrthaceae | Diarrea |
| Guanábana | <i>Annona muricata</i> | Annonaceae | Infección renal |
| Guapinol | <i>Hymenaea courbaril</i> | Caesalpiniaceae | Infección renal |
| Hierba Buena | <i>Mentha piperita</i> | Lamiaceae | Nervio, hipertensión, asma, dolor en el pecho |
| Juanislama/Rodana | <i>Lippia alba</i> | Verbenáceas | Cólico, asma, tos |
| Jengibre | <i>Zingiber officinalis</i> | Zingiberaceae | Tos |
| Llantén | <i>Plantago major</i> | Plantaginaceae | Infección renal, amigdalitis, infección de la piel |
| Limón Agrio | <i>Citrus aurantifolia</i> | Rubiaceae | Gripe |
| Mango | <i>Mangifera indica</i> | Anacardiaceae | Antiinflamatorio |
| Manzanilla | <i>Matricaria recutita</i> | Asteraceae | Tos, calentura, dolor de estómago |
| Maracuyá | <i>Pasiflora edulis</i> | Passifloraceae | Hipertensión |
| Matasano | <i>Casimiroa sapota</i> | SD | Fiebre |
| Naranja Agrio | <i>Citrus aurantium</i> | Rutaceae | Tos, gripe, insomnio, nervios |
| Noní | <i>Morinda citrifolia</i> | Rubiaceae | Toda enfermedad |
| Ocote | <i>Pinus oocarpa</i> | Pinaceae | Dolor de cuerpo |
| Orégano | <i>Lippia graveolens</i> | Verbenaceae | Dolor de oído, asma, tos, gripe |
| Papaya | <i>Carica papaya</i> | Caricaceae | Congestión |
| Pimienta | <i>Pimenta dioica</i> | SD | Dolor de cuerpo |
| Pepermint | <i>Mentha piperita</i> | SD | Parásitos, gripe |
| Quina/Hombre Grande | <i>Quassia amara</i> | SD | Tos, curar cicatrices |
| Romero | <i>Rosmarinus officinalis</i> | Labiadae | Dolor de estómago |
| Ruda | <i>Ruta chalepensis</i> | Rutaceae | Mal de ojo en niños, dolor espasmódico, llagas en la boca |
| Sábila | <i>Aloe vera</i> | Aloaceae | Antiinflamatorio, manchas de la cara, tratamiento para el cabello, heridas, quemaduras, gastritis |
| Sauco | <i>Sambucus canadensis</i> | Caprifoliaceae | Fiebre, tos |
| Suelda con Suelda | <i>Commelina erecta</i> | Commelinaceae | Antiinflamatorio |
| Tabaco | <i>Nicotiana tabacum</i> | SD | Dolor de cabeza |
| Valeriana | <i>Valeriana officinalis</i> | Valerianaceae | Insomnio, nervio |
| Zacate de Limón | <i>Cymbopogon citratus</i> | Poaceae | Tos, calentura, gripe, insomnio, estrés |
| Zorrillo | <i>Petiveria alliacea</i> | Phytoloccaceae | Gripe |

Fuente: (*) El autor a partir de información facilitada por los colaboradores claves que participaron en los Talleres Participativos de Diagnóstico Comunitario, 2013. (**): Plantas Medicinales (IICA, 2005).

Clave: SD: Sin Dato.

Cuadro 99. Valoración cualitativa del estado situacional del Recurso Bosque por parte de los pobladores que habitan en las comunidades localizadas en la parte alta de la subcuenca del Río Tapacalí.

| Comunidad | Problema | Causa | Consecuencia |
|---------------------|--|--|---|
| BUENA VISTA | Gorgojo Descortezador | Migración de la plaga de bosques infectados en Honduras dado la cercanía | Pérdida de bosques de pino Vientos más fuerte |
| | Reducción de áreas de bosques | Despale indiscriminado Avance de frontera agrícola | Escases de agua Reducción de especies de flora y fauna silvestre Reducción del aire puro (oxígeno) Desaparición de árboles nativos (Cedro, Laurel, Roble, Granadillo, Guachipilín, Aguacate de montaña) |
| MIRAMAR | Despale Deforestación Incendios forestales | Migración de animales silvestres a otros lugares. Extracción de madera Uso comercial de la madera | Extinción de especies de animales silvestres Poca diversidad de fauna silvestre |
| LOS LLANITOS | Incendios forestales | Falta de conciencia para cuidar el bosque Mal manejo del bosque Mala regulación de Planes de Manejo de Bosques Irresponsabilidad de los pobladores | Malos inviernos Escasez de agua |
| EL RODEO | Plagas y enfermedades en el bosque | Mal manejo del bosque | Propagación de plagas y enfermedades |
| | Incendios forestales | Personas que quieren aprovechar el bosque Personas que tiran colillas de cigarrillos encendidas en áreas de bosque | Perdida de cobertura boscosa |
| | Falta de medidas de protección del bosque | Poco interés de dueños de bosque para realizar rondas en el perímetro, superpoblación de bosque por manzana | Propagación de incendios forestales |
| EL CIPIÁN | Deforestación | Aumento de la frontera agrícola y áreas para pasto | Poca agua, erosión, pérdida de fertilidad del suelo |
| LAS MESAS | Deforestación Incendios forestales Plaga del Gorgojo Descortezador | Agricultura migratoria Manejo inadecuado de recursos naturales Falta de aplicación de Legislación Forestal Despale o socola Tala de árboles | Disminución del agua en los arroyos y/o quebradas Pérdida del hábitat de especies de fauna silvestre Deslizamientos de tierra Erosión de suelos Enfermedades respiratorias y de la vista en las personas Contaminación ambiental |
| SANTA RITA | Deforestación Enfermedades y plagas forestales | Falta de cuidado del bosque, mal manejo del bosque Despale, aserradero sin control Corrupción de las autoridades No hay autoridades que cuiden el bosque Falta de autoridades No se valora la importancia del bosque Falta de protección forestal (Plan de Manejo de Bosque) | Poco agua Se secan las nacientes de agua Extinción y destrucción del bosque |
| | Incendios forestales | Falta de rondas | Incendios descontrolados Sequía Escases de granos básicos |

Fuente: El autor a partir de información facilitada por los colaboradores claves que participaron en los Talleres Comunitarios de Reflexión y Motivación Ambiental, 2013.

Continuación Cuadro 99.

| Comunidad | Problema | Causa | Consecuencia |
|---|---|--|---|
| ORUSE | Despale | Planes de saneamiento de plagas forestales Destinar terrenos para milpas Madera para construir viviendas, cercar terrenos, para leña y para comercialización Se corta mucha madera No se siembran árboles Los ricos cortan muchos árboles Pobladores no disponen de tiempo para sembrar árboles Comunitarios no tienen amor para sembrar árboles No se aplica la ley a los ricos | Escases de agua (se secan fuentes de agua) Hace más calor No hay inviernos (se aleja la lluvia) Migración de fauna silvestre Deterioro de belleza escénica No hay aire puro Deslizamientos de tierra Erosión de suelos Las futuras generaciones no tendrán madera con que hacer sus casas Vamos a hacer un desierto Pocos árboles para refugio de animales silvestres |
| | Quemas agrícolas | Para preparar terrenos para milpa Para controlar plagas (lipe) Descuido y mal intensión de algunas personas Para que crezca pasto para el ganado | Erosión del suelo Se empobrece el suelo Falta de nutrientes para las plantas |
| | Plagas (Gorgojo Descortezador) | Mal manejo de los bosques | Deterioro de los bosques Muerte de árboles Poco aprovechamiento de los bosques |
| QUEBRADA HONDA | Falta de tratamiento al recurso bosque | Falta de recursos económicos de los comunitarios Falta de Programa Gubernamental que incentive a los productores para dar buen manejo a los bosques | Cambio Climático Mucho calor Inviernos irregulares Aumento de la temperatura |
| | Despale del bosque Tenencia del recurso bosque esta en pocas manos | Poca incidencia de los comunitarios en el manejo del bosque Quemas Avance de la frontera agrícola Aumento de plagas | |
| CASCO URBANO SAN JOSÉ DE CUSMAPA | Uso Irracional del bosque (Despale ilegal) | Plagas (Gorgojo Descortezador) Explotación maderera Avance de la frontera agrícola No se aplica la Legislación Forestal Irresponsabilidad de las autoridades | Contaminación del suelo Pérdida de áreas protegidas de bosques Erosión del suelo Poca cobertura vegetal Sequia Extinción de especies de animales silvestres |

Fuente: El autor a partir de información facilitada por los colaboradores claves que participaron en los Talleres Comunitarios de Reflexión y Motivación Ambiental, 2013.

Cuadro 100. Valoración cualitativa del estado situacional del Recurso Bosque por parte de los pobladores que habitan en las comunidades localizadas en la parte media de la subcuenca del Río Tapacalí.

| Comunidad | Problema | Causa | Consecuencia |
|----------------------|--|---|--|
| LA FUENTE | Despale | Planes de saneamiento de plagas forestales Destinar terrenos para milpas Madera para construir viviendas, cercar terrenos, leña y para comercialización | Escases de agua No hay inviernos Se van los animalitos Pérdida de belleza escénica No hay aire puro Deslizamientos de tierra Erosión del suelo |
| LAS VICTORIAS | Quemas agrícolas | Para preparar terrenos para milpa Para controlar plagas (lipe) Descuido y mal intensión de algunas personas Para que nazca pasto para el ganado | Erosión de suelo Empobrecimiento del suelo Falta de nutrientes para las plantas |
| | Plagas (Gorgojo Descortezador) | Mal manejo de los bosques | Deterioro de los bosques Muerte de árboles |
| | Quemas agrícolas | Malas prácticas agrícolas Despale | Desaparición de áreas de bosques Poca lluvia Aumento de la temperatura |
| MIQUILSE | Despale | Avance de frontera agrícola. Hacer potreros (cambio de uso del suelo) Para vender madera Para la ganadería Malas políticas (las autoridades brindan concesiones a personas que se dedican a la venta de madera) Corrupción del gobierno (las autoridades brindan concesiones a personas que se dedican a la venta de madera) | Escases de agua Sequia Vientos dañan cultivos Erosión de suelo Zonas de desierto No le heredaremos nada a nuestros hijos Se secará el río |
| MAL PASO | Bosque está desapareciendo | Despale indiscriminado Uso de especies arbóreas para construir viviendas, leña y cercas Cambio de uso de suelo Fenómenos naturales han provocado desaparecieron especies de árboles Personas sin conciencia ambiental o sin conocimiento de leyes Malas prácticas agrícolas (quemadas) | Erosión de suelo Extinción de especies de animales silvestres Se secan fuentes de agua No existen árboles para cubrir necesidades básicas Suelos compactados Desgaste del suelo Conflictos entre comunitarios Desaparición de especies de animales benéficos Contaminación del medio ambiente Aumento de plagas Más pobreza Incrementan enfermedades respiratorias No hay regeneración natural |
| EL MOJÓN | Despale indiscriminado de áreas de bosques | Comercialización de madera sin regulación por parte de la Alcaldía Municipal Implementación de labores agrícolas y ganaderas Crecimiento poblacional Extracción de leña para uso doméstico y comercial | Erosión de suelo Pérdida de algunas especies de animales silvestres y arbóreas Aumento de temperatura Variabilidad climática (vientos más fuertes, inviernos irregulares, etc) |

Fuente: El autor a partir de información facilitada por los colaboradores claves que participaron en los Talleres Comunitarios de Reflexión y Motivación Ambiental, 2013.

Cuadro 101. Valoración cualitativa del estado situacional del Recurso Bosque por parte de los pobladores que habitan en las comunidades localizadas en la parte baja de la subcuenca del Río Tapacalí.

| Comunidad | Problema | Causa | Consecuencia |
|-----------------|--|--|---|
| EL ESPINO | Disminución del área de bosque | Incendios forestales Venta de leña como medio de subsistencia Tala indiscriminada de árboles | Pérdida de especies de flora y fauna silvestre Desaparición de nichos ecológicos Erosión de suelo Pérdida de la belleza natural y paisajística de la zona Incremento de temperatura en temporada de verano |
| | Extracción de leña y madera preciosa | Inexistencia de planes de regeneración natural del bosque Falta de establecimiento de bosques energéticos para fines comerciales | Destrucción de bosques Pérdida del bosque ripario, lo que provoca riesgo ante inundaciones a orillas del río Pérdidas económicas para familias, rosquilleras, panaderías, madereros y carpinterías de la localidad y el municipio de San Lucas y Somoto Endeudamiento Escasez de leña y madera para construcción de viviendas |
| | Deforestación | Necesidad de pobladores del uso y venta de leña como medio de subsistencia Extracción de madera | Erosión de suelo Falta de cobertura vegetal incrementa escurrimiento superficial |
| EL TABLÓN | Despale | Extracción de leña para negocio, madera para construcción de viviendas Para destinar áreas para siembra de frijol y maíz | Pérdida del agua Los animales sufren Los seres humanos respiran humo del fuego Los vientos se llevan las casas por la falta de protección de los árboles. |
| | Deslaves en áreas de bosques | Lluvias | Destrucción de infraestructura vial (carretera) Riesgo a la población |
| AGUAS CALIENTES | Deforestación de zonas boscosas | Uso de madera para construcción de viviendas, leña, cercar corrales y casas Poca presencia de instituciones encargadas de la protección ambiental Pobladores desconocen las consecuencias de la deforestación Falta de conciencia ambiental | Aumento de temperatura Erosión de suelo Escases de lluvias Desplazamiento de animales silvestres Desborde del río |
| LA PLAYA | Deforestación en algunas partes de las riberas del río | Falta de conciencia ambiental Falta de regulación por parte de organismos encargados Extracción de madera para leña | Disminución de fuentes de agua Inundaciones |

Fuente: El autor a partir de información facilitada por los colaboradores claves que participaron en los Talleres Comunitarios de Reflexión y Motivación Ambiental, 2013.

▪ Fauna silvestre

Según la valoración cualitativa hecha por los pobladores que cohabitan en las comunidades localizadas en el territorio de la subcuenca, en catorce comunidades la diversidad de especies de fauna silvestre existente comparándola con la que existía hace 50 años es poca. Únicamente en cinco comunidades (Las Mesas, El Mojón, La Fuente, El Cipián y El Espino) la diversidad faunística es regular y variada. Entre las especies de fauna silvestre que se encuentran en peligro de extinción se destacan las siguientes especies de mamíferos: Garrobo, Conejo, Venado, Coyote, Armadillo, Pantera, Saíno, Tigrillo, Tigre, Gato de Monte, Cusuco, Tepezcuinte, Guatusa, León, Mono, Pizote, Pitero/Armadillo; especies de reptiles como: Iguana, Camaleón y Cascabel; y especies de aves entre las que figuran las siguientes: Pico de Navaja, Gorrión, Carpintero, Chirica, Guardabarranco, Cáuselo, Perico, Paloma Azulona, Cuervo, Chicharra, Urraca, Chachalaca.

En cinco comunidades (El Rodeo, Buena Vista, Las Victorias, El Mojón, La Playa y El Espino) se establecen período de veda para la caza de las siguientes especies de fauna silvestre: Venado, Conejo, Garrobo, Pitero/Armadillo, Saino, Guatusa, Ardilla, Tepezcuinte y Guardabarranco. Entre las fuerzas motrices que han provocado la extinción de especies de fauna silvestre en las comunidades se destacan las siguientes: caza sin control, destrucción del hábitat faunística por la deforestación, quemas agrícolas e incendios forestales, ausencia de organismos y programas gubernamentales que promuevan períodos de veda de animales silvestres, muerte de animales silvestres por productos químicos, pocas áreas boscosas debido al despale para destinar áreas para producir granos básicos, huracán Mitch. En diez comunidades, ninguna institución promueve acciones de promoción para la protección y conservación de fauna silvestre. En la comunidad Las Mesas, la caza de animales silvestres está prohibida y en la comunidad El Mojón los pobladores no permiten la caza de especies de fauna silvestre.

Cuadro 102. Aspectos relevantes de la fauna silvestre predominante en las comunidades de la subcuenca del Río Tapacalí.

| Zona Altitudinal | Comunidad | Diversidad faunística | | Especies en peligro de extinción | Promoción de acciones para proteger y conservar fauna silvestre | | Institución que promueve protección y conservación de la fauna silvestre |
|------------------|-----------------|-----------------------|---|---|---|----|--|
| | | A | B | | SI | NO | |
| PARTE ALTA | El Rodeo* | X | | Garrobo, Pizote, Iguana | X | | MARENA, Policía Nacional, Alcaldía Municipal de San José de Cusmapa, Iglesia Católica; de forma coordinada facilitan charlas de sensibilización y dan a conocer la legislación relacionada a la protección y conservación de fauna silvestre |
| | Los Llanitos | X | | Conejo, Pitero, Garrobo | X | | Todas las instituciones con presencia en la comunidad |
| | Buena Vista* | X | | Venado, Garrobo, Guatusa, Conejo | X | | MARENA promueve jornadas de sensibilización para que la población conozca la legislación existente para protección de fauna silvestre |
| | Quebrada Honda | X | | Pico de Navaja, Gorrión, Carpintero, Pitero, Chirica, Guatusa, Guardabarranco | | X | NA |
| | Miramar | X | | Venado, Conejo, Cáuselo, Coyote, Armadillo, Pizote | X | | Alcaldía Municipal de Las Sabanas, INTA, MEFCCA, Policía Nacional, facilitan campañas de sensibilización comunitaria |
| | Oruse | X | | León, Coyote, Mono | | X | NA |
| | El Cipián | | X | Mono, Pavo, Gallina de Monte | | X | NA |
| | Santa Rita | X | | León, Venado, Perico | | X | NA |
| PARTE MEDIA | Las Victorias* | X | | Coyote, Venado, Pantera, Paloma Azulona | | X | NA |
| | Miquilse | X | | Venado, Saino, León, Tigrillo, Cascabel, Gato de Monte | | X | NA |
| | Mal Paso | X | | Conejo, Garrobo, Venado | | X | NA |
| | El Mojón* | | X | SD | X | | Pobladores no permiten la caza indiscriminada de especies de fauna silvestre |
| | La Fuente | | X | Camaleón, Cuervo, Chicharra, Tigre | X | | Policía Nacional e Iglesia Católica en coordinación realizan campañas de sensibilización a la población a no cazar animales silvestres |
| | Gualiqueme | X | | Tigrillo, Cucara, Guasalo, Zorrillo | | X | NA |
| PARTE BAJA | La Playa* | X | | Venado, Garrobo, Iguana, Conejo | X | | MARENA promueve campañas de sensibilización comunitaria para control de caza de animales silvestres |
| | El Tablón | X | | Garrobo, Conejo, Venado, Urraca, Chachalaca | | X | NA |
| | El Espino* | | X | Venado, Conejo, Tepezcuinte, Cusuco | X | | MARENA y Policía Nacional dan a conocer el período de veda y regulación de cacería de fauna silvestre |
| | Aguas Calientes | X | | Venado, Saino, León, Tigrillo, Cascabel, Gato de Monte | | X | NA |

Fuente: El autor a partir de información facilitada por los colaboradores claves que participaron en los Talleres Participativos de Diagnóstico Comunitario, 2013.

Clave: A: Poca, B: Regular y variada, NA: No Aplica, SD: Sin Dato (*): Se establece período de veda para caza de fauna silvestre.

Cuadro 103. Valoración cualitativa del estado situacional del Recurso Fauna Silvestre por parte de los pobladores que habitan en las comunidades localizadas en el territorio de la subcuenca del Río Tapacalí.

| Comunidad | Problema | Causa | Consecuencia |
|-----------------------|---|--|---|
| BUENA VISTA | Extinción de especies nativas de animales silvestres | Despale, actividades antrópicas, quemas agrícolas, caza de animales para alimentación de las personas | Reducción de especies de animales silvestres |
| MIRAMAR | Extinción de especies nativas de animales silvestres | Quemas agrícolas, caza, despale, incendios forestales | Animales silvestres migran a otras tierras |
| LOS LLANITOS | Extinción de especies de animales (ardillas, garrobo, venado, saíno, conejo, gavilán, mapachín, zorro, palomas) | Caza, despale | Alteración del equilibrio ecológico Aumento de plagas y enfermedades en cultivos |
| EL RODEO | Extinción de especie como venado, carpintero, copetón | Deforestación, incendios forestales, quemas agrícolas, caza indiscriminada | Muerte de especies de fauna silvestre Migración de especies de fauna silvestre a otros lugares Plagas en los cultivos se vuelven incontrolada |
| LAS MESAS | Se están acabando los animalitos del bosque | Uso irracional de la fauna, falta de control de caza, deforestación, matanza de animalitos silvestres | Animales en extinción Pérdida total de animales silvestres No hay reproducción de animales silvestres Migración de animales silvestres Pérdida de aves que se comen insectos |
| SANTA RITA | Escases de especies de fauna silvestre | Caza de animales para alimentación, negocio Falta de conocimiento de la importancia de la fauna silvestre Quema del bosque, deforestación | Pérdida de hábitat de especies de fauna silvestre Nuevas generaciones no conocerán animales silvestres Falta de alimentación Muerte de una pareja de especie silvestre (un macho o una hembra) |
| ORUSE | No hay animales silvestres | Quemas agrícolas, corte de bastante madera | Se miran bien solos los bosques Nuestros hijos no conocerán los animales silvestres Pérdida de animales que se comen las plagas de los cultivos |
| QUEBRADA HONDA | Extinción de especies de fauna silvestre | Falta de políticas públicas que contribuyan al cuidado de especies de fauna silvestre Caza de animales silvestres como medio de sobrevivencia de la población debido a la falta de recursos económicos; y debido a la falta de sensibilización y cultura de la población Fenómenos naturales | Pérdida de animales silvestres Desolación |

Continuación Cuadro 103.

| Comunidad | Problema | Causa | Consecuencia |
|------------------------|--|--|---|
| LA FUENTE | Extinción de animales silvestres | Caza, incendios forestales, quemas agrícolas, despale, falta de bosque para que vivan animales silvestres | Nuevas generaciones no podrán conocer especies de fauna silvestre que se ha perdido No hay disponibilidad para alimentos Desequilibrio en el medio ambiente Animales silvestres no hallan alimentos |
| LAS VICTORIAS | Pérdida de algunas especies de animales silvestres nativas de la comunidad | Despale, caza indiscriminada, incendios forestales, aumento del uso de agroquímicos | Migración de especies de fauna silvestre |
| MIQUILSE | No hay animales silvestres | Caza indiscriminada | Paisaje se ve feo |
| MAL PASO | Peligro de extinción de animales silvestres | Falta de bosque, Cazadores furtivos Cazadores no autorizados por las autoridades policiales. Falta de divulgación de las leyes de caza Cazadores entran sin autorización a las propiedades ajenas Quemas de potreros Incendios forestales y quemas agrícolas Cazadores no son de la zona Falta de control de la Policía Nacional Más presencia de cazadores en la comunidad | Falta de alimentación Muerte de animales preñadas y otros animales como ganado, bestias, palomitas, etc No aplicación de Ley de Veda Desconocimiento de la Ley de Veda Descontento de dueños de propiedades Pérdidas económicas Heridas de animales Muerte de animales pequeños y cambio de hábitat No hay producción de animales crías |
| EL MOJÓN | Desaparición de especies de animales silvestres | Caza Falta de cumplimiento de ley por parte de autoridades locales | Reducción de especies animales silvestres |
| EL TABLÓN | Pérdida de animales como el Tres Pesos | Deforestación | No hay quien anuncie la llegada de las lluvias en esta época Animales silvestres se mueren por falta de árboles |
| AGUAS CALIENTES | Migración y extinción de fauna silvestre | Deforestación, incendios forestales, quemas agrícolas, caza indiscriminada, Incremento de la agricultura, algunas especies de fauna silvestre se consideran plagas | Falta de belleza escénica Uso de animales silvestre para dieta alimenticia disminuye |
| LA PLAYA | Pocos animales silvestres | Quemas agrícolas, caza de animales | Migración de animales silvestres Extinción de especies de fauna silvestre |
| EL CIPIÁN | Caza indiscriminada de animales | Falta de conciencia de las personas, caza de algunas especies de fauna silvestre para alimentación de las personas | Pérdida de la diversidad faunística Extinción de algunas especies de animales |
| GUALIQUEME | Caza de animales | Falta de conciencia de los habitantes, caza de algunas especies de fauna silvestre para alimentación de las personas | Pérdida de especies de animales |

Fuente: El autor a partir de información facilitada por los colaboradores claves que participaron en los Talleres Comunitarios de Reflexión y Motivación Ambiental, 2013.

▪ Suelo

De acuerdo a la percepción local, los suelos de la subcuenca son poco fértiles debido a las siguientes fuerzas impulsoras: monocultivo (no se deja descansar las tierras), algunos productores no adoptan OCSA lo que aumenta la pérdida de suelo por erosión, uso excesivo de agroquímicos que provoca degradación física, química y biológica del suelo, prácticas agrícolas inadecuadas para el establecimiento de cultivos, quemadas agrícolas que empobrecen el suelo y la deforestación. Únicamente en dos comunidades (Oruse y Las Mesas, localizadas en la parte alta de la subcuenca), los suelos se ubican en la categoría de pobre fertilidad; en tres comunidades (La Playa, Aguas Calientes y Gualiqueme) los suelos se ubican en la categoría fértil.

La erosión de los suelos es moderada en quince comunidades, leve en la comunidad Buena Vista y fuerte en tres comunidades (Oruse, Miquilse y Mal Paso). Las principales huellas de erosión que se presentan en los suelos son: arrastre superficial, zanjas, afloramiento de rocas y revenidos.

El cambio de uso de la tierra, la deforestación y la poca adopción de Obras de Conservación de Suelos y Agua (OCSA), han hecho del territorio de la subcuenca un área muy degradada, lo cual ha incrementado el riesgo de erosión hídrica de los suelos.

El riesgo de erosión hídrica de los suelos de la subcuenca fue modelado integrando la Ecuación Universal de Erosión de Suelo (USLE) con el Sistema de Información Geográfico (SIG). El modelo incluyó solamente los factores LS, R, K, C de la USLE. El factor de erosividad de la lluvia (R) de la USLE, se determinó calculando el índice de erosividad para los meses de mayo a noviembre (época de las precipitaciones), para ello se utilizaron datos de registro de precipitación de cinco Estaciones Meteorológicas localizadas en el territorio de la subcuenca.

El modelamiento del riesgo de erosión hídrica de los suelos de la subcuenca mediante información meteorológica, de pendiente, usos del suelo, órdenes de suelos y cobertura vegetal, indica que las áreas que presentan niveles más altos de erosión coinciden con las áreas que presentan mayores pendientes y menos cobertura vegetal (áreas en laderas con cultivos anuales, pastizales y manejo inadecuado), es decir que el uso de la tierra y las fuertes lluvias son los factores causantes de la pérdida de suelos, ya que el agua de lluvia escurre superficialmente más rápido en las áreas con fuertes pendientes y con poca cobertura vegetal.

Los suelos que presentan riesgo de erosión hídrica normal y bajo según pendiente y uso de los suelos ocupan el 52% del área; el 5.8% del territorio presenta riesgo de erosión severa, el 12.3% corresponde a riesgo de erosión muy severa y los suelos con riesgo de erosión catastrófica ocupan 4692 hectáreas (29.9% del área total).

Las áreas que presentan riesgo de erosión catastrófica a muy severa, fueron clasificadas en esta categoría por presentar suelo desnudo con textura franco-arcillosa, valores más altos de erosividad, y longitud y grado de pendiente.

Los niveles de erosión severa, muy severa y catastrófica cubren el 48% del área de la subcuenca, y corresponde a las áreas de pendientes más pronunciadas, áreas de cultivos agrícolas en laderas sin OCSA y conflictos de uso del suelo clasificado de alto a muy alto, lo cual ha acelerado los niveles de erosión.

Las áreas calificadas con niveles de erosión severa presentan valores altos de erosividad. Estas áreas corresponden a suelos agrícolas que frecuentemente están expuestos al impacto directo de las gotas de lluvia.

Cuadro 104. Niveles de riesgo de erosión en la subcuenca del Río Tapacalí.

| Nivel de erosión | Calificación T/ha año | Área | | |
|------------------|--------------------------|-----------------|--------------|------------|
| | | Km ² | Ha | % |
| Normal | 0 - 10 | 79.56 | 7956 | 50.7 |
| Baja | 10 - 15 | 2.04 | 204 | 1.3 |
| Severa | 15 - 50 | 9.1 | 910 | 5.8 |
| Muy severa | 50 - 200 | 19.30 | 1930 | 12.3 |
| Catastrófica | > 200 | 46.92 | 4692 | 29.9 |
| Total | | 156.92 | 15692 | 100 |

Fuente: Estudio de Modelamiento del Riesgo de Erosión Hídrica de los Suelos de la subcuenca del Río Tapacalí, 2013.

Entre las medidas que se deben adoptar para revertir las externalidades negativas que ocasiona el proceso de erosión hídrica en los suelos de la subcuenca, se destacan las siguientes:

- Sensibilizar y capacitar a los productores/as para que adopten Obras de Conservación de Suelo y Agua (OCSA) en sus parcelas agrícolas que contribuyan a disminuir la erosión de los suelos.
- Establecer cultivos de cobertura, cultivos en asocio (maíz + frijol) y mulch (rastros o cobertura muerta), con el fin de aumentar la cobertura del suelo.
- Minimizar el pastoreo en zonas donde hay ganado. Para lograr una reducción en el pastoreo es necesario cercar los potreros y rotarlos, así como producir fuentes alternativas de forrajes con alto valor nutritivo o semi-estabular el ganado.
- En pendientes mayores del 10%, realizar siembra directa o siembra en contorno siguiendo las curvas a nivel.
- Implementar sistemas de labranza conservacionista; la labranza cero no disturba el suelo y por lo tanto todos los rastros quedan en la superficie; y es una práctica para controlar erosión hídrica.

- Establecer barreras vivas en curvas a nivel para frenar la velocidad de la escorrentía superficial. Se deben utilizar especies de plantas perennes que se adapten a las condiciones agroclimáticas del territorio y que además brinden beneficios adicionales a los productores/as.
- Controlar las quemas agrícolas para mantener una cobertura vegetal que proteja los suelos de la erosión.
- En pendientes mayores del 5 al 10% se debe de mantener la cobertura vegetal, realizar siembra en contorno, establecer cultivos en fajas, barreras vivas y barreras muertas.
- Establecer Sistemas Agroforestales, Sistemas Silvopastoriles y cercas vivas que permitan la conexión entre los remanentes de áreas de bosque que permitan la circulación de fauna silvestre en todo el ecosistema.
- Cuando se realice una reforestación, deben utilizarse especies nativas.

La evaluación de los suelos empleando el método de Clases Agrológicas indica que el 28.2% del territorio de la subcuenca presenta vocación forestal debido a las limitaciones de pendiente, pedregosidad y poca profundidad que presentan los suelos; el 41.9% debe ser destinado a áreas de conservación y protección de la vida silvestre. El área apta para cultivos en surco representa el 29.9% del territorio; sin embargo, la mayor parte de esta área tiene moderadas restricciones que limitan el uso a cultivos semi-perennes y perennes.

Cuadro 105. Clases de Capacidad de Uso de la Tierra predominantes en la subcuenca del Río Tapacalí.

| Clase de Capacidad de Uso | Descripción | Área | | |
|---------------------------|---|-----------------|--------------|------------|
| | | Km ² | Ha | % |
| II | De uso agropecuario amplio, pero con las siguientes limitaciones que solas o combinadas, incrementan costos de producción: Topografía ligeramente ondulada o inclinada con pendientes de 2 a 4%. Erosión moderada; profundidad efectiva moderada (75-100 centímetros); período canicular definido. Requieren para su manejo prácticas agronómicas de conservación de suelos y agua. | 8.18 | 818 | 5.2 |
| III | Tierras con limitaciones moderadas que solas o combinadas, restringen la elección de cultivos o incrementan costos de producción. Entre las restricciones se encuentran profundidad moderada (50 a 75 centímetros); textura arcillosa o franco arenosa y drenaje moderado rápido, topografía moderadamente ondulada o moderada inclinada, pendientes de 4 a 8%, erosión fuerte, drenaje interno moderado, período canicular acentuado. Requieren para su manejo prácticas intensivas de conservación de suelos y agua. | 14.21 | 1421 | 9.1 |
| IV | Con fuertes limitaciones que solas o combinadas restringen la amplitud de uso a vegetación semipermanente y permanente; entre las limitaciones se encuentran: pendientes de 8 a 15%, erosión severa, poca profundidad (25 a 50 centímetros), textura gruesa en la superficie y muy gruesas en el subsuelo, o finas en la superficie y muy finas en el subsuelo; fertilidad media, salinidad leve, drenaje interno imperfecto a moderadamente excesivo, riesgo de inundación moderado. Cultivos anuales pueden desarrollarse sólo de manera ocasional y con prácticas muy intensivas de conservación de suelos y agua. | 24.44 | 2444 | 15.6 |
| VI | Con severas limitaciones tales como relieve fuertemente ondulado, pendientes de 15 a 30%, erosión severa, poca profundidad (menos de 40 centímetros), texturas muy gruesas, muy baja fertilidad, salinidad moderada, drenaje interno moderado, excesivo o moderado lento, que solas o combinadas restringen su uso a la producción forestal, así como cultivos permanentes (pastos y frutales), pero con prácticas intensivas de conservación suelos y agua. | 32.40 | 3240 | 20.6 |
| VII | Con limitaciones muy severas tales como relieve escarpado, pendientes de 30 a 45%, erosión severa, pedregosidad en la superficie y en el perfil, que solas o combinadas restringen su uso a bosques. | 11.92 | 11.92 | 7.6 |
| VIII | No reúnen las condiciones mínimas para actividades agropecuaria o forestal alguna, debido al alto riesgo ambiental que implican estos usos. Son áreas con suelos superficiales ó pedregosos en terrenos escarpados; deben destinarse a la preservación de la vida silvestre, protección de áreas de recarga acuífera, belleza escénica, entre otras. | 65.77 | 6577 | 41.9 |
| Total | | 156.92 | 15692 | 100 |

Fuente: Estudio de Calidad de Suelos de la subcuenca del Río Tapacalí, 2013.

Cuadro 106. Recomendaciones de uso y manejo para los suelos de la subcuenca del Río Tapacalí en base a las Clases de Capacidad de Uso de la Tierra.

| Clase de Capacidad de Uso | Uso recomendado | Manejo |
|---------------------------|---|--|
| II y III | <p>Cultivos anuales: Granos básicos, raíces y tubérculos, hortalizas, oleaginosas, cucurbitáceas, cultivos de enramadas.</p> <p>Cultivos semi perennes: Caña de azúcar, musáceas, frutales, cultivos de enramadas, plantas aromáticas y medicinales.</p> <p>Cultivos perennes: Especies forestales, sistemas agroforestales, frutales, pastos, plantas aromáticas y medicinales.</p> | <p>Protección de fuentes de agua, manejo de rastrojos (no quema), cobertura permanente, siembra en contorno, rotación de cultivos, barreras vivas, acequias de infiltración, diques de contención, labranza mínima.</p> <p>Sistemas Agroforestales, manejo de pasturas, cercas vivas, pastoreo rotativo y manejo de carga animal.</p> <p>Plantaciones forestales, cortinas rompe viento, rondas corta fuego.</p> |
| IV | <p>Cultivos semi perennes: Caña de azúcar, musáceas, frutales, cultivos de enramadas.}</p> <p>Cultivos perennes: Sistemas agroforestales con frutales, sistemas silvopastoriles con pastos extensivos/pastos de corte, plantaciones forestales.</p> <p>Cultivos anuales: Con prácticas especiales, granos básicos, raíces y tubérculos, hortalizas, oleaginosas, cucurbitáceas, cultivos de enramadas.</p> | <p>Protección de fuentes de agua, manejo de rastrojos, cobertura permanente, siembra en contorno, rotación de cultivos, barreras vivas o muertas, acequias, diques.</p> <p>Manejo de pasturas, cercas vivas, sistemas agroforestales, pastoreo rotativo y manejo de carga animal, plantaciones forestales, cortinas rompe viento.</p> |
| VI | <p>Cultivos semi perennes: Musáceas, raíces y tubérculos, frutales, plantas medicinales.</p> <p>Cultivos perennes: Sistemas agroforestales con plantas medicinales, forestales.</p> | <p>Protección de fuentes de agua, manejos de rastrojos, cobertura permanente, sistemas agroforestales, agricultura de conservación, diques, barreras muertas.</p> <p>Manejo de pastos, cobertura permanente, cercas vivas. Forestales, regeneración natural.</p> |
| VII | <p>Plantaciones forestales.</p> <p>Sistemas agroforestales con café, frutales, nueces, aromáticas y medicinales.</p> | <p>Protección de fuentes de agua, manejo de rastrojos, Sistemas Agroforestales (SAF), aprovechamiento forestal selectivo, rondas corta fuego</p> |
| VIII | <p>Zonas de preservación de flora y fauna, protección de áreas de recarga acuífera, reserva genética y belleza escénica.</p> | <p>Preservación de suelos, flora y fauna</p> |

Fuente: Estudio de calidad de suelos de la subcuenca del Río Tapacalí, 2013. Adaptado de MIFIC. 2007. Norma Técnica Nicaragüense para el Uso y Manejo del Suelo.

En la subcuenca se identifican cinco categorías de uso de la tierra; con predominancia de tacotales, cultivos anuales y pastos; bosques latifoliados y bosques de pinos fuertemente intervenidos. Estos grupos de vegetación se encuentran en diferentes estados de intervención de acuerdo a las actividades desarrolladas por los habitantes con el propósito de garantizar su subsistencia y seguridad alimentaria.

Cuadro 107. Distribución de las categorías de uso actual del suelo en la subcuenca del Río Tapacalí.

| Categoría de Uso | Área | | |
|--|-----------------|--------------|-------------|
| | Km ² | Ha | % |
| Vegetación de bosque | | | |
| Bosque Latifoliado Cerrado | 1.88 | 188 | 1.2 |
| Bosque Latifoliado Abierto | 3.92 | 392 | 2.5 |
| Bosque de Pino Cerrado | 11.30 | 1130 | 7.2 |
| Bosque de Pino Abierto | 19.30 | 1930 | 12.3 |
| Sub-total | 36.40 | 3640 | 23.2 |
| Vegetación de hábitat boscoso | | | |
| Tacotales | 60.42 | 6042 | 38.5 |
| Café bajo sombra | 0.63 | 63 | 0.4 |
| Sub-total | 61.05 | 6105 | 38.9 |
| Vegetación de ciclo corto y largo | | | |
| Agropecuario (cultivos anuales y pastos) | 58.38 | 5838 | 37.2 |
| Sub-total | 58.38 | 5838 | 37.2 |
| Otros usos | | | |
| Suelos sin vegetación | 0.47 | 47 | 0.3 |
| Sub-total | 0.47 | 47 | 0.3 |
| Áreas humanizadas | | | |
| Uso urbano e infraestructura | 0.47 | 47 | 0.3 |
| Sub-total | 0.47 | 47 | 0.3 |
| Total | 156.77 | 15677 | 100 |

Fuente: Estudio de Calidad de Suelos de la subcuenca del Río Tapacalí, 2013.

A continuación se describen brevemente cada una de las categorías de uso de la tierra predominantes en la subcuenca del Río Tapacalí.

▪ **Vegetación de Bosque**

Son sistemas ecológicos compuestos predominantemente de árboles, generalmente asociados con flora y fauna silvestre y condiciones naturales del suelo, con altura mínima de los árboles de cinco metros en edad madura. Está constituido por remanentes de bosques latifoliados intervenidos. Representa el 23.2% (36.40 km²) del área de la subcuenca. En esta categoría vegetal incluye: Bosque Latifoliado Cerrado (BLC), Bosque Latifoliado Abierto (BLA), Bosque de Coníferas.

▪ **Vegetación de hábitat boscoso**

Está constituida por todo el complejo de vegetación leñosa derivada del aclareo del bosque natural para la agricultura itinerante. Es una clase intermedia entre el bosque y cultivos que tienen hábitat boscoso (café, árboles frutales, etc). Representa el 38.9% (61.05 km²) del área de la subcuenca. Esta categoría vegetal está representada por Café con sombra y Tacotales.

El café con sombra corresponde a café de zonas altas con sombra. Esta categoría de vegetación conformada por árboles de porte mediano y alto, de copas de buena cobertura, donde el factor climático y los suelos juegan un papel muy importante en lo que se refiere a bajas temperaturas y suelos profundos. Se encuentra distribuido en la parte media y alta; con extensión territorial de 0.63 km², que representa el 0.4% del total del área de la subcuenca.

El café con sombra es considerado un Sistema Agroforestal y con Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) tiene mucho potencial no solo de ser un cultivo rentable, si se comercializa como café diferenciado; sino que también genera importantes servicios ambientales como secuestro de carbono, mantenimiento de la biodiversidad, control de la erosión de suelos, belleza escénica, recarga de acuíferos subterráneos y protección de fuentes de agua.

En la subcuenca existen zonas con características ambientales y de relieve (altitud por encima de los 1000 msnm) propicias para café gourmet o especiales en áreas ubicadas en la parte alta del municipio de Las Sabanas y la zona de La Calaguasca en San Marcos de Colón en Honduras.

Los tacotales son campos de cultivos anuales y pastizales abandonados que se dejan en barbecho para recuperar esos suelos, debido a que han perdido su productividad. Ocupan una superficie de 60.42 km², lo cual representa el 38.5% del área total de la subcuenca.

▪ **Vegetación de ciclo corto y largo**

La vegetación de ciclo corto se refiere al uso anualmente continuo de la tierra, donde los suelos permanecen cubiertos de cultivos durante una época del año o en rotación durante todo el año. Generalmente son tierras con mediano potencial agropecuario. En esta categoría de vegetación se incluyen los cultivos anuales; la cual está representada por cultivos anuales (granos básicos con predominio de maíz y frijol que se siembran en asociación, también incluye siembra de tomate).

La vegetación de ciclo largo comprende el uso estacional de la tierra (cinco años o más) con cultivos herbáceos forrajeros, sean cultivados o naturales (praderas naturales o pasturas), con cobertura de vegetación leñosa menor del 10% de copas, y cultivos que la ocupan por largo período y no necesitan ser replantados después de cada cosecha. En esta categoría de vegetación se incluyen potreros de ganadera extensiva, pastos mejorados, barbecho, pastos con arbustos y pastos con árboles dispersos, así como también vegetación arbustiva, ya que la resolución de la imagen de satélite no permitió separar estas unidades con más detalle, siendo la forma espectral idéntica para estos usos.

El total de áreas que tienen uso agropecuario (cultivos anuales y pastos) es de 58.38 km² (5838 hectáreas), lo cual representa el 37.2% del área total de la subcuenca

- **Suelos sin vegetación**

Son los suelos que no tiene cobertura vegetal que están expuestos a procesos erosivos. Ocupan una superficie de 0.47 km² que representan el 0.3% del total del área de la subcuenca.

- **Uso Urbano e infraestructura**

Se refiere a zonas donde se localizan los centros poblados, la principal es el casco urbano del municipio de San José de Cusmapa. Ocupa 47 hectáreas que representan el 0.3% del área total de la subcuenca.

Cuadro 108. Valoración cualitativa del estado situacional del Recurso Suelo por parte de los pobladores que habitan en las comunidades localizadas en la parte alta de la subcuenca del Río Tapacalí.

| Comunidad | Problema | Causa | Consecuencia |
|---|--|--|---|
| BUENA VISTA | Empobrecimiento del suelo | Utilización de productos químicos, incendios forestales, quemas agrícolas, erosión, malas obras de conservación de suelo | Falta de alimentos, aumenta la pobreza, menos cosechas, mayor número de plagas, malas cosechas, bajo rendimiento de cultivos, migración de la población |
| MIRAMAR | Infertilidad del suelo | Quemas agrícolas, deforestación, uso abundante de químicos | Empobrece la capa fértil del suelo |
| LOS LLANITOS | Erosión del suelo | Quemas agrícolas, despale, sequía, vientos fuertes, avance de la frontera agrícola, terrenos inclinados | Escasa producción, pobreza, pérdida de fertilidad del suelo, desnutrición, deslizamientos |
| | Contaminación del suelo | Aplicación de agroquímicos (Gramoxone, Glifosato) Uso de productos químicos de etiqueta roja | Muchas plagas, baja producción |
| EL RODEO | Erosión del suelos | Falta de medidas de conservación de suelos, suelos arcillosos | Infertilidad de los suelos, poca retención de agua |
| | Suelo ácidos | Vegetación de pino | Baja productividad, suelos no aptos para cultivos |
| SANTA RITA | Poca fertilidad de los suelos | Quemas agrícolas, poca forestación, corte de madera, absorción de agroquímicos en el suelo | Poca producción, no hay producción, plagas en los cultivos, problemas económicos, enfermedades en los cultivos (nemátodos, roya en café) |
| LAS MESAS | Suelos infértiles y cansados | Quemas agrícolas Uso inadecuado del suelo | Desnutrición, pobreza, alto costo de la canasta básica, desintegración familiar, falta de ropa, medicinas y alimentación balanceada, reducción de cosechas, migración de la población, disminución de ingresos económicos, malas cosechas, baja producción, poco ingreso de dinero a las familias |
| ORUSE | Poca fertilidad del suelo | Uso de agroquímicos, quemas agrícolas, poca adopción de OCSA | Bajo rendimiento agrícola, mala calidad de la producción, deslaves y derrumbes |
| QUEBRADA HONDA | Deterioro del suelo Erosión del suelo | Abuso de agroquímicos, despale, mal uso que se le da al suelo, avance de la frontera agrícola | Baja producción Deslave del suelo |
| EL CIPIÁN | Erosión del suelo | Quemas agrícolas Tala de árboles Sobre pastoreo del ganado | Baja fertilidad del suelo Poca producción |
| CASCO URBANO SAN JOSÉ DE CUSMAPA | Erosión | Deforestación, uso de insecticidas y pesticidas, agricultura tradicional, quemas agrícolas, construcciones y cambios de uso de suelo | Deslizamientos Empobrecimiento del suelo Contaminación del suelo Pérdida de cultivos |

Fuente: El autor a partir de información facilitada por los colaboradores claves que participaron en los Talleres Comunitarios de Reflexión y Motivación Ambiental, 2013.

Cuadro 109. Valoración cualitativa del estado situacional del Recurso Suelo por parte de los pobladores que habitan en las comunidades localizadas en la parte media de la subcuenca del Río Tapacalí.

| Comunidad | Problema | Causa | Consecuencia |
|----------------------|--|--|--|
| LA FUENTE | Perdida de fertilidad de los suelos | Uso de químicos, quemas agrícolas, avance de la frontera agrícola | Pérdida de cosechas, alta de alimentación, desnutrición, muerte de microorganismos |
| | Suelos erosionados | Falta de conservación de suelos, despale, quemas agrícolas | Deslizamientos, pérdida de cultivos |
| LAS VICTORIAS | Infertilidad y erosión de los suelos | Muchas quemas agrícolas, utilización de muchos químicos en los suelos para los cultivos, despale, avance de la frontera agrícola, falta de barreras vivas | Bajo rendimiento de las cosechas, deslizamientos |
| MIQUILSE | Encharcamiento (Saturación de los suelos) | Exceso de lluvia, no hay salida de agua (falta de drenaje de los suelos por malas prácticas agrícolas), no se realizan obras de conservación de suelo | Pérdida de cosechas |
| | Plagas en el suelo | Exceso de lluvia, mucho verano en algunas ocasiones (cuando se da una sequía se favorece el ciclo de vida de algunas plagas), malas prácticas agrícolas, no se limpian las parcelas | Bajos rendimientos en las cosechas, menos o pocos ingresos económicos para las familias, escasez de alimentos |
| | Disminución de la fertilidad de los suelos | Mucha aplicación de químicos, mucha aplicación de Gramoxone, Glifosato, malas prácticas agrícolas | Afectación a la familia (lo que se cosecha no es suficiente para satisfacer las necesidades de la familia), mayor cantidad de enfermedades en la población por la poca alimentación de la familia y por eso proliferan algunas enfermedades, desnutrición de los niños por la poca producción e infertilidad de los suelos, esto favorece la inseguridad alimentaria y se da la desnutrición en los niños, disminución de la población por mortalidad infantil |
| | Destrucción del suelo | Quemas agrícolas, despale favorece la erosión de los suelos, aplicación de venenos, no hay obras de conservación de suelos | Poca producción, muerte de animales (los suelos se vuelven infértiles que ni la alimentación para los animales se desarrolla), muerte de personas (ante la poca producción se dan muertes por desnutrición), No habrá producción |
| MAL PASO | Mal manejo de los suelos | Falta de información a la comunidad, cambio de uso de suelo, malas prácticas agrícolas, falta de obras de conservación de suelos, mal uso y manejo de agroquímicos, socola en áreas con bastante pendiente | Extinción de la semilla criolla, perdida de la fertilidad del suelo, se dan muchas cárcavas, afectación de materia orgánica y desaparición de los microorganismos, daños en la parte baja de la subcuenca, nos acarrea sequia y profundidad del liquido vital, menos producción, erosión de suelos, poca infiltración del agua |
| EL MOJÓN | Suelos erosionados | Deforestación, quemas agrícolas, lluvias fuertes, ausencia de obras de conservación de suelo, pérdida de tradiciones agrícolas (uso del machete para limpiar), vientos fuertes | Menos producción, suelos infértiles, deslizamientos, disminución de los ingresos familiares, sedimentación de las partes más bajas |

Fuente: El autor a partir de información facilitada por los colaboradores claves que participaron en los Talleres Comunitarios de Reflexión y Motivación Ambiental, 2013.

Cuadro 110. Valoración cualitativa del estado situacional del Recurso Suelo por parte de los pobladores que habitan en las comunidades localizadas en la parte baja de la subcuenca del Río Tapacalí.

| Comunidad | Problema | Causa | Consecuencia |
|------------------------|---|--|--|
| EL ESPINO | Deslizamiento del suelo | Deforestación Inestabilidad de laderas Mayor intensidad de las lluvias en cortos períodos de tiempo | Deterioro de las parcelas Pérdida de cultivos y bienes materiales |
| | Contaminación del suelo | Uso excesivo de agroquímicos | Enfermedades a productores debido a la exposición de agroquímicos Contaminación en los cultivos por bioacumulación de sustancias |
| | Mal manejo de los suelos | Desconocimiento de prácticas de conservación de suelo por parte de productores | Erosión del suelo Pérdida de la capa fértil Desaparición de microorganismos beneficiosos y depredadores naturales de plagas |
| | Sobrepastoreo | Necesidad de alimentación del ganado Ilegalidad en tenencia de tierras Parcelas pequeñas | Empobrecimiento del suelo |
| EL TABLÓN | Infertilidad de los suelos | Usos de productos químicos Quemas agrícolas Despale | Baja producción agrícola |
| | Suelos desprotegidos | Despale Avance de la frontera agrícola | Disminución del agua Pérdidas de montañas, de bosques |
| | Erosión del suelo | Falta de prácticas de conservación de suelos Despale Avance de la Frontera Agrícola Quemas agrícolas | Perjudica especialmente al medio ambiente, animales y a las personas |
| AGUAS CALIENTES | Erosión eólica e hídrica | Suelos desprotegidos de material vegetal Uso inadecuado de los suelos Malas prácticas agrícolas y ganaderas Quemas agrícolas para la limpieza del terreno Compactación del suelo por el pisoteo del ganado | Pérdida de la materia orgánica de las capas superficiales del suelo Aumento de la temperatura de las capas superficiales del suelo Aumento de la reflexión solar |
| LA PLAYA | Erosión de suelos | Despale indiscriminado Falta de obras de conservación de suelos Cambio de uso de suelo | Baja producción Inundaciones Suelos infértiles. |
| | Deslizamientos de tierra en la parte alta de los cerros | Desprotección de los cerros | Inundaciones Pérdida de cultivos Deslaves |
| | Infertilidad de los suelos en algunas áreas | Erosión por agua y viento Falta de obras de conservación de suelo Poca lluvia | No hay buena producción Productos de mala calidad |
| | Contaminación del suelo | Mal uso de agroquímicos | Baja producción Muerte de microorganismos del suelo |

Fuente: El autor a partir de información facilitada por los colaboradores claves que participaron en los Talleres Comunitarios de Reflexión y Motivación Ambiental, 2013.

4.3.7. Valoración cuantitativa de los recursos naturales

Para realizar la valoración cuantitativa de los recursos naturales de la subcuenca, se utilizó la metodología de Mapeo, Análisis y Monitoreo Participativo de los Recursos Naturales, el cual es un Instrumento Metodológico para la Toma de Decisiones en el Manejo de los Recursos Naturales (IMTD-MRN) desarrollado por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), con el objetivo de permitir mediante su aplicación la participación activa y consciente de los actores locales de una cuenca o comunidad; y apoyarlos en la toma de decisiones en el manejo de sus recursos naturales (Vernooy et al., 1998).

El instrumento metodológico se utilizó en los Talleres Participativos de Diagnóstico Comunitario realizados en diecisiete comunidades rurales y el caso urbano de San José de Cusmapa; y sirvió para identificar indicadores de calidad de recursos naturales.

El uso de este instrumento metodológico permitió utilizar técnicas participativas como: el mapeo participativo, el transecto o recorrido para constatar in situ el estado actual de los recursos naturales, el diagnóstico participativo de los recursos naturales; y la validación de indicadores de calidad de los recursos naturales.

El mapeo participativo se realizó con el propósito de concretizar visualmente la visión que los habitantes de las comunidades tienen de su espacio físico natural y de sus recursos naturales. El diseño del mapa de cada comunidad permitió conocer mejor el espacio físico y ayudó a definir siempre con la participación de los colaboradores claves, si existe una sola zona o diferentes zonas agroecológicas dentro de la comunidad. Esta zonificación permitió posteriormente determinar el transecto o itinerario por el que se realizó el recorrido con los colaboradores claves para observar in situ las características del paisaje y los cambios que se observan partiendo de la zona más alta hacia la parte más baja en cada comunidad y cruzando por los diferentes sistemas de producción o uso de la tierra.

La caminata de transecto por las diferentes microzonas de cada comunidad, permitió observar en el terreno los diferentes usos de los recursos naturales, los problemas asociados y las oportunidades que existen. Además, se pudo analizar con los colaboradores claves aspectos específicos, validar su conocimiento del paisaje, preguntar cómo era la situación en el pasado y como podría ser en el futuro. También permitió tomar fotografías del paisaje que pueden servir como material didáctico y como puntos de referencia para el monitoreo de cambios en el tiempo. El transecto pasó por puntos claves del paisaje que representan usos o problemas típicos de los recursos naturales existentes en cada una de las comunidades.

El diagnóstico participativo de los recursos naturales se realizó con el propósito de identificar un conjunto de componentes que representan la problemática de acceso, uso y manejo de los recursos naturales en cada una de las comunidades.

Para ello, fue necesario completar este panorama con un diagnóstico cualitativo de los recursos naturales, lo que permitió conocer más a fondo el estado de cada uno de ellos en forma individual y en conjunto. Este diagnóstico se realizó como parte del recorrido en cada una de las comunidades.

Para realizar el diagnóstico cualitativo se elaboró un marco o perspectiva general de los recursos naturales y su uso, abarcando toda y cada una de las comunidades. La importancia del marco incluyó un conjunto de componentes interrelacionados (agua, bosques y animales silvestres, suelo). Este conjunto de componentes representan la problemática de los recursos naturales a nivel local y facilitaron realizar la comparación entre comunidades.

Para efectuar el análisis era necesario tener respuestas a una serie de interrogantes sobre el estado actual de los recursos naturales y sobre los cambios que se han observado en el tiempo. Por ello se recolectó y documentaron los conocimientos y observaciones hechas por los colaboradores claves. También, fue necesario disponer de datos concretos, tanto de tipo cualitativo como cuantitativo. Para tal fin, se elaboró una guía en la que se incluyeron una combinación de preguntas abiertas y dirigidas; y una serie de preguntas con respuestas predefinidas, en forma de sondeo. La guía se estructuró en forma detallada y clara para evitar confusión sobre los subcomponentes y las preguntas que se hicieron, esto permitió estandarizar la información recolectada.

La información obtenida a través de los mapas y diagnósticos participativos constituyó el principal insumo para definir comunidades con recursos naturales en proceso de degradación. Se elaboró un set mínimo de indicadores de calidad de los recursos naturales a nivel comunitario tomando como base los resultados obtenidos en el mapeo y el análisis del diagnóstico de los tres componentes de calidad de recursos naturales, en particular por sub-componente.

Este conjunto de indicadores se validó y revisó con los colaboradores claves de cada una de las comunidades que participaron en el Taller Participativo de Validación de Indicadores de Evaluación de Recursos Naturales, Análisis y Priorización de la Problemática Socioambiental. En este sentido es oportuno ver los indicadores como resultado de un proceso de discusión y si es necesario de negociación. El resultado final fue un set mínimo de indicadores para cada una de las comunidades.

El uso de indicadores de calidad de los recursos naturales es un método sencillo y práctico que facilita a las comunidades poder identificar la situación en que se encuentran los recursos naturales de su comunidad en un tiempo determinado; y permite tener una aproximación, o sea un estimado relativo de su calidad.

Un indicador es un estimador útil para evaluar diferentes variables utilizadas para el análisis del estado de los componentes agua, bosque y fauna silvestre, y suelos; por lo tanto debe ser medible, comprensible y aplicable a escala de comunidad y tener relevancia para la toma de decisiones a nivel local.

La utilidad de los indicadores está dada por el sentido valorativo que proporcionan de los recursos naturales en una comunidad en particular, por lo cual se convierten en la referencia inicial para evaluar en períodos establecidos los cambios que experimenta el estado de estos recursos en el tiempo, después de haberse implementado el Plan de Manejo y Gestión Integral de la subcuenca. Además, facilitan la ubicación de la problemática de los recursos naturales en la comunidad; pudiéndose deducir estados bueno, regular y/o de deterioro de éstos. Asimismo, son de utilidad para comparar el estado con respecto a otras comunidades.

Se dio puntajes a las categorías de calidad de la siguiente manera: Buena (3), Regular (2), Mala (1). Después se aplicaron estos puntajes a todos los indicadores, sumando todos los puntajes fue posible calcular el total, el cual representa el estado de los recursos naturales en cada comunidad. La respuesta o valor asignado a la opción elegida corresponde a la calificación o percepción que tienen los pobladores del estado de los recursos naturales de su comunidad.

Para el análisis cuantitativo de los recursos naturales a nivel comunitario se utilizaron 25 indicadores, que representan un valor mínimo de 25 y un valor máximo de 75. Los puntajes de 25 a 41 puntos corresponden a un estado de degradación crítico, la valoración de 42 a 58 a degradación intermedia; y los valores que oscilan de 59 a 75 a un aceptable estado situacional.

Cuadro 111. Total de indicadores por componente utilizados para valorar cuantitativamente el estado de degradación de los recursos naturales de las comunidades localizadas en el territorio de la subcuenca del Río Tapacalí.

| Componente | Número de Indicadores | Valor Mínimo | Valor Máximo |
|--------------------------|-----------------------|--------------|--------------|
| Agua | 5 | 5 | 15 |
| Bosque y Fauna Silvestre | 8 | 8 | 24 |
| Suelo | 12 | 12 | 36 |
| Total | 25 | 25 | 75 |

Fuente: El autor a partir del Set de Indicadores de Calidad de Recursos Naturales.

Cuadro 112. Categoría de valoración de los indicadores por componente utilizados para valorar cuantitativamente el estado de degradación de los recursos naturales de las comunidades localizadas en el territorio de la subcuenca del Río Tapacalí.

| Componente | Categoría | | |
|--------------------------|-----------|---------|---------|
| | Malo | Regular | Bueno |
| Agua | 5 – 8 | 9 - 12 | 13 -15 |
| Bosque y Fauna Silvestre | 8 – 13 | 14 - 19 | 20 – 24 |
| Suelo | 12 – 20 | 21 - 29 | 30 – 36 |

Fuente: El autor en base al Cuadro 108.

Cuadro 113. Síntesis de indicadores por componente utilizados para valorar cuantitativamente el estado de degradación de los recursos naturales de las comunidades localizadas en las tres zonas altitudinales del territorio de la subcuenca del Río Tapacalí.

| Zona Altitudinal | Comunidad | Indicador | | | Total | Valoración |
|------------------|------------------|-----------|-----|----|-------|------------|
| | | A | BFS | S | | |
| PARTE ALTA | El Rodeo | 7 | 18 | 17 | 42 | DI |
| | Los Llanitos | 10 | 14 | 28 | 52 | DI |
| | Buena Vista | 8 | 15 | 27 | 50 | DI |
| | Quebrada Honda | 12 | 16 | 25 | 53 | DI |
| | Miramar | 9 | 20 | 31 | 60 | NA |
| | Oruse | 6 | 15 | 29 | 50 | DI |
| | El Cipián | 10 | 15 | 27 | 52 | DI |
| | Casco Urbano SJC | 10 | 13 | 20 | 43 | DI |
| | Santa Rita | 11 | 19 | 23 | 53 | DI |
| Las Mesas | 8 | 16 | 31 | 55 | DI | |
| PARTE MEDIA | Las Victorias | 8 | 14 | 24 | 46 | DI |
| | Miquilse | 5 | 12 | 26 | 43 | DI |
| | Mal Paso | 7 | 15 | 21 | 43 | DI |
| | El Mojón | 9 | 13 | 27 | 49 | DI |
| | La Fuente | 8 | 15 | 32 | 55 | DI |
| | Gualiqueme | 10 | 17 | 30 | 57 | DI |
| PARTE BAJA | La Playa | 10 | 14 | 28 | 52 | DI |
| | El Tablón | 8 | 13 | 24 | 45 | DI |
| | El Espino | 7 | 15 | 29 | 51 | DI |
| | Aguas Calientes | 11 | 14 | 27 | 52 | DI |

Fuente: El autor a partir de información facilitada por los colaboradores claves que participaron en los Talleres Participativos de Diagnóstico Comunitario y Taller Participativo de Validación de Indicadores de Evaluación de Recursos Naturales, Análisis y Priorización de la Problemática Socioambiental, 2013.

Clave: DI: Degradación Intermedia, NA: Nivel Aceptable, A: Agua, BFS: Bosque y Fauna Silvestre, S: Suelo

Para evaluar el recurso agua en cada una de las comunidades se utilizaron cinco indicadores: fuentes de agua existentes, disponibilidad de agua en el verano, fuentes de contaminación del agua del río, acceso de la comunidad a un proyecto de agua potable, calidad del agua de uso doméstico. Se utilizó un rango de valores comprendidos entre cinco y quince puntos, como valor mínimo y máximo respectivamente. Diez comunidades (El Rodeo, Buena Vista, Oruse, Las Mesas, Las Victorias, Miquilse, Mal Paso, La Fuente, El Tablón y El Espino) se ubican en la categoría mala con respecto a la valoración cuantitativa del recurso agua; y nueve comunidades rurales (Los Llanitos, Quebrada Honda, Miramar, Santa Rita, El Mojón, La Playa, El Cipián, Gualiqueme y Aguas Calientes) y el casco urbano del municipio de San José de Cusmapa en la categoría de valoración regular.

Cuadro 114. Valoración de las variables de calidad del recurso agua por parte de los pobladores que habitan en las comunidades localizadas en la parte alta de la subcuenca del Río Tapacalí.

| Variable | Comunidad | | | | | | | | | |
|---|---------------------|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|
| | El Rodeo | Los Llanitos | Buena Vista | Quebrada Honda | Miramar | Oruse | El Cipián | Casco Urbano SJC | Santa Rita | Las Mesas |
| Fuentes de agua | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 |
| Disponibilidad de agua en verano | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Fuentes de contaminación del agua del río | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| Acceso a un proyecto de agua potable | 1 | 3 | 2 | 3 | 3 | 1 | 2 | 3 | 2 | 2 |
| Calidad del agua de uso doméstico | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 1 | 3 | 3 | 3 | 2 |
| Total/Valoración | 7 M | 10 R | 8 M | 12 R | 9 R | 6 M | 10 R | 10 R | 11 R | 8 M |

Cuadro 115. Valoración de las variables de calidad del recurso agua por parte de los pobladores que habitan en las comunidades localizadas en la parte media de la subcuenca del Río Tapacalí.

| Variable | Comunidad | | | | | |
|---|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|
| | Las Victorias | Milquitse | Mal Paso | El Mojón | La Fuente | Gualiqueme |
| Fuentes de agua | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 |
| Disponibilidad de agua en verano | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| Fuentes de contaminación del agua del río | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 |
| Acceso a un proyecto de agua potable | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| Calidad del agua de uso doméstico | 2 | 1 | 2 | 3 | 2 | 3 |
| Total/Valoración | 8 M | 5 M | 7 M | 9 R | 8 M | 10 R |

Cuadro 116. Valoración de las variables de calidad del recurso agua por parte de los pobladores que habitan en las comunidades localizadas en la parte media de la subcuenca del Río Tapacalí.

| Variable | Comunidad | | | |
|---|----------------------|---------------------|---------------------|----------------------|
| | La Playa | El Tablón | El Espino | Aguas Calientes |
| Fuentes de agua | 3 | 2 | 1 | 3 |
| Disponibilidad de agua en verano | 3 | 2 | 2 | 3 |
| Fuentes de contaminación del agua del río | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Acceso a un proyecto de agua potable | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Calidad del agua de uso doméstico | 2 | 2 | 2 | 3 |
| Total/Valoración | 10 R | 8 M | 7 M | 11 R |

Fuente: El autor a partir de información facilitada por los colaboradores claves que participaron en los Talleres Participativos de Diagnóstico Comunitario y Taller Participativo de Validación de Indicadores de Evaluación de Recursos Naturales, Análisis y Priorización de la Problemática Socioambiental, 2013.

Clave: M: Mala, R: Regular

Para la valoración del recurso bosque y fauna silvestre se utilizaron ocho indicadores: área de bosque, diversidad de especies de árboles, abastecimiento de leña, áreas reforestadas, participación de la comunidad en actividades de

reforestación, extracción de madera, diversidad de animales silvestres, promoción de la vida silvestre; con un rango de valores que oscilan entre ocho y veinticuatro como valores mínimo y máximo. Tres comunidades (Miquilse, El Mojón y El Tablón) y el casco urbano del municipio de San José de Cusmapa se ubican en la categoría mala con respecto a la valoración cuantitativa del recurso bosque y fauna silvestre. La comunidad Miramar se cataloga en nivel bueno; y quince comunidades se ubican en la categoría de regular.

Cuadro 117. Valoración de las variables de calidad del recurso bosque y fauna silvestre por parte de los pobladores que habitan en las comunidades localizadas en la parte alta de la subcuenca del Río Tapacalí.

| Variable | Comunidad | | | | | | | | | |
|---|-------------|--------------|-------------|----------------|-------------|-------------|-------------|------------------|-------------|-------------|
| | El Rodeo | Los Llanitos | Buena Vista | Quebrada Honda | Miramar | Oruse | El Cipián | Casco Urbano SJC | Santa Rita | Las Mesas |
| Área de bosque | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 |
| Diversidad de especies de árboles | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 1 | 3 | 2 |
| Abastecimiento de leña | 3 | 2 | 1 | 1 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| Áreas reforestadas | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| Participación de la comunidad en actividades de reforestación | 2 | 1 | 1 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| Extracción de madera | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 1 |
| Diversidad de animales silvestre | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 |
| Promoción de la vida silvestre | 1 | 2 | 2 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| Total/Valoración | 18 R | 14 R | 15 R | 16 R | 20 B | 15 R | 15 R | 13 M | 19 R | 16 R |

Cuadro 118. Valoración de las variables de calidad del recurso bosque y fauna silvestre por parte de los pobladores que habitan en las comunidades localizadas en la parte media de la subcuenca del Río Tapacalí.

| Variable | Comunidad | | | | | |
|---|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | Las Victorias | Milquilse | Mal Paso | El Mojón | La Fuente | Gualiqueme |
| Area de bosque | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 |
| Diversidad de especies de árboles | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 3 |
| Abastecimiento de leña | 3 | 1 | 2 | 3 | 3 | 2 |
| Areas reforestadas | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 |
| Participación de la comunidad en actividades de reforestación | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| Extracción de madera | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 |
| Diversidad de animales silvestre | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Promoción de la vida silvestre | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Total/Valoración | 14 R | 12 M | 15 R | 13 M | 15 R | 17 R |

Fuente: El autor a partir de información facilitada por los colaboradores claves que participaron en los Talleres Participativos de Diagnóstico Comunitario y Taller Participativo de Validación de Indicadores de Evaluación de Recursos Naturales, Análisis y Priorización de la Problemática Socioambiental, 2013.

Clave: M: Mala, R: Regular, B: Buena

Cuadro 121. Valoración de las variables de calidad del recurso suelo por parte de los pobladores que habitan en las comunidades localizadas en la parte media de la subcuenca del Río Tapacalí.

| Variable | Comunidad | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|---------------|----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|------------|----------|
| | Las Victorias | | Milquitse | | Mal Paso | | El Mojón | | La Fuente | | Gualiqueme | |
| Fertilidad del suelo | 2 | | 3 | | 2 | | 3 | | 2 | | 3 | |
| Profundidad de la capa fértil | 2 | | 3 | | 2 | | 3 | | 2 | | 3 | |
| Color del suelo mojado | 3 | | 3 | | 3 | | 3 | | 3 | | 3 | |
| Estructura del suelo | 3 | | 3 | | 2 | | 3 | | 3 | | 3 | |
| Textura del suelo | 2 | | 2 | | 2 | | 2 | | 3 | | 3 | |
| Infiltración de agua | 2 | | 2 | | 2 | | 2 | | 3 | | 3 | |
| Retención de agua | 2 | | 2 | | 2 | | 2 | | 3 | | 3 | |
| Erosión | 2 | | 2 | | 1 | | 2 | | 2 | | 2 | |
| Huellas de erosión superficial | 2 | | 2 | | 1 | | 2 | | 3 | | 2 | |
| Adopción de OCSA | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | | 3 | | 1 | |
| Diversidad de OCSA | 1 | | 1 | | 2 | | 2 | | 3 | | 2 | |
| Rango de pendiente | 2 | | 2 | | 1 | | 2 | | 2 | | 2 | |
| Total/Valoración | 24 | R | 26 | R | 21 | R | 27 | R | 32 | B | 30 | B |

Cuadro 122. Valoración de las variables de calidad del recurso suelo por parte de los pobladores que habitan en las comunidades localizadas en la parte baja de la subcuenca del Río Tapacalí.

| Variable | Comunidad | | | | | | | |
|--------------------------------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------------|----------|
| | La Playa | | El Tablón | | El Espino | | Aguas Calientes | |
| Fertilidad del suelo | 3 | | 2 | | 3 | | 3 | |
| Profundidad de la capa fértil | 2 | | 2 | | 3 | | 3 | |
| Color del suelo mojado | 3 | | 3 | | 3 | | 3 | |
| Estructura del suelo | 2 | | 2 | | 3 | | 3 | |
| Textura del suelo | 2 | | 2 | | 3 | | 3 | |
| Infiltración de agua | 2 | | 2 | | 3 | | 2 | |
| Retención de agua | 2 | | 2 | | 3 | | 3 | |
| Erosión | 2 | | 2 | | 2 | | 2 | |
| Huellas de erosión superficial | 2 | | 2 | | 2 | | 1 | |
| Adopción de OCSA | 3 | | 1 | | 1 | | 1 | |
| Diversidad de OCSA | 3 | | 2 | | 1 | | 1 | |
| Rango de pendiente | 2 | | 2 | | 2 | | 2 | |
| Total/Valoración | 28 | R | 24 | R | 29 | R | 27 | R |

Fuente: El autor a partir de información facilitada por los colaboradores claves que participaron en los Talleres Participativos de Diagnóstico Comunitario y Taller Participativo de Validación de Indicadores de Evaluación de Recursos Naturales, Análisis y Priorización de la Problemática Socioambiental, 2013.

Clave: M: Mala, R: Regular, B: Buena

5. ANÁLISIS DE LA PROBLEMÁTICA

La degradación de los recursos naturales, medio ambiente, ecosistemas y humedales en el área de la subcuenca, es consecuencia del tipo de agricultura de subsistencia y ganadería extensiva que prevalece, del modelo de desarrollo que ha dominado en los últimos años; del cambio de uso de la tierra, la deforestación y la poca adopción de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y Buenas Prácticas Medioambientales (BPMA); lo cual ha provocado una drástica reducción del capital y/o infraestructura natural, de los activos ambientales, de los Bienes, Funciones y Servicios Ecosistémicos y su contribución al Bienestar Humano y Seguridad de las poblaciones que habitan en las diecinueve comunidades rurales y el casco urbano del municipio de San José de Cusmapa. Esta situación ha incrementado la vulnerabilidad ambiental, ecológica y social en el territorio, la poca resiliencia comunitaria y los conflictos socioambientales por el uso y acceso a los recursos naturales.

El 76.2% del territorio presenta conflicto de uso de la tierra alto a muy alto. Si a esto se le suma que el 14.6% del territorio presenta conflicto moderado de uso de la tierra; en el 90.8% del territorio de la subcuenca, el uso que se le está dando a los suelos pone en riesgo la sostenibilidad ambiental de los ecosistemas.

El territorio de la subcuenca se ubica aledaño a la zona de menores acumulados de precipitación media anual conocida como Zona Seca de Nicaragua, por lo que es una zona propensa a ser afectada por sequía.

Producto de la variabilidad climática, durante el periodo 1971-2010, la subcuenca ha presentado una variación anual de los acumulados de precipitación, distinguiéndose que los menores acumulados de lluvia que se registran en dicho periodo coinciden con los años bajo los efectos de las condiciones climáticas causadas por el fenómeno conocido como El Niño y la Oscilación del Sur (ENOS); y coincidentemente los mayores acumulados de lluvia anual están relacionados a la fase fría del ENOS, es decir al fenómeno de La Niña. Durante un evento El Niño la amenaza de sequía en la subcuenca es mayor en el período de julio a octubre (Estudio Agroclimático de la subcuenca del Río Tapacalí, 2013).

Cuando se presenta el evento El Niño, el período canicular se torna severo en casi toda la subcuenca, presentándose esta disminución de las precipitaciones entre la primera decena de julio y primera decena de septiembre, con una duración de 60 a 70 días, en algunos años se extiende hasta la segunda decena de septiembre con una duración de hasta 75 días. Este comportamiento incide negativamente en las principales actividades agropecuarias de la zona, debido a que con El Niño el régimen de lluvia se reduce a partir de julio hasta octubre durante el periodo lluvioso, para luego empalmar con el período seco de noviembre a abril del siguiente año.

Durante los últimos años en la región donde está inserto el territorio de la subcuenca (Región de Las Segovias), se han presentado eventos de precipitación extrema como consecuencia de la ocurrencia de huracanes que pasan cerca o por el territorio de Nicaragua. Se han registrado precipitaciones máximas superiores a los 200 milímetros por día. Con el Cambio Climático se prevé que habrá un incremento medio de 2,1°C para el año 2050, que pasa por un incremento de 0,9°C en el 2020; la temperatura media anual incrementará de manera progresiva y este incremento para el año 2050 es en promedio de 2,4°C. El fenómeno El Niño, se ha presentado en 11 ocasiones durante el período 1971-2010; 1972-1973, 1982-1983, 1986-1987, 1997-1998, 1976-1977, 1991 1992, 1993-1994, 2002, 2004, 2006, 2009 (COSUDE, PNUD, MARENA & INETER, 2013).

Esta compleja situación socioambiental se atribuye a diversos factores o fuerzas impulsoras/motrices dentro de los cuales se destacan los siguientes:

- ✓ Poca educación, conciencia y ciudadanía ambiental de la población que habita en las comunidades para implementar acciones de protección y conservación del medio ambiente, restauración de ecosistemas degradados y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales.
- ✓ Falta de Cultura y Ética Hídrica e Hidrosolidaridad, para manejar y aprovechar de manera integral y sostenible el capital hídrico que posee la subcuenca.
- ✓ Poca aplicación de la Legislación Ambiental (Gobernanza y Gobernabilidad Ambiental) emitida a nivel nacional y local (Ordenanzas Municipales).
- ✓ Poca presencia y coordinación institucional.
- ✓ Poca transferencia y adopción de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), Buenas Prácticas Medioambientales (BPMA), Estrategias de Adaptación al Cambio Climático.
- ✓ Ausencia de un sistema de extensión local humanizada.
- ✓ Sistema productivo predominante muy extractivo.
- ✓ Zonas de recarga hídrica sin protección.
- ✓ Despale irracional e ilegal.
- ✓ Falta de Planes de Protección Forestal.
- ✓ Falta de planes de aprovechamiento de bosques energéticos.
- ✓ Incendios forestales.
- ✓ Extracción de leña y madera preciosa.
- ✓ Deforestación del bosque de galería.
- ✓ Quemadas en áreas agrícolas y de pastizales.
- ✓ Monocultivo.
- ✓ Poca adopción de Obras de Conservación de Suelos y Agua (OCSA) en las parcelas agrícolas, y las que están establecidas no cumplen con los requerimientos técnicos necesarios para su buen funcionamiento.

- ✓ Técnica tradicional de tumba, roza y quema en áreas de producción de cultivos de granos básicos.
- ✓ Uso indiscriminado de agroquímicos.
- ✓ Uso y manejo inadecuado de los suelos, acorde a su capacidad de uso
- ✓ Sobrepastoreo en áreas de pastizales.
- ✓ Manejo inadecuado del capital hídrico (fuentes superficiales y subterráneas).
- ✓ Fecalismo al aire libre.
- ✓ Manejo inadecuado de desechos sólidos y aguas residuales.

Entre los impactos/efectos/externalidades negativas que provocan los factores o fuerzas impulsoras/motrices, se destacan los siguientes:

- ✓ Pérdida de cobertura vegetal.
- ✓ Reducción y degradación de áreas de bosque.
- ✓ Extinción de especies nativas de flora y fauna silvestre.
- ✓ Proliferación de plagas forestales (p.e. gorgojo descortezador).
- ✓ Destrucción de hábitats de fauna silvestre.
- ✓ Degradación y fragmentación de ecosistemas.
- ✓ Degradación de humedales continentales, artificiales y estacionales.
- ✓ Escasez de agua.
- ✓ Contaminación de recursos hídricos (superficiales y subterráneos).
- ✓ Enfermedades de origen hídrico.
- ✓ Disminución del caudal del Río Tapacalí y sus afluentes.
- ✓ Pérdida de fertilidad del suelo por erosión hídrica.
- ✓ Proliferación de plagas y enfermedades en los cultivos.
- ✓ Bajos rendimientos y productividad agrícola.
- ✓ Deslaves (deslizamiento de tierras) en áreas de bosques.
- ✓ Degradación de suelos (erosión y contaminación).
- ✓ Azolvamiento del cauce principal del Río Tapacalí y sus afluentes.
- ✓ Riesgos Ambientales.
- ✓ Deterioro de la Calidad Ambiental del territorio.
- ✓ Inseguridad y soberanía alimentaria nutricional.
- ✓ Deterioro del Bienestar, Seguridad y Desarrollo Humano de las poblaciones.
- ✓ Bajo Nivel y Calidad de Vida de las poblaciones.
- ✓ Poca resiliencia comunitaria antes amenazas naturales.
- ✓ Pobreza.

Las externalidades negativas que se están generando en la subcuenca se deben analizar desde el punto de vista ecosistémico; ya que las acciones de mal uso y manejo de los recursos naturales y ecosistemas; repercuten negativamente en la calidad y cantidad de los mismos; en la calidad ambiental del territorio y en las condiciones de vida de la población que cohabita en las comunidades localizadas en el territorio.

Los colaboradores claves que participaron en los Talleres Participativos de Diagnóstico Comunitario identificaron y analizaron los principales problemas que afrontan las comunidades en las que habitan y desarrollan actividades. Estos problemas se pueden agrupar de la siguiente manera: socio-productivos, biofísicos y ambientales; los cuales afectan y generan impactos y/o externalidades negativas en la Degradación y Calidad Ambiental, en la Vulnerabilidad Ambiental, Ecológica y Social del territorio, en la producción agropecuaria, en el Nivel y Calidad de Vida de los pobladores, en la poca resiliencia comunitaria, en el Bienestar Humano y Seguridad de los pobladores, en la Seguridad y Soberanía Alimentaria Nutricional (SAN); y además, provocan presión ambiental sobre la capacidad de carga de los recursos naturales y ecosistemas.

Entre los principales problemas socio-productivos identificados se destacan los siguientes: limitada cobertura de servicios básicos (agua y saneamiento básico, salud, educación, energía eléctrica), caminos en mal estado, mejoramiento de viviendas, débil organización comunitaria, limitado apoyo al sector productivo, canales poco seguros de comercialización de la producción, plagas en los cultivos, poca participación de la mujer en actividades de desarrollo socioeconómico.

Los principales problemas biofísicos y ambientales identificados por los actores sociales comunitarios, se centran en los siguientes aspectos: carencia de letrinas e infraestructura sanitaria en mal estado, deforestación, débil aplicación de la Gobernanza Ambiental, terrenos vulnerables a deslizamientos, quemas agrícolas, uso irracional de agroquímicos, débil coordinación interinstitucional, contaminación de aguas superficiales y subterráneas, manejo inadecuado de residuos sólidos.

Entre las limitantes que presenta la unidad hidrológica figuran los siguientes aspectos:

- ✓ Suelos de la parte alta y media presentan alta pedregosidad, lo que limita su uso para la actividad agrícola.
- ✓ 76.2% del territorio presenta conflicto de uso de la tierra alto a muy alto
- ✓ Agricultura de laderas (siembra al espeque con bajos rendimientos).
- ✓ Riesgo de erosión de suelos y deslizamientos de tierra.
- ✓ Susceptibilidad a deslizamientos de tierra que se manifiestan principalmente en pendientes mayores de 15%.

- ✓ Riesgo a inundación en la comunidad La Playa.
- ✓ Sedimentación del cauce principal del Río Tapacalí y tributarios (afluentes).
- ✓ Estación lluviosa errática y con pocas precipitaciones.
- ✓ Predominancia de relieve irregular (pendientes superiores a 15%).
- ✓ Amenaza alta de sequía en la parte sur y alta de la subcuenca.
- ✓ Durante un evento El Niño la amenaza de sequía es mayor en el período de julio a octubre.
- ✓ La zona baja es la más afectada por los efectos de la variabilidad de las precipitaciones producida por el evento El Niño.
- ✓ El territorio de la subcuenca se ubica aledaño a la zona de menores acumulados de precipitación media anual conocida como Zona Seca de Nicaragua, por lo que es una zona propensa a ser afectada por sequía.
- ✓ No se encuentran acuíferos de gran importancia hidrogeológica, debido a que el medio geológico está formado por rocas de baja permeabilidad secundaria y transmisibilidad de baja a media.
- ✓ 27.7% del territorio presenta intensidad de canícula severa.
- ✓ Cuando se presenta el evento El Niño, el período canicular se torna severo en casi toda la subcuenca, y el territorio presenta alta probabilidad de ser afectado por déficit de lluvia.
- ✓ Durante el período seco es altamente riesgoso introducir la siembra de apante, ya que los suelos no cuentan con la humedad necesaria para el desarrollo de los cultivos.
- ✓ Territorio atravesado por un sistema de fallas sísmicas locales; por ejemplo, las comunidades de Oruse y El Mojón podrían estar en riesgo ante eventos sísmicos.
- ✓ Tectónicamente, la subcuenca se encuentra asentada en la falla que pasa en la planicie aluvial del Río Coco.
- ✓ Mayoría de los pozos perforados se localizan en posibles sitios de fallas y fracturas.

Debido a que la mayoría de las actividades y/o acciones de uso, manejo y aprovechamiento de recursos naturales y ecosistemas implementadas por los pobladores (usuarios de los recursos naturales) de la subcuenca no están acordes a las características biofísicas de la unidad hidrológica, esto repercute en el acceso limitado al capital natural que posee la subcuenca por parte de los usuarios. De acuerdo a lo expresado por los actores comunitarios, en los tres recursos naturales (suelo, agua, bosque y biodiversidad) claves identificados poseen un acceso muy variable; sin embargo es claro que la tendencia es de “regular a malo”, y consideran que es muy bajo el acceso de los mismos. Esta condición va marcando y condicionando el estilo de vida de los habitantes, ya que

al no poseer acceso de manera aceptable sobre los recursos naturales y ecosistemas, conlleva al desequilibrio socioeconómico de las familias e incrementa la pobreza local.

Otro aspecto fundamental sobre los recursos naturales y ecosistemas es calidad, lo cual condiciona su uso y aprovechamiento por parte de los pobladores de la subcuenca. Los habitantes categorizan de mala y regular a la calidad de los recursos naturales ofertados por la subcuenca.

Los incendios forestales constituyen un problema y una de las amenazas presentes en la subcuenca, que ocasionan daños al medio ambiente, provocan pérdida de áreas con potencial productivo, deterioran la cobertura vegetal que se manifiesta a través de bajos rendimientos de los suelos por el alto grado de degradación y por ende baja calidad y cantidad de los productos agrícolas; lo que conlleva a que no se obtengan ingresos económicos por la comercialización de productos y de esta manera se manifieste un letargo económico y por ende en el desarrollo socioeconómico comunitario.

Los pobladores de la subcuenca manifiestan que los incendios forestales que se generan en el territorio de la subcuenca son de origen antrópico y, que a pesar de ocasionar efectos negativos a la población continúan presentándose. Destacan que las causas predominantes que lo provocan son la actividad agrícola (preparación del terreno para la siembra) y el hecho que son provocados accidentalmente.

Si se analiza el origen y las causas de los incendios forestales se puede deducir que tienen relación directa entre las amenazas y el nivel de vida de la población. El problema de los incendios forestales es producto de la falta de conciencia y ciudadanía ambiental por parte de los pobladores, ya que estos eventos se originan principalmente por personas que habitan en las comunidades o comunidades aledañas, esto representa el grado de conciencia ambiental que la población tiene sobre el grave daño que producen los incendios forestales a los ecosistemas que posee la subcuenca.

La deforestación en la subcuenca del Río Tapacalí es uno de los mayores problemas que se presenta en las principales masas boscosas existentes en la zona. La pérdida de cobertura boscosa acelera los procesos erosivos por las fuertes pendientes, la fragilidad de los suelos y la intensidad de las lluvias que se registran en el área; todos esos factores incrementan las amenazas de daño directo sobre las comunidades asentadas en la parte baja de la subcuenca, pero también aumentan la amenaza de daños de azolvamiento en el cauce principal del Río Tapacalí y sus afluentes.

De acuerdo a la valoración cualitativa hecha por los pobladores que cohabitan en las comunidades de la unidad hidrográfica, las áreas de bosque existentes actualmente y comparándola con la que existía hace tiempo, es poca. Entre las fuerzas impulsoras que han provocado la reducción de las áreas de bosque en las

comunidades, se destacan las siguientes: extracción de madera preciosa (destrucción del bosque por madereros), crecimiento de la población que demanda madera para construcción de viviendas y leña para cocción de alimentos, avance de la frontera agrícola, amenazas naturales, quemadas agrícolas e incendios forestales, afectación de plagas forestales (p.e. gorgojo descortezador), cambio de uso del suelo, poca aplicabilidad de la Legislación Forestal (Gobernabilidad Forestal), colonización de tierras de vocación forestal para establecimiento de viviendas, parcelas agrícolas y pastoreo del ganado.

La erosión de los suelos constituye uno de los problemas ecológicos más importantes de la subcuenca; la cual consiste en el proceso de movimiento de las partículas del suelo por impacto de las gotas de lluvia y escorrentía superficial y su depósito en otro lugar. Como consecuencia del proceso erosivo se generan: pérdidas de la fertilidad del suelo, azolvamiento de cuerpos de agua, disminución del caudal del Río Tapacalí y sus afluentes, disminución de recarga de los acuíferos, incremento de la escorrentía superficial, degradación de suelos y desertificación. Esto conlleva a una degradación ambiental con impacto sobre las condiciones, calidad y nivel de vida de la población, la infraestructura y la economía.

Las áreas de la subcuenca que presentan más altos niveles de erosión hídrica coinciden con las áreas que presentan mayores pendientes y menos cobertura vegetal (áreas en laderas con cultivos anuales, pastizales y manejo inadecuado), es decir que el uso de la tierra y las fuertes lluvias son los factores causantes de la pérdida de suelos, ya que el agua de lluvia escurre superficialmente más rápido en las áreas con fuertes pendientes y con poca cobertura vegetal. Los suelos que presentan riesgo de erosión hídrica normal y bajo según pendiente y uso del suelo ocupan el 52% del área; el 5.8% del territorio presenta riesgo de erosión severa, el 12.3% corresponde a riesgo de erosión muy severa y los suelos con riesgo de erosión catastrófica ocupan 4692 hectáreas (29.9% del área total). Los niveles de erosión hídrica severa, muy severa y catastrófica cubren el 48% del área de la subcuenca, y corresponde a las áreas de pendientes más pronunciadas, áreas de cultivos agrícolas en laderas sin OCSA y conflictos de uso del suelo clasificado de alto a muy alto, lo cual ha acelerado los niveles de erosión.

La contaminación con residuos sólidos es uno de los problemas que los comunitarios identificaron en los Talleres de Diagnóstico Comunitario. Este problema se ha originado por la deposición de envases de agroquímicos principalmente en áreas cercanas a las fuentes de agua, siendo esta una práctica muy común por parte de los agricultores. Otro de los factores que contribuye a la contaminación, es que los municipios que comparten el territorio de la subcuenca no cuentan con centros de acopio de basura y materiales plásticos; además, la población no ha sido educada ni capacitada en el Manejo Integral Sostenido y Ambientalmente adecuado de los Residuos Sólidos, para poder crearles un sentido común de responsabilidad y protección ambiental que les permita vivir sano, bonito y seguro en su comunidad; ya que generalmente depositan la basura al aire libre. El Río Tapacalí y quebradas que conforman la red hídrica,

transportan basura producto del escurrimiento superficial, lo cual impacta negativamente en la calidad del agua, y repercute en la salud de las personas que consumen agua de estas fuentes.

El tratamiento inadecuado de las aguas servidas es otro problema que se presenta a nivel general en las comunidades rurales y el casco urbano del municipio de San José de Cusmapa.

Las cantidades insuficientes de agua para atender las necesidades de la población que habita en las comunidades rurales y casco urbano del municipio de San José de Cusmapa, tanto para consumo humano, agua para animales y cultivos es consecuencia directa de la baja infiltración del agua de lluvia en el suelo, aunado al alto índice de escurrimiento superficial causado básicamente por la presencia de suelos agrícolas desnudos por largos períodos, suelos compactados por problemas de sobre pastoreo, pendientes pronunciadas, uso inapropiado de los suelos y áreas deforestadas.

Debido a que el territorio de la subcuenca se ubica al lado de la zona de menores acumulados de precipitación media anual conocida como Zona Seca de Nicaragua, es una zona propensa a ser afectada por sequía. La amenaza alta de sequía se presenta en la parte sur y alta. Además, el territorio presenta una alta probabilidad de ser afectado por déficit de lluvia durante un evento El Niño. El 87.2% del área de la subcuenca presenta intensidad moderada y severa de canícula. Además, con el Cambio Climático se prevé que habrá un incremento medio de 2,1°C para el año 2050, que pasa por un incremento de 0,9°C en el 2020; la temperatura media anual incrementará de manera progresiva y este incremento para el año 2050 es en promedio de 2,4°C (COSUDE, PNUD, MARENA & INETER, 2013).

Cuadro 123. Problemas socioambientales y productivos predominantes y priorizados por los pobladores que habitan en las comunidades localizadas en la parta baja de la subcuenca del Río Tapacalí.

| COMUNIDAD | PROBLEMA | COMUNIDAD | PROBLEMA |
|------------------|--|------------------------|---|
| La Playa | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Letrinas en mal estado* ▪ Escases de semilla para cultivar ▪ Carencia de proyecto de agua potable* ▪ Sequía* ▪ Falta de alumbrado público ▪ Escasez de leña ▪ Fuentes de trabajo ▪ Atención médica por la noche en el Centro de Salud* ▪ No hay proyectos de reforestación ▪ Falta de viviendas* | El Tablón | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Falta de apoyo al sector agrícola ▪ Falta de apoyo a las mujeres ▪ Deforestación ▪ Reparación de caminos ▪ Falta de viviendas* ▪ Carencia de comedor infantil ▪ Carencia de infraestructura recreativa* ▪ Carencia de Centro de Salud* ▪ Carencia de letrinas* ▪ Agua* |
| El Espino | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Contaminación de fuentes de agua* ▪ Acceso de agua potable a las viviendas* ▪ Deforestación* ▪ Poca asistencia técnica a productores agrícolas y ganaderos ▪ Incidencia de Enfermedades Diarreicas Agudas (EDAS), Infecciones Respiratorias Agudas (IRAS). ▪ Proliferación de zancudos, moscas y mosquitos* ▪ Acceso a crédito para producir o impulsar pequeños negocios ▪ Incidencia de enfermedades infecciosas por tránsito de extranjeros por el puesto fronterizo, trata de blanca, trasiego de drogas ▪ Poca cobertura del servicio de energía eléctrica a las viviendas ▪ Pobladores que viven a la intemperie* ▪ Débil organización comunitaria, poca participación de pobladores en trabajo comunitarios | Aguas Calientes | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Aguas de consumo doméstico están siendo contaminadas* ▪ Escuela abandonada por falta de maestro* ▪ Poco financiamiento para productores* ▪ Ausencia del Ministerio de Salud para brindar servicio médico* ▪ Intermediarios compran producción agrícola a bajos precios ▪ Débil organización comunitaria* ▪ Erosión de suelos ▪ Familias viven a la orilla del río ▪ Carencia de infraestructura recreativa (campo de beisbol) ▪ Carencia de energía eléctrica y señal de telefonía celular |

Fuente: El autor a partir de información facilitada por los colaboradores claves que participaron en los Talleres Participativos de Validación de Indicadores de Evaluación de Recursos Naturales, Análisis y Priorización de Problemática Socioambiental, 2013.

Clave: (*): Problema priorizado

Cuadro 124. Problemas socioambientales y productivos predominantes y priorizados por los pobladores que habitan en las comunidades localizadas en la parta media de la subcuenca del Río Tapacalí.

| COMUNIDAD | PROBLEMA | COMUNIDAD | PROBLEMA |
|----------------------|--|-------------------|--|
| Las Victorias | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Camino en mal estado* ▪ Electrificación* ▪ Proyecto de agua potable* ▪ Mejoramiento de viviendas* ▪ Letrinización ▪ Deforestación ▪ Débil organización comunitaria* ▪ Financiamiento para la producción | Milquise | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Cantidad y calidad del agua* ▪ Financiamiento para realizar actividades productivas ▪ Bajo precio de producción agrícola (granos básicos) ▪ Centro de Salud* ▪ Infraestructura recreativa (parque comunitario) ▪ Carencia de instituto que brinde educación secundaria* ▪ Carencia de malla de la escuela ▪ Familias sin viviendas* ▪ Letrinización ▪ Camino en mal estado* |
| Mal Paso | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Acceso a agua de forma limitada* ▪ Escasez de leña ▪ Pocas áreas de bosque* ▪ Letrinización en mal estado* ▪ Camino en mal estado* ▪ Proliferación de plagas en cultivos ▪ Falta de atención en salud* ▪ Malas prácticas agrícolas | El Mojón | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Contaminación de fuentes de agua ▪ Erosión de suelos ▪ Deterioro de vías de acceso (caminos)* ▪ Electrificación* ▪ Falta de infraestructura deportiva ▪ Carencia de Centro de Salud* ▪ Bajos rendimientos productivos ▪ Carencia de cementerio* ▪ Acceso a crédito ▪ Poco espacio de la ermita católica* |
| La Fuente | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Falta de Planes de Manejo Forestal ▪ Letrinización ▪ Acceso a crédito ▪ Acceso a mercado seguro para comercialización de producción agrícola ▪ Mejoramiento de viviendas* ▪ Camino en mal estado* ▪ Acceso a proyecto de agua potable ▪ Casa comunal muy pequeña* ▪ Electrificación* ▪ Carencia de escuela* | Gualiqueme | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Camino en mal estado* ▪ Agua potable* ▪ Electrificación* ▪ Letrinización ▪ Centro de salud* ▪ Infraestructura de la iglesia en mal estado ▪ Mal estado de infraestructura escolar* ▪ Falta de asistencia técnica ▪ Falta de centro de recreación ▪ Carencia de casa comunal |

Fuente: El autor a partir de información facilitada por los colaboradores claves que participaron en los Talleres Participativos de Validación de Indicadores de Evaluación de Recursos Naturales, Análisis y Priorización de Problemática Socioambiental, 2013.

Clave: (*): Problema priorizado

Cuadro 125. Problemas socioambientales y productivos predominantes y priorizados por los pobladores que habitan en las comunidades localizadas en la parte alta de la subcuenca del Río Tapacalí.

| COMUNIDAD | PROBLEMA | COMUNIDAD | PROBLEMA |
|-------------------------|---|-----------------------|---|
| El Rodeo | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Escasez de agua para consumo doméstico* ▪ Fecalismo al aire libre ▪ Carencia de Casa Comunal* ▪ Acceso a energía eléctrica en los sectores El Zamorano y Río Arriba ▪ Difícil acceso a pie o en vehículo desde el sector El Rodeo a los otros sectores de la comunidad* ▪ Escasa producción agrícola y ganadera* ▪ Poca motivación por parte de los jóvenes de estudiar ▪ Falta de infraestructura deportiva (canchas)* ▪ Carencia de asistencia médica ▪ Escaso financiamiento para la producción | Los Llanitos | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Deforestación ▪ Bajos rendimientos productivos* ▪ Contaminación de suelo y agua* ▪ Letrinización* ▪ Inseguridad ciudadana ▪ Desempleo* ▪ Irregularidad del servicio de agua potable ▪ Falta de escuela de educación primaria* |
| Buena Vista | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Escasez de leña ▪ Letrinas en mal estado* ▪ Escasez de agua en verano* ▪ Bajos rendimientos productivos* ▪ Caminos en mal estado* ▪ Proliferación de plagas y enfermedades en los cultivos ▪ Mayoría de las tierras están en manos de personas adineradas ▪ Carencia de Centro de Salud ▪ Electrificación ▪ Problema de agua potable ▪ Letrinas cerca de fuentes de agua* | Quebrada Honda | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Tenencia de la tierra ▪ Racionamiento de agua ▪ Falta de letrinas* ▪ Mal servicio de energía eléctrica* ▪ Afectación de la roya en el café ▪ Falta de financiamiento para actividades productivas ▪ Falta de fuentes de empleo* ▪ Mejoramiento de vivienda* ▪ Carencia de infraestructura recreativa* |
| El Cipián | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Acceso a mercados seguros para la comercialización de la producción* ▪ Falta de planes de manejo forestales ▪ Acceso a crédito* ▪ Plagas en los cultivos* ▪ Bajo de precio de la producción agrícola al ser comercializada ▪ Alto precio de insumos agrícolas ▪ Falta de centro de salud* ▪ Sequía* ▪ Enfermedades transmitidas por vectores y falta de higiene | Miramar | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Sequía* ▪ Despale ▪ Enfermedades del café* ▪ Proliferación de plagas y enfermedades en cultivos ▪ Contaminación ambiental ▪ Financiamiento para actividades agrícolas* ▪ Caída de precios de producción agrícola ▪ Legalización de tierras* ▪ Asistencia técnica ▪ Infertilidad de suelos* |
| Casco Urbano SJC | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Acumulación de basura* ▪ Aguas servidas* ▪ Deforestación* ▪ Incendios forestales* ▪ Contaminación de fuentes hídricas y del suelo por agroquímicos* ▪ Falta de atención en salud ▪ Proliferación de plagas en cultivos ▪ Malas prácticas agrícolas ▪ Falta de letrinas | Oruse | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Caminos en mal estado en invierno* ▪ Acceso a agua potable* ▪ Pérdidas de cosecha de cultivos* ▪ Electrificación* ▪ No hay reforestación de fuentes de agua* |

| | | | |
|-------------------------|---|--------------------------|--|
| <p>Las Mesas</p> | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Carencia de Centro de Salud* ▪ Carencia de centro básico que brinde educación a nivel de bachillerato* ▪ Escasez de agua en verano* ▪ Conflictos políticos ▪ Contaminación de fuentes de agua* ▪ Financiamiento a pequeños productores ▪ Electrificación* ▪ Mala señal de cobertura de telefonía celular ▪ Caminos en mal estado en tiempo de lluvia ▪ Tenencia de la tierra | <p>Santa Rita</p> | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Proliferación de plagas en cultivos* ▪ Sequia ▪ Bajos precios de producción agrícola ▪ Altos precio de insumos agrícolas ▪ Falta de letrinas* ▪ Carencia de Centro de Salud* ▪ Contaminación ambiental* ▪ Carencia de servicio de agua potable en casas construidas después del proyecto de agua* |
|-------------------------|---|--------------------------|--|

Fuente: El autor a partir de información facilitada por los colaboradores claves que participaron en los Talleres Participativos de Validación de Indicadores de Evaluación de Recursos Naturales, Análisis y Priorización de Problemática Socioambiental, 2013.

Clave: (*): Problema priorizado

Cuadro 126. Resumen de la problemática de la subcuenca del Río Tapacalí.

| PROBLEMA | CAUSA | EFECTO | ALTERNATIVA |
|--|---|--|--|
| GESTIÓN INTEGRADA DE RECURSOS HÍDRICOS (GIRH) | | | |
| <p>Disminución de caudales de fuentes de agua</p> | <p>Falta de delimitación y demarcación de zonas de protección de fuentes y recarga hídrica para su conservación y protección</p> | <p>Disminución de volúmenes de agua de fuentes hídricas para abastecimiento de consumo humano</p> | <p>Emitir Ordenanzas Municipales para delimitar zonas de protección de fuentes de agua y zonas de recarga hídrica</p> <p>Aforo del Río Tapacalí y sus afluentes, protección de fuentes de agua en sus zonas de captación</p> |
| <p>Reducción de la disponibilidad hídrica</p> | <p>Cambios en el uso del suelo no permiten mayor infiltración de los flujos de agua (quemados, sobre pastoreo, cultivos intensivos, deforestación)</p> | <p>Disponibilidad hídrica de la zona ya no es suficiente para satisfacer las necesidades de agua de los diferentes usuarios (consumo humano, agrícola)</p> | <p>Mejor utilización de los suelos, adopción de OCSA, mejorar eficiencia en el uso del agua</p> |
| <p>Escasez de agua</p> | <p>Degradación del medio ambiente y humedales, quemados agrícolas, deforestación, mal uso del agua para consumo, carencia de estudios específicos para determinar sitios adecuados para perforación de pozos</p> <p>Falta de manejo de zonas de recarga hídrica</p> | <p>Pérdida de tiempo en traslado del agua a distancias considerables, desgaste físico de la mujer, restricción del uso del agua de pozos, demanda insatisfecha</p> | <p>Manejar adecuadamente pozos, controlar uso del agua para consumo humano, promover reforestación del Bosque de Galería, Río Tapacalí y quebradas, construcción de sistemas de extracción de agua (pozos comunitarios), realizar estudios específicos de disponibilidad de agua subterránea, cosecha de agua</p> <p>Mejorar eficiencia en el uso del agua, protección de zonas de recarga hídrica</p> |

| PROBLEMA | CAUSA | EFEECTO | ALTERNATIVA |
|--|---|--|--|
| Contaminación del Río Tapacalí y tributarios (afluentes) | Limitada Educación Ambiental, Cultura y Ética Hídrica, fecalismo al aire libre, poca Gobernabilidad Ambiental, sistemas productivos con alto impacto ambiental, incremento de contaminación por residuos sólidos, uso de agroquímicos y plaguicidas | Deterioro y mala calidad del agua, pérdida de biodiversidad acuática, agua no apta para consumo humano, enfermedades de origen hídrico | Monitoreo hídrico, manejo, control y monitoreo de sistemas de producción cerca del Río Tapacalí y sus afluentes, aplicación de Gobernanza Ambiental, Educación Ambiental, Promotoría Ambiental, Jornadas de descontaminación del Río Tapacalí y sus afluentes, manejo de aguas residuales (saneamiento básico), residuos sólidos, agroquímicos y plaguicidas |
| Limitada infraestructura de abastecimiento de agua y saneamiento básico | Poca inversión en infraestructura básica para el abastecimiento de agua y saneamiento básico | Falta de acceso a agua potable por parte de la población, incremento de aguas residuales por falta de saneamiento básico | Construcción de infraestructura básica para satisfacer necesidades de agua potable y saneamiento básico de la población |
| Generación de torrentes en época de invierno | Cambios en el uso del suelo, cultivos inapropiados según vocación de los suelos, deforestación Fenómenos naturales extremos | Poca infiltración de agua y aumento de flujos superficiales generan grandes caudales en zonas con pequeños tiempos de concentración, inundaciones en la parte baja de la subcuenca | Adopción de OCSA, manejo de escorrentía superficial, obras de retención, manejo apropiado de los suelos en las parte alta y media Reforestación de áreas críticas vulnerables a deslizamientos de tierra Organización para establecer Sistema de Alerta Temprana (SAT) en la comunidad La Playa adaptado para manejo comunitario |
| Sedimentación y contaminación del Río Tapacalí y tributarios | Cambios drásticos del uso del suelo en la parte alta de la subcuenca, cultivos inapropiados según la vocación de los suelos, deforestación Falta de control de la erosión en fincas, caminos y drenajes | Deterioro de fuentes hídricas superficiales | OCSA y manejo de la escorrentía superficial, estudio de batimetría, reforestación Reforestación, adopción de Sistemas Agroforestales, Manejo silvopastoril. |
| Extracción sin control del agua del Río Tapacalí | Riego de áreas de cultivo de hortalizas, ausencia de control por parte de las autoridades competentes Falta de canon por uso de agua | Disminución del caudal del río (verano) Conflicto socioambiental a largo plazo | Aplicación y divulgación de Gobernanza Ambiental, capacitación a productores, racionalizar uso del agua del Río Tapacalí y sus afluentes, monitoreo y regulación del uso del agua |

| PROBLEMA | CAUSA | EFEECTO | ALTERNATIVA |
|---|---|--|---|
| GESTIÓN AMBIENTAL | | | |
| Mal manejo de residuos sólidos (basura) | Falta de Cultura Ambiental, Concienciación y Ciudadanía Ambiental sobre el manejo adecuado y responsable de residuos sólidos, ausencia de basureros comunitarios y municipal (casco urbano del municipio San José de Cusmapa) | Proliferación de moscas (enfermedades), deterioro de Calidad y Salud Ambiental Comunitaria, deterioro de belleza escénica local, Contaminación Ambiental | Diseño y ubicación adecuada de centros de recolección de basura a nivel comunitario y municipal (basurero municipal en San José de Cusmapa), capacitar a la población en el manejo adecuado y responsable de residuos sólidos, emitir Ordenanzas Municipales que sancionen deposición de basura en lugares no autorizados Educación Ambiental y promoción de acciones locales de Comunidad Ambientalmente Sana |
| Falta de tratamiento de aguas residuales domésticas en el casco urbano del municipio de San José de Cusmapa | Carencia de sistema de drenaje de aguas servidas | Insalubridad de calles por la presencia de aguas grises, alta incidencia de enfermedades | Establecer sistemas de drenaje de aguas servidas Educación Ambiental |
| Carencia y letrinas en mal estado | Limitados recursos económicos por parte de municipios que comparten el territorio de la subcuenca para construir letrinas, poca presencia de actores institucionales que desarrollen proyectos de letrización | Pobladores realizan necesidades fisiológicas al aire libre, contaminación al medio ambiente, proliferación de moscas y enfermedades | Gestión de recursos financieros para desarrollar proyectos de letrización, diseño de letrinas de bajo impacto y contaminación de recursos, educación en uso de letrinas, Educación Ambiental |
| Vertimiento de residuos sólidos (bolsas plásticas, envases plásticos, envase de agroquímicos) en el Río Tapacalí y tributarios | Falta de capacitación en manejo responsable de residuos sólidos, débil legislación local en la temática, poca aplicabilidad del marco legal local | Contaminación del Río Tapacalí y su afluentes, proliferación de plagas y enfermedades | Diseñar y ejecutar Programa de Educación Ambiental Comunitaria sobre manejo responsable de residuos sólidos. capacitación en Gobernanza Ambiental y aplicación de normas ambientales, incentivar, estimular y premiar acciones locales de descontaminación del Río Tapacalí y sus afluentes |
| Poca Gobernanza Ambiental a nivel local (Ordenanzas Municipales para promover la conservación, protección y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, restauración de ecosistemas degradados y producción sostenible y amigable con el medio ambiente) | Carencia de Gobernanza Ambiental a nivel local orientada a la temática de medio ambiente y los recursos naturales en los municipios que comparten el territorio de la subcuenca, poca Gobernabilidad Ambiental, falta de divulgación de la Gobernanza Ambiental | Abuso de la población ante la falta de Gobernanza Ambiental a nivel local (Ordenanzas Municipales) relacionadas con la protección y conservación del medio ambiente y los recursos naturales | Fortalecimiento de capacidades locales a nivel municipal Editar en versión popular y divulgar Gobernanza Ambiental emitida a nivel local |

Continuación Cuadro 126.

| PROBLEMA | CAUSA | EFEECTO | ALTERNATIVA |
|---|--|---|--|
| GESTIÓN DE RIESGO Y ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO | | | |
| Sequía | Deforestación Cambio Climático Variabilidad climática | Cambios en el régimen de lluvias, disminución o pérdida de cosechas, escasez de agua, Seguridad y Soberanía Alimentaria (SAN) | Programas de reforestación comunitaria, adopción de OCSA, fomentar adopción de técnicas de captación y retención del agua (cosecha de agua), riego con técnicas de alta efectividad, uso de variedades resistente a sequía |
| Incendios Forestales | Falta de monitoreo y control de las quemadas agrícolas | Perdida de cobertura vegetal y biodiversidad, daños a la propiedad privada, contaminación atmosférica, enfermedades respiratorias | Aplicación de leyes, realizar rondas, capacitación comunitaria sobre prevención y control de incendios forestales, conformar comités y brigadas comunitarias de prevención y control de incendios forestales, dotación de equipo adecuado a las comunidades |
| Cambio Climático | Desequilibrio ambiental por mal manejo de recursos naturales | Riesgos a la producción agrícola y pecuaria Seguridad y Soberanía Alimentaria (SAN) Aumento de riesgos de desastres hidrometeorológicos (sequía, incendios, crecida repentina de quebradas, deslizamientos, inundaciones, etc.) Desplazamiento de vectores generadores de plagas y enfermedades | Capacitación sobre Cambio Climático, implementar medidas de restauración de ecosistemas degradados Implementar acciones contempladas en las Estrategias de Adaptación al Cambio Climático de los municipios de San Lucas, San José de Cusmapa, Somoto y Las Sabanas |
| Deslizamientos de Tierra y Riesgo de Inundación en la comunidad La Playa | Deforestación, inestabilidad de los suelos, relieve irregular con altas pendientes, fuertes precipitaciones, ampliación de áreas para cultivo o construcción de viviendas, suelos inestables, avance de la frontera agrícola | Perdida de capa fértil del suelo, pérdida de vidas humanas, daño a cosechas e infraestructura habitacional | Implementar trabajos de estabilización de laderas, reforestación, organización y capacitación comunitaria, planificación con enfoque de Gestión de Riesgo, Ordenamiento Territorial, ubicación de viviendas en zonas de menor riesgo, SAT (comunidad La Playa) |
| Uso indiscriminado de agroquímicos | Falta de conciencia ambiental de la población en el uso de agroquímicos | Contaminación del medio ambiente y de las personas, presencia de enfermedades relacionadas con el uso excesivo de agroquímicos, contaminación de fuentes de aguas, bajo rendimiento de los cultivos, degradación química y biológica del suelo, tierras poco fértiles, aumento y mayor resistencia de plagas y enfermedades en los cultivos | Concienciar a la población sobre los efectos negativos del uso de agroquímicos, fomento de agricultura orgánica, técnicas de Manejo Integrado de Plagas (MIP) |

Continuación cuadro 126.

| PROBLEMA | CAUSA | EFEECTO | ALTERNATIVA |
|--|---|---|---|
| Débil apropiación municipal y comunitaria del enfoque de Gestión de Riesgo y Adaptación al Cambio Climático | Desconocimiento de la problemática, falta de fomento de Cultura de Riesgo, falta de presupuesto municipal para incorporar el enfoque de Gestión de Riesgo y Adaptación al Cambio Climático como eje transversal en la Gestión Ambiental Municipal | Mayor riesgo y vulnerabilidad de los pobladores Poca resiliencia comunitaria Incremento de vulnerabilidad ambiental, social y económica | Organización y fortalecimiento de estructuras organizativas locales relacionadas con la Gestión de Riesgo, promover Política Municipal de Gestión de Riesgo y Adaptación al Cambio Climático, incorporar enfoque de Gestión de Riesgo y Adaptación al Cambio Climático en el presupuesto municipal, promover coordinación de la municipalidad con el SINAPRED y el MARENA, actualización de Planes de Emergencia a nivel comunitario y municipal, capacitación y comunicación en temas de Gestión de Riesgo y Adaptación al Cambio Climático, implementar estrategias municipales de adaptación al cambio climático, transversalizar la gestión de riesgos y la adaptación al cambio climático en los Planes de Desarrollo Municipal, instalar un sistema de monitoreo del clima. |
| Deforestación | Avance de frontera agrícola, uso de leña y madera para construcción de viviendas, falta de Planes de Aprovechamiento Forestal, poca cobertura institucional para monitorear, supervisar y evaluar el uso de recursos forestales | Reducción de fuentes hídricas, incremento de temperatura, deterioro ambiental, incremento de la pobreza, contaminación ambiental, deslizamientos de tierra y erosión, deterioro de belleza escénica | Establecimiento de viveros comunitarios y municipales, Educación Ambiental, Programa de Reforestación, incentivos conservacionistas para reforestación, uso de estufas ahorradoras de leña (Ecofogón), aplicación de Gobernanza Ambiental |
| Quemas Agrícolas | Necesidad de sembrar en lo limpio, manejo de potreros, caza de fauna silvestre | Erosión, baja fertilidad de los suelos, baja producción, contaminación ambiental, incremento de escorrentía superficial | Quemas controladas, rondas, capacitación, regulación de permisos |
| Caza de especies de fauna silvestre | Falta de alimentos, caza deportiva | Poca diversidad de fauna silvestre, extinción de especies faunística | Aplicar Ley de Veda, promover proyecto de protección de la vida silvestre |

Continuación cuadro 126.

| PROBLEMA | CAUSA | EFEECTO | ALTERNATIVA |
|--|--|--|---|
| OTROS PROBLEMAS IDENTIFICADOS | | | |
| Limitada cobertura de servicios básicos (agua, salud, educación, energía eléctrica, vivienda) | Limitada asignación presupuestaria del Estado y Gobiernos Municipales para realizar inversión en infraestructura social, manejo y uso inadecuado de sistemas de abastecimiento de agua para consumo doméstico, carencia de estudios específicos para perforar pozos comunitarios, economía familiar no permite construir y reparar viviendas, poca cobertura del Plan Techo, ausencia de programas que apoyen construcción de escuelas | Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI), inseguridad hídrica (abastecimiento de agua potable), recorrer largas distancias para obtener agua, conflictos de uso y derecho de propiedad del recurso hídrico, hacinamiento familiar, vulnerabilidad ambiental y social, acceso a servicio de energía eléctrica provoca inseguridad ciudadana por las noches | Gestión de recursos para dotar de medicamento a centros de salud, diseño y ubicación de sistemas de agua adecuados, fuentes de abastecimiento de agua con derecho comunitario o sectorial, ubicación de centros de abastecimiento cercano a las viviendas, establecimiento de Plan de Monitoreo Hídrico (Calidad del Agua), programa de viviendas y plan techo, construcción y mejoramiento de infraestructura de escuelas con aporte de diferentes actores sociales (Gobierno Central, Alcaldía Municipal, ONGs y comunitarios), gestión para proyecto electrificación rural |
| Caminos en mal estado | Ausencia de un plan de mantenimiento vial, falta de recursos económicos para dar mantenimiento a los caminos | Incomunicación local, estancamiento de economía (falta de comercialización de la producción) | Creación de fondo de mantenimiento vial, diseño de obras físicas que reduzcan deterioro de caminos (erosión en caminos) |
| Limitado apoyo al sector productivo | Falta de acceso a fuentes de financiamiento con intereses bajos, poca presencia institucional | Escasa producción (solamente para autoconsumo), bajos ingresos económicos, débil economía familiar | Programa de financiamiento con políticas de desarrollo local acordes a la situación socioeconómica de los productores. Promover adopción de OCSA por parte de los productores, diversificación de los medios de vida, producción de cultivos más adaptados a la zona, reducir la ganadería extensiva, el monocultivo y parar la extensión de la frontera agrícola. |
| Falta de financiamiento a productores | Falta de garantía para acceder a crédito | Bajos rendimientos productivos, pobreza | Apoyo y fomento a la producción agropecuaria |
| Proliferación de plagas en cultivos | Falta de recursos para compra de insumos agrícolas Uso irracional de plaguicidas Cambio Climático | Bajo rendimiento de la producción, escasez de granos básicos, pobreza | Promover programa de asistencia técnica y extensión humanizada, financiamiento, agricultura orgánica, Manejo Integrado de Plagas (MIP), capacitación a productores, adopción de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) |

Continuación cuadro 126.

| PROBLEMA | CAUSA | EFEECTO | ALTERNATIVA |
|--|---|--|--|
| Débil organización comunitaria | Desinterés comunitario, carencia de tiempo para participar en actividades comunitarias, poca capacidad de gestión a nivel comunitario | Débil desarrollo comunitario | Fortalecimiento en gestión comunitaria |
| Poca participación de la mujer en procesos de desarrollo socioeconómico | Ausencia de instituciones que desarrollen acciones con enfoque de Género | Mujeres dedicadas a actividades del hogar | Promover programas de microempresas rurales dirigido a las mujeres |
| Débil coordinación institucional | Débil comunicación y coordinación interinstitucional, individualismo institucional | Duplicidad de acciones institucionales Débil desarrollo comunitario | Gestión conjunta (Cogestión) de acciones interinstitucionales, sensibilización institucional, ordenamiento institucional |

6. CARACTERIZACIÓN DEL MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL

6.1. Políticas y estrategias de desarrollo sostenible vigentes en Nicaragua

En los años comprendidos del 2001 al 2003, Nicaragua modernizó su marco de políticas en el ámbito ambiental. Se formuló y aprobó una Política Ambiental Marco y su correspondiente Plan de Acción para cuatro años (2001-2005) y cinco Políticas Sectoriales que tienen vinculación con el Manejo y Gestión Integrada de Cuencas Hidrográficas (Política Forestal, Política de Ordenamiento Territorial, Política de Recursos Hídricos, Política de Humedales y Política de Biodiversidad), las cuales fueron formuladas y aprobadas en coordinación entre las instituciones con mandatos y competencias específicas.

La formulación y aprobación de estas Políticas constituyó un gran avance en el cumplimiento de los lineamientos de la Política y Plan Ambiental (PANic, 2001-2005).

Los principios de estas Políticas tienen coherencia y coincidencia, algunas repiten todos o algunos principios de la Política Ambiental. Asimismo, estas Políticas establecen la aplicabilidad de los principios contenidos en la Constitución de la República y en la Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales; y sus objetivos son también coherentemente articulados y cumplen con los de la Política Ambiental. En los lineamientos específicos, cada Política dicta aspectos más relevantes de cada tema, y se complementan aspectos de competencias institucionales como la regulación y control, el fomento y la modernización de un marco regulatorio moderno y eficaz.

▪ Política Ambiental

La Política Ambiental de Nicaragua-PAN (Decreto Ejecutivo No. 25-2000), constituye la declaración formal de los principios rectores y lineamientos de carácter ambiental que rigen las acciones del Estado y la sociedad civil en todo proceso de desarrollo del país con visión de sustentabilidad. Es perdurable ya que trasciende a las diferentes administraciones públicas, y es dinámica en la medida que los instrumentos de su aplicación se ajustan para atender la satisfacción de las necesidades y aspiraciones de las actuales y futuras generaciones. Su objetivo se centra en orientar el accionar coherente de la administración pública en sus niveles nacional, regional y local; así como la actuación de organizaciones civiles y población en general a fin de preservar, mejorar y recuperar la Calidad Ambiental, garantizando una Gestión Ambiental acorde con el crecimiento económico, la equidad social, calidad de vida y preservación sustentable del medio ambiente.

El marco legal de esta Política se encuentra fundamentado en la Constitución Política de la República, la Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales (Ley 217) y su Reglamento (Decreto Ejecutivo No. 9-96); la Ley de Organización, Competencias y Procedimientos del Poder Ejecutivo (Ley 290-98) y

su Reglamento (Decreto Ejecutivo No. 71-98) con su aprobación de las reformas establecidas en el Decreto Ejecutivo No. 25-2006 del 20 de abril de 2006, ratifica las competencias que en materia de la conservación de los recursos naturales se le otorgan al Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA); la Ley de Municipios (Ley 40 y Ley 261), la cual establece en su Artículo 6 que los gobiernos municipales tienen competencia en materia que incida en el desarrollo socioeconómico y en la conservación del ambiente y los recursos naturales de su circunscripción territorial.

En esta Política se integra la problemática ambiental del país en tres dimensiones: Sectorial, Territorial e Institucional; desde donde analiza los problemas ambientales fundamentales y propone acciones para paliarlos. Además, se ha definido el principio consignado en la Ley 217 (Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales), en el sentido de que el criterio de prevención prevalecerá sobre cualquier otro en la Gestión Ambiental. Se establece el fin de preservar, mejorar y recuperar la calidad ambiental propicia para la vida, garantizando una Gestión Ambiental armonizada con el crecimiento económico, equidad social, mejoramiento de la calidad de vida y preservación sustentable del medio ambiente; que además enmarca la actuación del Estado como responsable de velar por la protección, desarrollo, manejo y conservación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP). El enmarcamiento de esta actuación está vinculado al Artículo 18 del Reglamento de Áreas Protegidas (Decreto Ejecutivo No. 14-99) que establece el mandato de proteger las cuencas hidrográficas, ciclos hidrológicos y mantos acuíferos.

Los principios rectores a los cuales está sujeta la Política Ambiental de Nicaragua y que han sido retomados de la Constitución Política, la Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales, y de otras leyes, normativas o acuerdos nacionales e internacionales; son los siguientes.

- ✓ Los recursos naturales y la biodiversidad son patrimonio común de la sociedad y por tanto el Estado y todos los habitantes tienen el derecho y el deber de asegurar el uso sostenible, su accesibilidad y su calidad.
- ✓ Se considerará el ambiente como la riqueza más importante del país, por ser el determinante crítico de la cantidad, calidad y sustentabilidad de las actividades humanas y de la vida en general.
- ✓ El uso sostenible de los recursos naturales y la biodiversidad contribuye a mejorar la calidad de vida reduciendo la brecha de pobreza y la vulnerabilidad ambiental.
- ✓ Las políticas y principios de equidad social y de género enmarcan la Gestión Ambiental.
- ✓ El criterio de prevención prevalece sobre cualquier otro en la Gestión Ambiental.

- ✓ La Gestión Ambiental es global y transectorial compartida por las distintas instituciones del Gobierno, incluyendo a los Gobiernos Regionales y Municipales y la Sociedad Civil.
- ✓ La participación ciudadana constituye el eje fundamental en el diseño e implementación de la Gestión Ambiental.

▪ **Política de Desarrollo Forestal**

La Política de Desarrollo Forestal, fue emitida mediante Decreto Ejecutivo No. 50-2001; tiene por objetivo orientar el accionar coherente de todos los sectores de los actores del sector forestal a fin de garantizar la protección, conservación y aprovechamiento del recurso forestal. Sus principios son los mismos que los contenidos en la Política Ambiental.

Esta Política tiene estrecha relación y vinculación con la Política de Ordenamiento Territorial, aunque no se establecen claramente los vínculos entre el INETER y MAGFOR/INAFOR. Además, tiene interacción con la Política de Recursos Hídricos.

Entre los lineamientos de esta Política se destacan los siguientes:

- ✓ Promover el ordenamiento, acceso y manejo del recurso forestal para aprovecharlo sosteniblemente.
- ✓ Valorar el recurso forestal y aprovecharlo sostenidamente.
- ✓ Conservar la riqueza genética y proteger físicamente el recurso forestal contra plagas, incendios y robos.
- ✓ Promover la investigación y difusión en materia forestal y agroforestal.

▪ **Política de Recursos Hídricos**

La Política de los Recursos Hídricos (Decreto Ejecutivo No. 107-2001, aprobado el 21 de noviembre de 2001 y publicado en La Gaceta No. 233 del 7 de diciembre de 2001); su objetivo establece que el uso y manejo integrado de los recursos hídricos debe estar en correspondencia con los requerimientos sociales y económicos del desarrollo y acorde con la capacidad de los ecosistemas, en beneficio de las generaciones presentes y futuras; así como la prevención de los desastres naturales causados por eventos hidrológicos extremos. Además, se destaca que es importante orientar el manejo integral de los recursos hídricos en sus niveles nacional, regional y local, a fin de mejorar y garantizar un desarrollo económico y la calidad del ambiente.

Los principios rectores de esta Política establecen que:

- ✓ El agua es recurso natural finito y vulnerable, con valor económico, social y ambiental.

- ✓ El agua es patrimonio nacional denominado público, indispensable para satisfacer las necesidades básicas de la población.
- ✓ La cuenca hidrográfica es la unidad de gestión territorial para la administración y manejo integrado de los recursos hídricos.
- ✓ El desarrollo y la Gestión del Agua se basan en un enfoque participativo, involucrando a los usuarios, planificadores y tomadores de decisión a todos los niveles.

En los lineamientos de esta Política se propone que la cuenca hidrográfica sea la unidad de gestión territorial para la administración del Manejo Integrado de los Recursos Hídricos; y que el desarrollo y gestión del agua se base en un enfoque participativo. No hace mención directa de los ecosistemas de humedales, solo hace mención del concepto de integralidad en la planificación de la cuenca hidrográfica, pero básicamente se refiere al manejo y administración del recurso agua con fines de uso y producción para consumo humano.

▪ **Política de Humedales**

Mediante el Decreto Ejecutivo 78-2003, publicado en La Gaceta No. 220 del 09 de noviembre de 2003 quedó establecida la Política de Humedales, cuyo objetivo se centra en promover mecanismos nacionales, locales y regionales para conservar y usar sosteniblemente los humedales del país en armonía ecológica, con equidad social y de género. Sus principios son pertinentes con la Política Ambiental, la Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales, la Política Centroamericana de Conservación y Uso Racional de los Humedales; otros principios adicionales destacan la responsabilidad compartida, el enfoque ecosistémico, la participación pública y la integración. Contiene 14 lineamientos y los temas o principal contenido de ellos son los siguientes: planes de conservación y desarrollo sostenible para humedales, marco jurídico, incentivos, ordenamiento territorial en cuencas hidrográficas, EIA para proyectos en humedales, criterios e indicadores para el uso del agua en humedales, participación local e investigación.

▪ **Política de Ordenamiento Territorial**

La Política de Ordenamiento Territorial (Decreto Ejecutivo No. 90-2001, publicada en La Gaceta No. 4 del 7 de enero de 2002) tiene por objetivo orientar el uso del territorio en forma sostenible; entre los cuales se incluyen los recursos naturales, la prevención y mitigación de desastres naturales, el fortalecimiento de la gestión administrativa del Estado en el territorio, la coordinación interinstitucional y la gestión de los gobiernos regionales autónomos, municipales y la sociedad civil en función del Desarrollo Territorial.

En el Artículo 3 de este instrumento jurídico se destaca que la Política de Ordenamiento Territorial es el conjunto de medidas y objetivos dirigidos a

contribuir en la solución de los problemas del territorio, en cuanto a la utilización adecuada y planificada del recurso tierra; tales como los recursos naturales, el medio ambiente, la distribución de la población, la organización de la economía, la planificación de los procesos de inversión coherentes con las características del territorio, la prevención y mitigación de los desastres naturales y el ejercicio de la soberanía territorial del Estado nicaragüense; y que este conjunto de medidas está orientado a crear las bases de información técnica y experiencias de coordinación ejecutiva que progresivamente contribuyan a mejorar aspectos como: a) Organización y Ordenación del Estado, b) Desarrollo Económico y Social, c) Desarrollo y Medio Ambiente y d) Fortalecimiento en el ejercicio de la Soberanía e Integridad Territorial. Además, en el Artículo 4, relativo a los principios rectores, se destaca que el equilibrio hídrico del recurso agua en el territorio, tanto superficial como subterráneo estará en función de la oferta hídrica del medio natural y la demanda del recurso agua planteada por los asentamientos humanos, el riego y el desarrollo hidroeléctrico.

En esta Política no se dejan muy claras las competencias institucionales para implementarla. Es muy compleja y algunos lineamientos generales son ambiciosos y muy amplios. No se precisa como se implementará en el territorio y como deben asumir el ordenamiento las demás instituciones. Además, no hay vínculo con el ordenamiento de los recursos forestales e hídricos.

▪ **Política y Estrategia Nacional de Educación Ambiental**

El MARENA como ente regulador y rector de la Política y Estrategia de Educación Ambiental, impulsó a través de la Comisión Nacional de Educación Ambiental (CNEA) la elaboración de los Lineamientos de Política y Estrategia Nacional de Educación Ambiental, el cual sistematiza lo actuado a nivel nacional e internacional y constituye el marco general para el desarrollo de acciones de Educación Ambiental en el país, oficializadas mediante Decreto Ejecutivo No. 19-2003 publicado en La Gaceta No. 18 del 23 de enero de 2003.

Los objetivos de la Educación Ambiental en Nicaragua son los siguientes:

- ✓ Promover en la población nicaragüense la sensibilización y toma de conciencia con respecto a su entorno ambiental, los problemas que en él se manifiestan, sus causas y consecuencias, así como las posibles alternativas de solución y prevención de los mismos.
- ✓ Apoyar la adquisición de conocimientos y experiencias por parte de los individuos, comunidades y agrupaciones de la sociedad nicaragüense, que les permitan comprender la esencia y los rasgos fundamentales del medio ambiente que habitan, su diversidad y complejidad, las leyes que lo regulan, así como la delicada interrelación existente entre éste y la propia actividad humana, incorporando la dimensión ambiental y del desarrollo en todas las modalidades y ámbitos del conocimiento humano.

- ✓ Fomentar el desarrollo de actitudes, destrezas y habilidades científicas y tecnológicas entre la población nicaragüense, en distintos niveles de complejidad y según corresponda a los diversos ámbitos de aplicación, potenciando su capacidad de investigar, interpretar y dar respuesta a los problemas ambientales del país en aras de su solución, mediante un enfoque integral y crítico de los mismos, atendiendo las relaciones de causa y efecto que los determinan.
- ✓ Estimular la formación de valores, actitudes, normas de comportamiento, hábitos y costumbres individuales y colectivas que favorezcan la preservación del medio ambiente y la utilización racional de los recursos naturales, incorporándolos como parte del conjunto de manifestaciones culturales del pueblo de Nicaragua.
- ✓ Impulsar la participación consciente, responsable y organizada de la población nicaragüense en las diferentes actividades y tareas orientadas a proteger y conservar el entorno natural y dar solución efectiva a los problemas ambientales.
- ✓ Incentivar la integración crítica e innovadora de la sociedad civil de Nicaragua en los procesos de formulación, planeamiento y evaluación de las políticas y programas nacionales de educación ambiental, a fin de optimizar sus resultados y orientar su implementación para el pueblo nicaragüense.

Los principales lineamientos estratégicos que guían la implementación de la Educación Ambiental en el país que constituyen la base de la discusión y toma de decisiones con respecto a su implementación son los siguientes:

- ✓ Concepto integral del medio ambiente.
- ✓ Enfoque holístico, interdisciplinario y multidimensional de los diferentes aspectos del medio ambiente.
- ✓ Orientación de la Educación Ambiental hacia el Desarrollo Sostenible.
- ✓ Sistematización, continuidad y permanencia del proceso de Educación Ambiental.
- ✓ Identificación de prioridades de aplicación de la Educación Ambiental.
- ✓ Adecuación de contenidos de la Educación Ambiental a la realidad nicaragüense.
- ✓ Rescate e incorporación de la identidad cultural nicaragüense en el marco de la Educación Ambiental.
- ✓ Fortalecimiento de los fundamentos jurídicos de la Educación Ambiental.
- ✓ Institucionalización del proceso de Educación Ambiental.
- ✓ Descentralización y democratización de la Gestión Educativa Ambiental.
- ✓ Participación y movilización ciudadana en torno a la Educación Ambiental.
- ✓ Incorporación de la dimensión ambiental en el sector formal de la educación.
- ✓ Aplicación de la dimensión ambiental en el sector no formal de la educación.
- ✓ Difusión de la dimensión ambiental en el sector informal de la educación.

- ✓ Capacitación y profesionalización de recursos humanos para la Educación Ambiental.
- ✓ Investigación y experimentación referida a la Educación Ambiental.
- ✓ Comunicación, intercambio y ayuda mutua en la implementación de la Educación Ambiental.
- ✓ Comunicación, intercambio y cooperación internacional para la Educación Ambiental.

La Constitución Política de la República de Nicaragua contiene algunos preceptos jurídicos vinculados al ambiente y los recursos naturales, la educación y la cultura, que sirven de fundamentos constitucional a las medidas y acciones necesarias para la implementación de la Educación Ambiental.

La Ley 217 (Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales), establece como uno de sus objetivos particulares fomentar y estimular la Educación Ambiental como medio para promover una sociedad en armonía con la Naturaleza. En la sección VI de su Capítulo II, bajo el título “De la educación, Divulgación y Desarrollo Científico y Tecnológico”, esta Ley aborda de manera más concreta en sus Artículos 34, 35, 36 y 37; los aspectos referidos a la Educación Ambiental.

Mediante Resolución Ministerial 058-2006, el MARENA publicó la Guía de Educación Ambiental para el Manejo Integrado de Cuencas Hidrográficas. En 2009, se publicó la segunda edición de la Guía de Educación Ambiental para la Gestión Integrada de Cuencas Hidrográficas, la cual ha sido actualizada con la información generada en el IV Informe del Estado del Ambiente (GEO-2007-2008), el Análisis de Vacíos de Conservación de Nicaragua (2009) y el Inventario Nacional Forestal (INAFOR-FAO, 2009). Además, en el 2010 se publicó la primera edición de la Estrategia Metodológica de Educación Ambiental para el Saneamiento Integral “Familia, Escuela y Comunidades Saludables (FECSA)”.

Las políticas y marcos institucionales que fortalecen la Reducción de Riesgo de Desastres (RRD) son las siguientes: Política de Protección Social, Política Ambiental de Nicaragua, marco de Política para la Descentralización, Política de Ordenamiento Territorial, Ley de Participación Ciudadana, Plan Nacional de Desarrollo Humano (2012-2016) y la ERCERP (Estrategia Reforzada de Crecimiento Económico y Reducción de la Pobreza, julio de 2001).

El objetivo fundamental de la ERCERP es la protección de los grupos más vulnerables de la población, así como la definición e implementación de nuevos programas de desarrollo.

La ERCERP, destaca la importancia del sector agropecuario en la economía nicaragüense dado el elevado número de la población pobre que habita el campo y sobre todo el gran potencial del medio rural. Además, establece que las claves para reducir la vulnerabilidad ecológica están analizadas en profundidad y delineadas en la Política y Plan Ambiental de Nicaragua (PANic, 2001-2005).

▪ **Plan Nacional de Gestión de Riesgos**

El Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional (GRUN), retomando las experiencias que a lo largo de la historia de los desastres ha vivido el país, cuenta con un instrumento de gestión y planificación para la RRD, denominado Plan Nacional de Gestión de Riesgos (PNGR 2010-2015), el cual es un instrumento de carácter nacional, regional, municipal y local que pretende ser desarrollado desde una perspectiva integradora, multisectorial e interinstitucional por las Entidades de Gobierno, Organismos No Gubernamentales, Organizaciones Locales y con la participación activa de la población en general.

El PNGR es la estrategia de corto, mediano y largo plazo para abordar los desafíos de la reducción de riesgos ante desastres en Nicaragua. Es el reto de Nación, avanzar en las políticas, estrategias y mecanismos para incorporar la Gestión Integral del Riesgo en la planificación del desarrollo y reducción de la pobreza a todos los niveles. Es un instrumento normativo que a través de la Secretaria Ejecutiva del SINAPRED se dispone para la organización y planificación de una gestión adecuada del riesgo y por ende del desarrollo. Además, es un instrumento nacional normativo de referencia para la articulación de los Planes de Respuesta (PRIS-Planes de Respuesta Institucional y Sectorial, PRR-Planes de Respuesta Regionales, PRD-Planes de Respuesta Departamentales, PRL-Planes de Respuesta Locales-, PRM-Planes de Respuesta Municipales), así como para el desarrollo de las políticas, estrategias, instrumentos conceptuales y metodológicos que permitan generar una planificación común a todos los actores de la respuesta a nivel institucional, sectorial y territorial. Enfatiza que se debe fortalecer el proceso de desarrollo y la economía nacional para mejorar las condiciones socioeconómicas de la población, contribuir al proceso de reducción de la pobreza, evitando que los desastres la acrecienten, dotar al país de un instrumento orientador que sirva también de base para negociaciones con actores internacionales y no gubernamentales. Establece con claridad al SINAPRED seis Programas de trabajo hacia los que debe volcar sus esfuerzos:

- ✓ Protección del desarrollo y de la inversión.
- ✓ Estrategia de protección financiera y transferencia de riesgo.
- ✓ Gestión del Riesgo en el sector privado.
- ✓ Sistema de Información para la Gestión del Riesgo.
- ✓ Participación y Auditoría Social.
- ✓ Gestión de Desastres.

▪ **Plan Nacional de Desarrollo Humano**

El GRUN ha asumido compromisos multilaterales y regionales a nivel de Centroamérica al adoptar una serie de medidas administrativas, legislativas y de políticas que le permiten implementar estrategias de Mitigación y Adaptación ante el Cambio Climático, bajo tres principios básicos: precautoriedad,

responsabilidades comunes pero diferenciadas y Desarrollo Sostenible en sus tres pilares (social, ambiental y económico), lo cual se contempla en el Plan Nacional de Desarrollo Humano (PNDH 2012-2016), en el que se destaca el Programa de Defensa y Protección del Medio Ambiente, Adaptación al Cambio Climático y Gestión del Riesgo, el cual establece una vinculación entre los sistemas tradicionales y los estatales con el fin de revitalizar y fortalecer el régimen comunitario y su equilibrio con el medio ambiente.

Además, en el PNDH (2012-2016) se enfatiza en la necesidad de elaborar un Plan Nacional de Adaptación ante el Cambio Climático, el cual tendrá como objetivo el promover medidas de esta índole para mejorar las capacidades de respuesta del entorno social, ambiental, económico, de infraestructura, energía, habitacional y cultural del territorio nacional, logrando prevenir y minimizar los impactos, principalmente en las poblaciones más vulnerables. Se destaca que este instrumento de planificación deberá estar basado en la realidad de cada territorio o ámbito geográfico de manera que permita reducir la vulnerabilidad y Adaptación al Cambio Climático en cada región y localidad del país y estar ligado a los Planes Locales.

Otros aspectos que debe contener el Plan Nacional de Adaptación ante el Cambio Climático son los siguientes:

- ✓ Fortalecer las capacidades regionales, departamentales, municipales, distritales y locales para incorporar la Gestión Integral del Riesgo y la Adaptación ante el Cambio Climático (ACC) en la planificación territorial, con enfoque participativo, así como la elaboración de Planes Locales de Adaptación al Cambio Climático; con el objetivo de empoderar a los actores locales para que ellos mismos elaboren sus Planes de Riesgo según el nivel de vulnerabilidad que presenten sus regiones.
- ✓ Organizar Unidades de Gestión de Riesgo y Cambio Climático en el territorio y a lo interno de las instituciones del Estado, para dar cumplimiento a las estrategias, planes y acciones dirigidas a la Adaptación del Cambio Climático.
- ✓ Integrar los costos de la Adaptación al Cambio Climático en los planes e inversiones públicas y privadas, con el propósito de contar con un porcentaje del presupuesto de inversiones públicas y privadas para la transformación de tecnologías más limpias y hacer frente a imprevistos en caso de eventos extremos.
- ✓ Coadyuvar esfuerzos internacionales e inter institucionales para la modelación de Escenarios Climáticos sectoriales priorizando la seguridad alimentaria y la salud humana, con el objetivo de implementar planes y proyecciones de siembras de acuerdo a las predicciones meteorológicas en forma oportuna.

▪ **Estrategia Nacional Ambiental y de Cambio Climático**

Nicaragua es parte de la Convención Marco sobre el Cambio Climático de las Naciones Unidas (CMCC, 1992), así como del Protocolo de Kyoto (1998), instrumentos que reconocen que "los cambios del clima de la Tierra y sus efectos adversos son una preocupación común de toda la humanidad", y que requieren de la "cooperación más amplia posible de todos los países y su participación en una respuesta internacional efectiva y apropiada, de conformidad con sus responsabilidades comunes pero diferenciadas, sus capacidades respectivas y sus condiciones sociales y económicas". Además, fue el primer país en el mundo en adherirse a la Declaración Universal del Bien Común de la Tierra y la Humanidad, y cuenta con una Estrategia Nacional Ambiental y de Cambio Climático (ENACC) sustentada en el Artículo 60 de la Constitución Política, restituyendo el derecho a la población a un ambiente sano; la cual debe considerarse en la planificación e inversiones públicas y privadas, razonada desde la información técnico-científica y resultados de evaluaciones de vulnerabilidad y riesgos actuales y futuros del clima, con miras a diseñar instrumentos necesarios para materializar y garantizar acciones y medidas de adaptación de forma planificadas. La ENAC está conformada por cinco lineamientos estratégicos: a) Educación Ambiental para la vida, b) Defensa y Protección Ambiental de los Recursos Naturales, c) Conservación, Recuperación, Captación y Cosecha de Agua, d) Mitigación, Adaptación y Gestión de Riesgo ante el Cambio Climático, y e) Manejo Sostenible de la Tierra.

6.2. Marco legal e institucional vigente

Nicaragua ha venido construyendo desde 1940 y tenido avances significativos en la construcción de su marco jurídico-legal (Constitución Política, Leyes, Decretos, Normas Técnicas Obligatorias Nicaragüense-NTON, Convenios y Tratados Ambientales Internacionales) dirigido a la protección y conservación de los recursos naturales; además, los gobiernos locales han emitido Ordenanzas Municipales vinculados con esta temática. Se han oficializado y aprobado diferentes instrumentos jurídicos que han venido a fortalecer los instrumentos operativos en función de orientar la sostenibilidad de los recursos naturales y la calidad ambiental del país. Aproximadamente se han emitido 252 instrumentos legales ambientales, conformados por un complejo conjunto de Leyes Generales, Leyes Específicas, Normas Técnicas y Administrativas; y Ordenanzas Municipales. Un total de 59 Normas respaldan 39 Convenios Internacionales (40% son Decretos Ejecutivos y 33% son Resoluciones Ministeriales). En el país, la competencia para legislar sobre los recursos hídricos se da en tres planos: a nivel nacional, a nivel de regiones autónomas y a nivel local o municipal.

No se dispone de ninguna Ley Nacional para el Manejo y Gestión de Cuencas Hidrográficas, por lo que es importante contar con un instrumento jurídico de este tipo; no obstante existen un conjunto de leyes e instrumentos de políticas y planes relacionados con los recursos naturales y el medio ambiente que incorporan

principios vinculantes con las cuencas hidrográficas; entre los que se destacan los siguientes: Política de Recursos Hídricos (Decreto Ejecutivo No. 107-2001); Política Ambiental de Nicaragua-PAN (Decreto Ejecutivo No. 25-2000); Política de Ordenamiento Territorial (Decreto Ejecutivo No. 90-2001); Lineamientos de Política y Estrategia Nacional de Educación Ambiental (Decreto Ejecutivo No. 19-2003); Política de Desarrollo Forestal (Decreto Ejecutivo No. 50-2001); Política de Humedales (Decreto Ejecutivo 78-2003), Plan de Desarrollo Forestal (1985), Plan de Acción Forestal (MARENA-ECOT-PAF, 1992); Plan Nacional de Desarrollo Humano (PNDH-2012-2016); Política y Plan de Acción Ambiental (PANic, 2001-2005) aprobado en 1993 mediante Acuerdo Presidencial No. 261-93, el cual ha sido el marco de referencia de la Política y Estrategia Ambiental del país; Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales (Ley 217), Ley Creadora del Instituto Nacional Forestal-INAFOR (Ley 290); Ley Especial de Delitos contra el Medio Ambiente y los Recursos Naturales (Ley 559); Ley de Conservación, Fomento y Desarrollo Sostenible del Sector Forestal (Ley 462); Ley General de Aguas Nacionales y su Reglamento (Ley 620); Reglamento de Áreas Protegidas (Decreto Ejecutivo No. 14-99) y Reglamento Forestal (Decreto Ejecutivo No. 45-93); entre otros instrumentos jurídicos.

En la Legislación Nacional de la República de Honduras varias disposiciones jurídicas hacen alusión en forma directa o indirecta al tema de cuencas hidrográficas. Normas legales como la Ley General del Ambiente y la Ley Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre; aluden al tema de manera específica; y en otras la inclusión es por analogía o indirecta, por ejemplo en la Ley de Municipalidades y en la Ley para el Desarrollo Rural Sostenible. Existe una gran dispersión e inconsistencia de las Leyes relacionadas con el Manejo y Gestión Integrada de Cuencas Hidrográficas, ya que no existe una Ley de este tipo, lo que provoca un régimen de jurisdicciones y competencias institucionales confusas, superpuestas y sin jerarquizar. En este sentido el marco legal es un tanto difícil de aplicar, ya que atribuye responsabilidades a las instituciones de acuerdo al uso que se le dé al agua. Existe un traslape entre las funciones, ya que la Ley General del Ambiente establece que las municipalidades son responsables de la protección de las cuencas hidrográficas. Además, la Ley de Código Civil establece que el recurso hídrico es de uso público, con regulaciones de algunas Ordenanzas para su explotación; y en la Ley de Aguas se establece que el Estado tiene el dominio pleno del recurso hídrico en sus diferentes formas.

Un factor que contribuye a la incertidumbre de las diferentes instituciones en cuanto a la aplicación de la legislación que regula el Manejo y Gestión Integrada de Cuencas Hidrográficas, es que no existe una Política Marco que oriente el accionar institucional de las diversas instituciones involucradas con lineamientos prácticos que definan los objetivos generales del Manejo y Gestión Integrada de Cuencas Hidrográficas y las consideraciones particulares dependiendo de la vocación de cada una de las áreas que se pretende manejar.

En Honduras, las experiencias actuales de Gestión del Agua a nivel de cuencas hidrográficas se relacionan principalmente con la creación a principios de los años noventa de la Comisión Ejecutiva del Valle de Sula (CEVS). La CEVS se encarga de la regulación y control de las inundaciones del Valle de Sula con los ríos Chamelecón y Ulúa, y realiza además una coordinación interinstitucional para la Gestión del Agua en la cuenca. Existen además otras experiencias, como por ejemplo, el hecho que algunas municipalidades han suscrito Convenios de Protección de sus cuencas compartidas. Hasta hace unos años atrás, las funciones de Gestión del Agua se encontraban dispersas en distintas instituciones. Los principales avances registrados en los últimos años hacia una gestión más coordinada y integrada del agua han sido los siguientes: (i) la creación del Consejo Nacional del Desarrollo Sostenible (CONADES), mediante Decreto Ejecutivo No CM-14-94, del 19 de octubre de 1994; y principalmente (ii) la creación de la Secretaría de Estado en los Despachos de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA), mediante Decreto No 218-96, del 17 de diciembre de 1996, aprobado por el Congreso Nacional mediante Decreto No 52-97 y publicado en La Gaceta el 22 de mayo de 1997.

El marco legal de la República de Honduras contiene una amplia gama de Leyes y Reglamentos que asignan competencias sobre Manejo y Gestión Integrada de Cuencas Hidrográficas a diversas instituciones del sector público, las cuales no siempre son coherentes ni muy precisas, por lo que se hace necesario un liderazgo institucional que en la actualidad no es muy claro, aunque pareciera que es la intención de la Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente, asumir este papel, a través de la Dirección General de Recursos Hídricos, donde se ha creado por Decreto Ejecutivo, el Departamento de Cuencas, con objetivos y funciones específicos en relación a la protección y manejo de las cuencas hidrográficas.

En la Ley General del Ambiente se le reconoce funciones de coordinación de Manejo y Gestión Integrada de Cuencas Hidrográficas a la Corporación Hondureña de Desarrollo Forestal y a la Dirección General de Recursos Hídricos, que en el tiempo en que se emitió dicha Ley, estaba adscrita a la Secretaría de Recursos Naturales y que de acuerdo a las reformas de la Ley General de la Administración Pública, hoy está adscrita a la Secretaría de Estado en los Despachos de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA). Con competencias derivadas se puede mencionar al Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados (SANAA) y a la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE), que para asegurar la calidad y cantidad de su oferta de servicios de agua y luz, requieren de un adecuado manejo de las cuencas hidrográficas, y que en el caso de la ENEE, ejecuta programas muy importantes sobre manejo de recursos naturales en cuencas hidrográficas. De acuerdo al Artículo 100 de la Ley General del Ambiente, deben coordinar acciones en materia de cuencas hidrográficas, además de las instituciones antes mencionadas, la Secretaría de Agricultura y Ganadería y la Secretaría de Salud Pública, también se incluye a la Dirección Ejecutiva de Catastro y al Instituto Nacional Agrario.

En las Leyes y Reglamentos analizados se pudieron identificar una serie de instancias o mecanismos de coordinación o concertación, o recursos legales en el ámbito administrativo, que se pueden aplicar al enfoque de Manejo y Gestión Integrada de Cuencas Hidrográficas en forma directa o indirecta. Hay abundancia de normas legales que regulan el concepto de Ordenamiento Territorial, ya sea de manera directa o en forma tangencial.

Un aspecto importante es la creación del Consejo Consultivo Nacional del Ambiente (COCONA), creado en la Ley General del Ambiente, con funciones directamente relacionadas con el ambiente, en las cuales se puede ubicar la discusión del enfoque de Manejo y Gestión Integrada de Cuencas Hidrográficas al más alto nivel.

De un total de 44 instituciones que desarrollan acciones en la subcuenca del Río Tapacalí, catorce (32%) son ONGs, siete (16%) son Cooperativas, dos (5%) son Entidades Étnicas, una (2%) es una Entidad adscrita a dos municipalidades, una (2%) es un Grupo de Jóvenes Independientes, quince (34%) son Instituciones Gubernamentales y cuatro (9%) son Alcaldías Municipales.

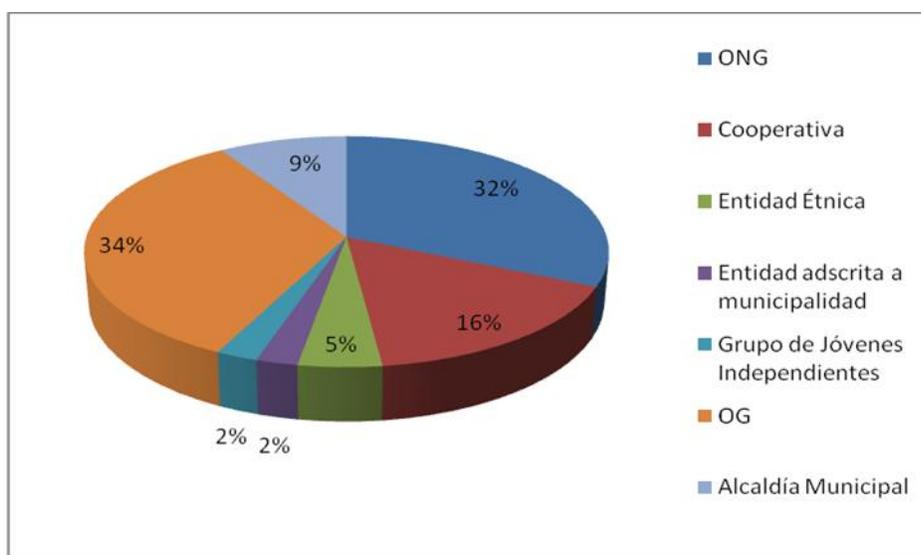


Figura 14. Tipología de las instituciones que desarrollan acciones en la subcuenca del Río Tapacalí
Fuente: El autor a partir de la información contenida en la Ficha Institucional, 2013.

Cuadro 127. Distribución por país de las Instituciones que desarrollan acciones en la subcuenca del Río Tapacalí.

| Tipología Institucional | Nicaragua | | Honduras | |
|----------------------------------|-----------|------|-----------|----|
| | Total | % | Total | % |
| Organismo No Gubernamental | 11 | 32.3 | 3 | 30 |
| Cooperativa | 6 | 17.6 | 1 | 10 |
| Entidad Étnica | 2 | 5.8 | | |
| Entidad adscrita a Municipalidad | 1 | 3 | | |
| Grupo de Jóvenes Independientes | 1 | 3 | | |
| Organismo Gubernamental | 10 | 29.4 | 5 | 50 |
| Alcaldía Municipal | 3 | 8.8 | 1 | 10 |
| Total | 34 | | 10 | |

Fuente: El autor a partir de la información contenida en la Ficha Institucional, 2013

Las instituciones realizan acciones en 16 áreas temáticas (ejes de trabajo institucional). Un total de cinco instituciones desarrollan solamente una acción específica como Un Montón de Añicos (manejo y aprovechamiento sostenible de recursos naturales), Pueblo Indígena de San Lucas ISCAYAN (social), Secretaría de Estado en el Despacho de Educación (educación), Secretaría de Estado en el Despacho de Defensa (manejo y aprovechamiento sostenible de recursos naturales) y el Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria (productivo). Hay instituciones que desarrollan de 12 a 13 acciones, como el caso del Instituto de Promoción Humana (INPRHU-Somoto), la Unidad de Concertación y Cooperación Municipalista (UCOM) y el Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales (MARENA-Madriz). Del total de 16 ejes de trabajo institucional, nueve son las más frecuentes.

El 66% de los actores institucionales realiza acciones relacionadas con educación ambiental, el 57% con aspectos sociales, el 50% con manejo y aprovechamiento sostenible de recursos naturales, el 48% con aspectos relacionados a género, el 41% con cambio climático, agua y saneamiento; y el 36% con crédito y desarrollo comunitario.

Cuadro 128. Instituciones que desarrollan acciones en la subcuenca del Río Tapacalí.

| Tipología Institucional | Nombre de la Institución | |
|----------------------------|---|--|
| | Nicaragua | Honduras |
| Organismo No Gubernamental | Fundación Cristiana para Niños y Ancianos Asociación Oscar Arnulfo Romero Asociación Familia Padre Fabretto SOYNICA Asociación para el Desarrollo Comunitario Juan XXIII INPRHU-Somoto UNAG-Filial Madriz CRN-Filial Somoto CARUNA-Somoto CARE Internacional Nicaragua Wetlands International | AGASM CARE Internacional Honduras Enrich the World |

| | | |
|----------------------------------|---|---|
| Cooperativa | Cooperativa de Artesanía de Servicios Múltiples Rafael María Fabretto COSAMAR UCANS-Somoto PRODECOOP R.L. COMJERUMA Cooperativa Juvenil La Orquídea | COCASAM |
| Entidad Étnica | Pueblo Indígena de San Lucas ISCAYAN Pueblo Originario de Cusmapa | |
| Entidad adscrita a Municipalidad | UCOM | |
| Grupo de Jóvenes Independientes | Un Montón de Añicos | |
| Organismo Gubernamental | ENACAL CODEFOR INTA-Madriz MARENA-Madriz MAGFOR-Madriz MINED-Madriz PN PGR Ejército de Nicaragua | ICF Secretaría de Estado en el Despacho de Salud Pública SE Secretaría de Estado en el Despacho de Defensa SENASA |
| Alcaldía Municipal | Alcaldía Municipal de San José de Cusmapa Alcaldía Municipal de Las Sabanas Alcaldía Municipal de San Lucas | Alcaldía Municipal de San Marcos de Colón |

Fuente: El autor a partir de la información contenida en la Ficha Institucional, 2013

Cuadro 129. Comportamiento de los ejes temáticos del accionar institucional en la subcuenca del Río Tapacalí.

| Total de Ejes Temáticos de Acciones Institucionales | Total de Instituciones que lo realizan |
|---|--|
| 1 | 5 |
| 2 | 1 |
| 3 | 4 |
| 4 | 8 |
| 5 | 7 |
| 6 | 2 |
| 7 | 3 |
| 8 | 1 |
| 9 | 4 |
| 10 | 4 |
| 11 | 1 |
| 12 | 1 |
| 13 | 2 |
| 16 | 1 |

Fuente: El autor a partir de la información contenida en la Ficha Institucional, 2013

Cuadro 130. Ejes de trabajo institucional que desarrollan actores institucionales en la subcuenca del Río Tapacalí.

| EJES DE TRABAJO | INSTITUCION | |
|---|-------------|----|
| | Cantidad | % |
| Aspectos Sociales | 25 | 57 |
| Aspectos Productivos | 24 | 54 |
| Manejo de Cuencas | 13 | 30 |
| Transferencia de Tecnología | 13 | 30 |
| Educación Ambiental | 29 | 66 |
| Género | 21 | 48 |
| Prevención y Mitigación de Desastres Naturales | 15 | 34 |
| Educación | 9 | 20 |
| Manejo y Aprovechamiento Sostenible de Recursos Naturales | 22 | 50 |
| Aspectos de Desarrollo Comunitario | 16 | 36 |
| Crédito | 16 | 36 |
| Agua y Saneamiento | 18 | 41 |
| Ayuda Humanitaria | 9 | 20 |
| Aspectos de Salud | 15 | 34 |
| Derechos Humanos | 6 | 14 |
| Cambio Climático | 18 | 41 |

Fuente: El autor a partir de la información contenida en las Fichas Institucionales, 2013.

El 2.3% del espectro institucional correspondiente a una institución, es el que más predomina en la subcuenca, tiene presencia en 7, 12 y 14 comunidades; el 4% representado por dos instituciones, realiza acciones en una, seis y once comunidades; tres instituciones tienen presencia institucional en 4 comunidades, lo cual representa el 7% de cobertura institucional.

Cuadro 131. Cobertura de presencia institucional.

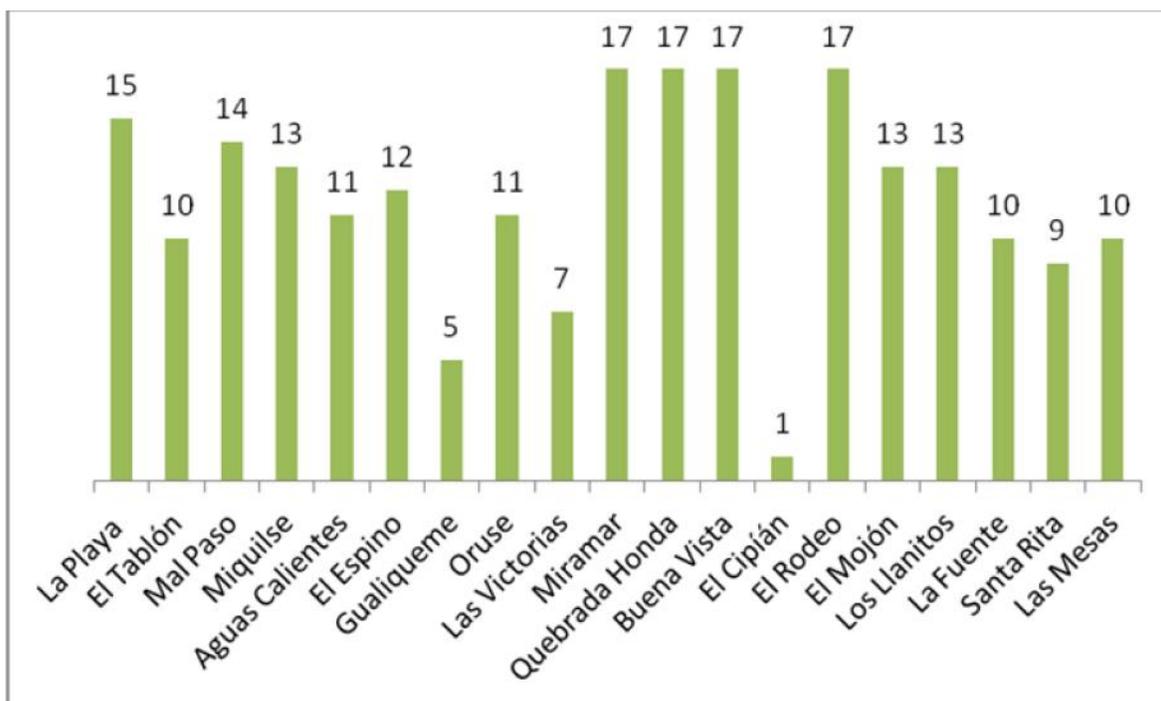
| Total de Comunidades | Total de Instituciones presentes | % de Cobertura Institucional |
|----------------------|----------------------------------|------------------------------|
| 1 | 2 | 4 |
| 2 | 14 | 32 |
| 3 | 9 | 20 |
| 4 | 3 | 7 |
| 5 | 4 | 9 |
| 6 | 2 | 4 |
| 7 | 1 | 2.3 |
| 11 | 2 | 4 |
| 12 | 1 | 2.3 |
| 14 | 1 | 2.3 |
| 16 | 5 | 11 |

Fuente: El autor a partir de la información contenida en las Fichas Institucionales, 2013.

Un total de 5 (12%) instituciones no han realizado coordinación institucional con otras instituciones que desarrollan acciones en la subcuenca; entre las que se destacan las siguientes: Fundación Cristiana para Niños y Ancianos (CFCA), Ministerio de Salud (MINSAM), Instituto Nacional de Conservación y

Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre (ICF), Secretaría de Estado en el Despacho de Salud Pública y Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria (SENASA); las primeras dos instituciones son Nicaragüense y las tres restantes son Hondureñas.

El 95% de las instituciones ejecutan acciones coordinadas y avaladas por los Gobiernos Municipales de San Lucas, Las Sabanas, San José de Cusmapa y San Marcos de Colón que comparten el territorio de la unidad hidrográfica. La Fundación Cristiana para Niños y Ancianos (CFCA) y la Caja Rural (CARUNA-Somoto), instituciones de la República de Nicaragua; no realizan este tipo de coordinación institucional; lo cual representa el 5% del espectro institucional.



En la comunidad El Cipián hay presencia de solamente una institución, seguido de las comunidades Gualiqueme, Las Victorias y Santa Rita que son atendidas por cinco, siete y nueve instituciones respectivamente. Las comunidades Miramar, Quebrada Honda, Buena Vista y El Rodeo son la que mayor cobertura institucional presentan. En general la presencia y cobertura institucional en la subcuenca es muy poca, lo que limita el apoyo, facilitación y contribución de las acciones institucionales al mejoramiento del nivel y calidad de vida de las familias y al desarrollo comunitario.

Cuadro 132. Presencia institucional en comunidades, zona altitudinal y microcuencas de la subcuenca del Río Tapacalí.

| INSTITUCIÓN | Microcuenca | Comunidades/Microcuenca/Zona Altitudinal | | | | |
|---|---|---|---|---|----|-----|
| | | Parte Alta | Parte Media | Parte Baja | TC | TMC |
| Fundación Cristiana para Niños y Ancianos (CFCA) | Tapacalí parte alta El Caracol Los Cuevones Tapacalí parte media El Varillal Tapacalí parte baja Los Tablones | Oruse Miramar El Rodeo Buena Vista Quebrada Honda Los Llanitos | Mal Paso El Mojón | La Playa El Tablón Aguas Calientes El Espino | 12 | 7 |
| Asociación Oscar Arnulfo Romero | El Caracol | Buena Vista Quebrada Honda Miramar | | | 3 | 1 |
| Asociación Familia Padre Fabretto (AFPF) | Tapacalí parte alta Los Cuevones | El Rodeo Los Llanitos | El Mojón | | 3 | 2 |
| Asociación Soya de Nicaragua (SOYNICA) | Tapacalí parte media El Varillal | | Miquilse Mal Paso | | 2 | 2 |
| Asociación para el Desarrollo Comunitario Juan XXIII | Tapacalí parte alta | El Rodeo | | | 1 | 1 |
| Instituto de Promoción Humana (INPRHU-Somoto) | Tapacalí parte media El Varillal | | Miquilse Mal Paso | | 2 | 2 |
| Unión Nacional de Agricultores y Ganaderos (UNAG-Filial Madriz) | Tapacalí parte media Tapacalí parte baja El Varillal El Caracol | Miramar Buena Vista Quebrada Honda | Miquilse Mal Paso | La Playa | 6 | 4 |
| Cruz Roja Nicaragüense (CRN-Filial Somoto) | Tapacalí parte alta Tapacalí parte media Tapacalí parte baja El Varillal El Caracol Los Cuevones Los Tablones | El Rodeo Los Llanitos Oruse Miramar Buena Vista Quebrada Honda | Miquilse Mal Paso El Mojón La Fuente | El Espino La Playa El Tablón Aguas Calientes | 14 | 7 |
| CARE International Nicaragua | Tapacalí parte alta Tapacalí parte media El Varillal | El Rodeo | Miquilse Mal Paso | | 3 | 3 |
| Wetlands International | Tapacalí parte alta Tapacalí parte media El Varillal El Caracol | El Rodeo Miramar | Miquilse Mal Paso La Fuente | | 5 | 4 |
| Caja Rural Nacional (CARUNA)-Somoto | Tapacalí parte alta Tapacalí parte media Tapacalí parte baja El Caracol Los Cuevones El Varillal Los Tablones | El Rodeo Los Llanitos Oruse Miramar Buena Vista Quebrada Honda | El Mojón | La Playa El Tablón Aguas Calientes El Espino | 11 | 7 |
| Cooperativa de Artesanía de Servicios Múltiples Rafael María Fabretto | Tapacalí parte alta | El Rodeo Los Llanitos | | | 2 | 1 |
| Cooperativa de Servicios Agropecuarios de Miramar (COSAMAR) | Tapacalí parte media El Caracol | Miramar Buena Vista | Las Victorias | | 3 | 2 |
| Unión de Cooperativas Agropecuarias del Norte de Las Segovias R.L. (UCANS-Somoto) | Tapacalí parte baja El Caracol El Varillal | Miramar | Mal Paso | El Espino | 3 | 3 |
| Central de Cooperativas de Servicios Múltiples (PRODECOOP R.L.) | | Buena Vista Quebrada Honda | | | 2 | 0 |

Continuación Cuadro 132.

| INSTITUCIÓN | Microcuenca | Comunidades/Microcuenca/Zona Altitudinal | | | | |
|---|---|---|--|---|----|-----|
| | | Parte Alta | Parte Media | Parte Baja | TC | TMC |
| Cooperativa Multisectorial de Jóvenes Emprendedores Rurales de Madriz (COMJERUMA) | Tapacalí parte media Tapacalí parte baja El Varillal | | Miquilse | La Playa El Tablón | 3 | 3 |
| Cooperativa Juvenil La Orquídea | El Caracol | Oruse Miramar Buena Vista Quebrada Honda | | | 4 | 1 |
| Unidad de Concertación y Cooperación Municipalista (UCOM) | El Caracol El Varillal Tapacalí parte baja | Oruse Buena Vista Quebrada Honda | | La Playa El Espino | 5 | 3 |
| Un Montón de Añicos | Tapacalí parte alta Los Cuevones | El Rodeo Los Llanitos | El Mojón La Fuente | | 2 | 2 |
| Pueblo Indígena de San Lucas ISCAYAN | Tapacalí parte baja El Varillal | | Mal Paso | La Playa El Espino | 3 | 2 |
| Pueblo Originario de Cusmapa "Sitio El Carrizal" | Tapacalí parte alta Los Cuevones | El Rodeo Los Llanitos | El Mojón La Fuente | | 4 | 2 |
| Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (ENACAL) | Tapacalí parte alta Tapacalí parte media Tapacalí parte baja El Varillal | Los Llanitos | | La Playa Aguas Calientes | 3 | 4 |
| Comité Departamental Forestal (CODEFOR) | Tapacalí parte alta Tapacalí parte media Tapacalí parte baja El Caracol Los Cuevones El Varillal Los Tablones Gualiqueme | El Rodeo Los Llanitos Oruse Miramar Buena Vista Quebrada Honda | Las Victorias El Mojón La Fuente Miquilse Mal Paso Gualiqueme | El Espino La Playa El Tablón Aguas Calientes | 16 | 8 |
| Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA) | El Caracol | Miramar Quebrada Honda Buena Vista | | | 3 | 1 |
| Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales (MARENA) | El Caracol El Varillal Los Cuevones Los Tablones Tapacalí parte baja | Miramar Quebrada Honda Buena Vista | El Mojón | El Espino La Playa El Tablón | 7 | 5 |
| Ministerio de Salud (MINSAL-Madriz) | Tapacalí parte baja Tapacalí parte media El Varillal | Buena Vista Quebrada Honda | | El Espino La Playa Aguas Calientes | 5 | 3 |
| Ministerio Agropecuario y Forestal (MAGFOR) | Tapacalí parte alta Tapacalí parte media Tapacalí parte baja El Caracol Los Cuevones El Varillal Los Tablones Gualiqueme | El Rodeo Los Llanitos Oruse Miramar Buena Vista Quebrada Honda | Las Victorias El Mojón La Fuente Miquilse Mal Paso Gualiqueme | El Espino La Playa El Tablón Aguas Calientes | 16 | 8 |
| Ministerio de Educación (MINED-Madriz) | Tapacalí parte alta Tapacalí parte media Tapacalí parte baja El Caracol Los Cuevones El Varillal Los Tablones Gualiqueme | El Rodeo Los Llanitos Oruse Miramar Buena Vista Quebrada Honda | Las Victorias El Mojón La Fuente Miquilse Mal Paso Gualiqueme | El Espino La Playa El Tablón Aguas Calientes | 16 | 8 |

Continuación Cuadro 132.

| INSTITUCIÓN | Microcuenca | Comunidades/Microcuenca/Zona Altitudinal | | | | |
|---|---|---|--|---|----|-----|
| | | Parte Alta | Parte Media | Parte Baja | TC | TMC |
| Policía Nacional (PN) | Tapacalí parte alta Tapacalí parte media Tapacalí parte baja El Caracol Los Cuevones El Varillal Los Tablones Gualiqueme | El Rodeo Los Llanitos Oruse Miramar Buena Vista Quebrada Honda | Las Victorias El Mojón La Fuente Miquilse Mal Paso Gualiqueme | El Espino La Playa El Tablón Aguas Calientes | 16 | 8 |
| Procuraduría General de la República (PGR) | Tapacalí parte alta Tapacalí parte media Tapacalí parte baja El Caracol Los Cuevones El Varillal Los Tablones Gualiqueme | El Rodeo Los Llanitos Oruse Miramar Buena Vista Quebrada Honda | Las Victorias El Mojón La Fuente Miquilse Mal Paso Gualiqueme | El Espino La Playa El Tablón Aguas Calientes | 16 | 8 |
| Ejército de Nicaragua | Tapacalí parte alta Tapacalí parte media Los Cuevones El Caracol | El Rodeo Los Llanitos Oruse Miramar Buena Vista Quebrada Honda | Las Victorias Miquilse El Mojón La Fuente | Aguas Calientes | 11 | 4 |
| Alcaldía Municipal de San José de Cusmapa | Tapacalí parte alta Los Cuevones | El Rodeo Los Llanitos | El Mojón La Fuente | | 4 | 2 |
| Alcaldía Municipal de Las Sabanas | El Caracol Tapacalí parte media | Oruse Miramar Buena Vista Quebrada Honda El Cipián | Las Victorias | | 5 | 2 |
| Alcaldía Municipal de San Lucas | Tapacalí parte media El Varillal Tapacalí parte baja Los Tablones El Gualiqueme | | Miquilse Gualiqueme | El Espino La Playa El Tablón Aguas Calientes | 6 | 5 |
| Alcaldía Municipal de San Marcos de Colón | Licuata | Santa Rita Las Mesas | | | 2 | 1 |
| Asociación de Ganaderos de San Marcos de Colón (AGASM) | Licuata | Santa Rita Las Mesas | | | 2 | 1 |
| CARE Internacional Honduras | Licuata | Las Mesas | | | 1 | 1 |
| COCASAM (Cooperativa Cafetalera San Marqueña) | Licuata | Santa Rita Las Mesas | | | 2 | 1 |
| Enrich the World | Licuata | Santa Rita Las Mesas | | | 2 | 1 |
| Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre (ICF) | Licuata | Santa Rita Las Mesas | | | 2 | 1 |
| Secretaría de Estado en el Despacho de Salud Pública | Licuata | Santa Rita Las Mesas | | | 2 | 1 |
| Secretaría de Estado en el Despacho de Educación (SE) | Licuata | Santa Rita Las Mesas | | | 2 | 1 |
| Secretaría de Estado en el Despacho de Defensa | Licuata | Santa Rita Las Mesas | | | 2 | 1 |
| Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria (SENASA) | Licuata | Santa Rita Las Mesas | | | 2 | 1 |

Fuente: El autor a partir de la información contenida en las Fichas Institucionales, 2013.

Clave: TC: Total de Comunidades TMC: Total de microcuencas

Cuadro 133. Tipología de acciones que desarrollan las instituciones que inciden en el territorio de la subcuenca del Río Tapacalí.

| INSTITUCION | Tipología de Acciones | | | | | | | | | | | | | | | | Total |
|---|-----------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-------|
| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | Ñ | O | |
| Fundación Cristiana para Niños y Ancianos (CFCA) | * | | | | * | | | * | | | | | * | | | * | 5 |
| Asociación Oscar Arnulfo Romero | | * | | | | | | | * | * | | | | | | | 3 |
| Asociación Familia Padre Fabretto (AFPF) | * | | | * | * | * | | * | | | * | * | | * | | | 8 |
| Asociación Soya de Nicaragua (SOYNICA) | * | * | | | | | | | * | | * | | | * | | | 5 |
| Asociación para el Desarrollo Comunitario Juan XXIII | | * | | | * | * | | | | | * | | | | | | 4 |
| Instituto de Promoción Humana (INPRHU-Somoto) | * | * | * | * | * | * | * | | | | * | * | * | * | * | * | 13 |
| Unión Nacional de Agricultores y Ganaderos (UNAG-Filial Madriz) | | * | | | * | * | | | * | * | * | | | | | * | 7 |
| CARE Internacional Nicaragua | * | * | * | * | * | * | * | | | | * | * | | | | * | 10 |
| Wetlands International | | | * | | * | | | | * | | | | | | | * | 4 |
| Cruz Roja Nicaragüense (CRN-Filial Somoto) | * | | * | | * | * | * | | | * | | | * | * | | * | 9 |
| Caja Rural Nacional (CARUNA-Somoto) | * | * | | * | | | | | | * | * | | | | | | 5 |
| Cooperativa de Artesanía de Servicios Múltiples Rafael María Fabretto | * | | | | | * | * | | * | | * | | * | * | | | 7 |
| Cooperativa de Servicios Agropecuarios de Miramar (COSAMAR) | | * | | | | | | | | * | | | | | | | 2 |
| Unión de Cooperativas Agropecuarias del Norte de Las Segovias R.L. (UCANS-Somoto) | | * | | | * | * | | | | | | | | | | | 3 |
| Central de Cooperativas de Servicios Múltiples (PRODECOOP R.L.) | * | * | | * | * | * | | | * | * | | * | | * | | * | 10 |
| Cooperativa Multisectorial de Jóvenes Emprendedores Rurales de Madriz (COMJERUMA) | | * | | | * | | | | * | | * | | | | | | 4 |
| Cooperativa Juvenil La Orquídea | | * | * | * | * | * | | | | * | * | * | | | | * | 9 |
| Unidad de Concertación y Cooperación Municipalista (UCOM) | * | * | | | * | * | * | * | | * | * | * | * | * | | * | 12 |
| Un Montón de Añicos | | | | | | | | | * | | | | | | | | 1 |
| Pueblo Indígena de San Lucas ISCAYAN | * | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| Pueblo Originario de Cusmapa "Sitio El Carrizal" (POC) | * | | | | * | * | | | * | | | | | * | | * | 6 |
| Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (ENACAL) | * | | | | * | | | | * | | | * | | | | * | 4 |
| Comité Departamental Forestal (CODEFOR) | | * | * | * | * | * | * | | * | | | * | | | * | * | 10 |
| Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA-Madriz) | | * | | * | * | * | | | | | | | | | | * | 4 |
| Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales (MARENA-Madriz) | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | 13 |
| Ministerio de Salud (MINSAL-Madriz) | * | | | | * | | | | | | | * | | * | | | 4 |

Continuación Cuadro 133.

| INSTITUCION | Tipología de Acciones | | | | | | | | | | | | | | | | Total |
|---|-----------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-------|
| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | Ñ | O | |
| Ministerio Agropecuario y Forestal (MAGFOR-Madriz) | | * | * | * | * | * | * | | * | * | | * | | | | | 9 |
| Ministerio de Educación (MINED-Madriz) | * | | | | * | | * | * | | | | * | | * | * | * | 7 |
| Policía Nacional (PN) | * | * | | | * | * | * | * | * | | | * | * | * | * | | 11 |
| Procuraduría General de la República (PGR) | * | | | | * | | | | * | | * | | | | * | | 5 |
| Ejército de Nicaragua | * | | | | | | * | | * | | | | | | | | 3 |
| Asociación de Ganaderos de San Marcos de Colón (AGASM) | | * | | * | | | | | * | | | | | | | | 3 |
| CARE Internacional Honduras | | * | | * | | * | | | | | * | | | * | | | 5 |
| Enrich the World | * | | * | | * | * | | * | * | * | | * | | * | | | 9 |
| COCASAM (Cooperativa Cafetalera San Marquena) | * | * | | | | | | | | * | * | | | | | | 4 |
| Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre (ICF) | * | * | * | | * | | | | * | | | | | | | | 5 |
| Secretaría de Estado en el Despacho de Salud Pública | * | | | | * | | * | | | | * | * | * | | | | 6 |
| Secretaría de Estado en el Despacho de Educación (SE) | | | | | | | | * | | | | | | | | | 1 |
| Secretaría de Estado en el Despacho de Defensa | | | | | | | | | * | | | | | | | | 1 |
| Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria (SENASA) | | * | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| Alcaldía Municipal de San José de Cusmapa | | | | | | | * | | * | * | | * | | | | | 4 |
| Alcaldía Municipal de Las Sabanas | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | 16 |
| Alcaldía Municipal de San Lucas | * | | * | | * | * | * | | * | * | * | | * | | | * | 10 |
| Alcaldía Municipal de San Marcos de Colón | | | * | | * | | | | * | | | * | | | | * | 5 |

Clave: A: Sociales, B: Productivos, C: Manejo de Cuencas D: Transferencia de Tecnología, E: Educación Ambiental
 F: Género, G: Prevención y Mitigación de Desastres Naturales, H: Educación
 I: Manejo y Aprovechamiento Sostenible de Recursos Naturales, J: Desarrollo Comunitario K: Crédito
 L: Agua y Saneamiento, M: Ayuda Humanitaria, N: Salud, Ñ: Derechos Humanos, O: Cambio Climático
Fuente: El autor a partir de la información contenida en la Ficha Institucional, 2013.

7. ZONIFICACIÓN

7.1. Zonas de producción intensiva y extensiva

Una proporción importante del territorio de la subcuenca está siendo utilizado por encima de su capacidad de uso, ya que el 76.2% del territorio presenta conflicto de uso de la tierra alto a muy alto. Si a esto se le suma el 14.6% del territorio que presenta conflicto moderado de uso de la tierra; en el 90.8% del territorio de la subcuenca, el uso que se le está dando a los suelos pone en riesgo la sostenibilidad de los ecosistemas.

Es importante destacar que las categorías de conflicto de uso de la tierra están relacionadas más directamente con el uso mayor de la tierra y no toman en cuenta el manejo a que están siendo sometidas. Es decir, una área puede aparecer con un conflicto bajo de uso, pero realmente puede estar siendo sometida a prácticas de manejo inadecuadas que favorecen su degradación o viceversa.

Cuadro 134. Categorías de Conflictos de Uso de la Tierra en la subcuenca del Río Tapacalí.

| Conflicto de Uso | Descripción | Área | | |
|------------------|--|-----------------|--------------|------------|
| | | Km ² | Ha | % |
| Muy Bajo | Donde el uso actual corresponde con la capacidad de uso de la tierra o uso potencial. Por ejemplo, suelos clase II en áreas planas usados con cultivos, para lo cual son aptos. | 2.35 | 235 | 1.5 |
| Bajo | El suelo puede llegar a tener el uso potencial, pero con leves restricciones. Por ejemplo, suelos en pendiente de 2 a 8% usados para cultivos de surcos, pero sin prácticas de conservación de suelos que eviten la erosión. | 12.08 | 1208 | 7.7 |
| Moderado | El uso potencial del suelo presenta restricciones moderadas para el uso o usos que se esté practicando. Por ejemplo, suelos en pendientes de 8 a 15% usados con cultivos anuales de surcos, pero sin prácticas de conservación de suelos que eviten su degradación. | 22.91 | 2291 | 14.6 |
| Alto | Cultivos anuales de surcos en tierras cuyo potencial no es agrícola (por ejemplo, clase VI), sino que deberían ser usados con cultivos permanentes o una cubierta vegetal protectora o áreas boscosas manejadas. Por ejemplo, suelos en pendiente de 15 a 30 % usados con cultivos de subsistencia (maíz, frijol). | 79.09 | 7909 | 50.4 |
| Muy Alto | Tierras en donde se practica agricultura, pero que deberían ser áreas de bosques o protección de la vida silvestre. | 40.49 | 4049 | 25.8 |
| Total | | 156.92 | 15692 | 100 |

Fuente: Estudio de Calidad de Suelos de la subcuenca del Río Tapacalí, 2013.

7.2. Zonas de áreas protegidas

En el área de la subcuenca se localizan 1,374 hectáreas del Área Protegida Reserva Natural Las Serranías Tepesomoto-La Pataste, lo cual representa el 8.8% del área total de la misma; y se insertan tres comunidades del municipio Las Sabanas (El Cipián, Quebrada Honda, Buena Vista) y la comunidad El Rodeo que pertenece al municipio de San José de Cusmapa. De acuerdo a la extensión territorial del Área Protegida reportada por FUNDENIC (1999), en la subcuenca se ubica el 12% del área total; y con respecto al estudio realizado por los Gobiernos Municipales, en el territorio de la unidad hidrológica se ubica el 16% del área total.

Esta Reserva Natural tiene singular importancia en la producción de agua, manejo de recursos forestales, biodiversidad y aprovechamiento de sus bellezas escénicas. Presenta valores de imprescindible importancia que tienen una gran

representatividad en el desarrollo de las poblaciones humanas localizadas en el territorio de la subcuenca, ya que garantizan el equilibrio ecológico, entre éstos figuran: el potencial hidrológico representado por un vasto sistema de nacientes y red de drenaje distribuida ampliamente en el territorio. Entre las fuentes de agua que nacen en el Área Protegida y que son de gran importancia se destaca el Río Tapacali que nace o se desprende de las montañas de San José de Cusmapa y Las Sabanas, y que es afluente del Río Coco que drena sus aguas hacia el Caribe. Otro elemento de enorme interés está representado por las masas forestales aún presentes en el área, las que se constituyen básicamente por bosque latifoliado y bosque mixto de especies de *Quercus* y especies de coníferas.

Además, posee atractivos interesantes como las vistas panorámicas o paisajes, selva, avifauna, orquídeas, entre otros; dichos elementos pueden conformar una base de Bienes y Servicios Ambientales que pueden incorporarse en un plan o estrategia de desarrollo turístico local y regional que integre un corredor con otros destinos con potencial turístico como el Cañón de Somoto y otros atractivos compuestos por elementos arqueológicos localizados en la zona de Icalupe, del municipio de Somoto.

El recurso hídrico representa uno de los principales valores del Área Protegida, puesto que en ésta se da la producción y captación de agua destinada para diversos usos; produciendo de esta manera beneficios a las comunidades en sus diferentes expresiones que se encuentran dentro y fuera de la misma. Sin embargo; el recurso puede significar un motivo de conflictos socioambientales entre comunitarios y municipios.

Las aguas superficiales que provienen de la Reserva Natural se encuentran en tres formas i) Ríos intermitentes o quebradas ii) Manantiales u ojos de agua iii) Ríos de curso permanente. Sin embargo, la variable precipitación tiene una incidencia determinante en las fuentes superficiales que permiten ubicarlas en las tres formas antes descritas, en dependencia de la intensidad y durabilidad de la época de lluvia que prolongue los escurrimientos superficiales de los diferentes tributarios. Mayoritariamente, los Ríos intermitentes son el común denominador de las aguas superficiales provenientes de la Reserva Natural, los cuales en época seca se puede observar cauces discontinuos a lo largo de su recorrido. En tanto los manantiales, son afloramiento de los flujos subsuperficiales que solamente en momentos que la precipitación es alta logran escurrir a su vez son de gran utilidad para consumo humano por ser las formas superficiales de captación de agua más común.

En general, la vegetación de la Reserva Natural se desarrolla dentro de la zona de vida de Bosque Sub-Tropical, transición a húmeda, Sub-Tropical húmeda y Montano transición a húmedo, del sistema de Holdridge y dentro de lo que Salas (1993), describe como Zona Ecológica II, sector Nor-Central. Esta zona se caracteriza por tener un clima generalmente fresco con temperaturas bajas de hasta 17°C en las cumbres, con precipitaciones durante períodos de seis meses

de lluvia, permitiendo la ocurrencia de especies latifoliadas y coníferas, que varían en composición y distribución, obedeciendo al patrón de las pendientes y a tipologías de suelos, en este caso, suelos superficiales ácidos, suelos francos y suelos franco-arcillo-arenosos que permiten la dominancia de fragmentos de especies descritas por Salas (1993) como bosques medianos a bajos subcaducifolios de zonas cálidas y semi-húmedas, bosques medianos o altos perennifolios de zonas muy frescas y húmedas y bosques medianos a altos perennifolios de zonas muy frescas y húmedas (Nebliselvas).

La vegetación no está conformada por un solo ecosistema homogéneo de grupos de especies y formas de vida vegetales, que dan una masa continua o formación con características especiales, sino que hay un mosaico de pequeñas formaciones vegetales arbóreas y arbustivas que se alternan con los potreros degradados incluyendo árboles dispersos y Sistemas Agroforestales con áreas agrícolas, dominando los potreros el paisaje.

Los principales ecosistemas forestales predominantes en el Área Protegida son remanencias de Bosque de Nebliselva, el Bosque Mixto identificado también como Bosques Latifoliados y Bosque Mixto Ralo, los Pinares, Robledales y el Bosque Seco. En la Zona de Amortiguamiento predominan los Pinares, Robledales, Bosques Mixtos, potreros, potreros con rocas, etc.

Con respecto a la diversidad de especies faunísticas predominantes, las aves constituyen el grupo o clase dominante destacándose especies migratorias neotropicales y residentes. En orden de abundancia, en segundo lugar se encuentran los mamíferos, siendo los murciélagos el grupo de mayor abundancia. La clase de reptiles está representada por doce especies, siendo los iguanidae los que mayor número de especies presentaron, con cinco especies. Entre estas especies se encuentra el Pichete Verde (*Sceloporus malachiticus*), reptiles de valor cinegético como la Iguana Verde (*Iguana iguana*) y el Garrobo (*Ctenosaura similis*), las cuales son utilizadas para los pobladores para alimentación por lo que sus poblaciones se encuentran fuertemente diezmadas.

Las principales amenazas sobre la fauna del Área Protegida giran alrededor de la colonización humana y por ende de la alteración de los ecosistemas. Las formas de intervención humana que más afectan a las poblaciones de fauna son la deforestación y las quemadas de los ecosistemas boscosos. Otra fuerte amenaza es el aprovechamiento de las especies de fauna con valor cinegético como el Venado Cola Blanca (*Odocoileus virginianus*) el Saíno (*Tayassu tajacu*).

La identidad cultural indígena en la Reserva Natural está representada por los pueblos de San Lucas y San José de Cusmapa. Estos pueblos tienen su origen en la cultura Chorotega proveniente de México, quienes hace algunos siglos se establecieron al Norte y en el Pacífico de Nicaragua. Dichos pueblos no solamente usan parte del Área Protegida como territorios indígenas sino que estos territorios forman parte de las tierras indígenas. Esto último se evidencia materialmente a través de los Títulos Reales de la tierra que les fueron otorgados desde 1662.

7.3. Zonas de amenazas

7.3.1. Inundación

La subcuenca del Río Tapacalí ha sido afectada por el fenómeno de inundaciones, principalmente en su parte baja, hacia la desembocadura con el Río Coco. El único fenómeno hidrometeorológico que ha producido daños por inundación fue el huracán Mitch.

De acuerdo a los resultados del Estudio de Susceptibilidad a Inundaciones, el área de mayor afectación en el territorio de la subcuenca es la parte baja, principalmente previo a la entrada del flujo de agua en el puente ubicado sobre la Carretera Panamericana, lo cual causo en su momento una retención del flujo que combinado con la entrada de agua de la quebrada El Varillal al cauce principal del Río Tapacalí, provocaron la afectación directa del huracán Mitch en la comunidad La Playa.

El 89% de las comunidades rurales (17) y el casco urbano del municipio de San José de Cusmapa ubicado en el territorio de la subcuenca no presentan problemas de inundaciones, debido a su ubicación geográfica respecto al cauce principal de los ríos o quebradas más cercanos a ellas, y principalmente por la elevación (msnm) que poseen.

Del total de 19 comunidades rurales localizadas en el territorio de la subcuenca, solamente dos comunidades (La Playa y Aguas Calientes) presentan grado de susceptibilidad ante inundación Alto y Medio respectivamente.

La comunidad La Playa se localiza en la parte baja de la subcuenca, con elevación promedio de 720 msnm. Hasta octubre de 1998 previo a la ocurrencia del huracán Mitch, se ubicaba a orillas del cauce principal del Río Tapacalí en su margen derecha a una elevación media de 700 msnm, lo cual fue el principal factor de afectación por inundación, en cuyo caso la corriente arrasó con el 80% de las casas que la conformaban. A partir de esto la comunidad se trasladó y reconstruyó en dirección Sureste hacia un sitio con mayor elevación. Este nuevo lugar en donde se ubica actualmente esta comunidad, es el sitio de confluencia entre la quebrada El Varillal con el Río Tapacalí. Sin embargo, persiste la característica de asentarse a orillas del río sobre el talud de la margen derecha, quedando siempre expuesta de forma directa ante la ocurrencia de un fenómeno que iguale o supere las precipitaciones generadas por el huracán Mitch. Se recomienda que el sitio en que se ubica esta comunidad sea destinado para otros fines que no sean de carácter habitacional. También es necesario crear o fortalecer el COLOPRED en esta comunidad, como una medida para que los comunitarios estén preparados al momento de repetirse una emergencia como la vivida durante el huracán Mitch.

La comunidad Aguas Calientes está conformada por unas seis propiedades, más que una comunidad son propiedades dedicadas a varios cultivos en donde no permanecen personas la mayor parte del tiempo, las mismas se ubican de forma

dispersa sobre la margen derecha del río, cuyas aguas son utilizadas con fines de riego, prácticamente se encuentra a elevaciones entre 0.5 y 1.5 metros respecto al cauce del río principal (Quebrada Aguas Caliente) y a unos 40 metros respecto al cauce principal del Río Tapacalí, por tanto tomando en cuenta que mayormente los bienes (propiedades y cultivos) a afectarse en caso de una crecida que sobrepase la inundación del huracán Mitch, la cual no tuvo incidencias en la comunidad, el grado de susceptibilidad para esta comunidad de la subcuenca es Medio.

7.3.2. Deslizamientos de tierra

Según los resultados del Estudio de Modelación de Riesgos a Deslizamientos de Tierra en la subcuenca del Río Tapacalí y de acuerdo a los componentes biofísicos (geología, fallas estructurales, pendiente del terreno, suelo y uso actual del suelo) analizados con el propósito de categorizar la vulnerabilidad potencial a deslizamientos de tierra; la valoración indica que las áreas que tiene riesgo a deslizamiento de tierra se ubican en casi todo el territorio de la subcuenca.

El 93.3% (146.43 Km²) del área total presenta riesgo a deslizamientos de moderado a alto y ante eventos extremos como el huracán Mitch ocurrido en el año 1998, pueden desencadenar eventos catastróficos por incremento de la precipitación y sobresaturación de los suelos.

Desde el punto de vista del riesgo a deslizamientos de tierra, el territorio de la subcuenca presenta el 6.4% de susceptibilidad de áreas con riesgo bajo a deslizamientos de tierra. Sin embargo, por la pendiente, geología (fallas geológicas), suelo y uso del suelo; el 58.1% del territorio tiene un riesgo medio, sumado a este existe un riesgo alto y muy alto de deslizamiento de tierra en un 35.5% del área total de la subcuenca.

Es importante poner atención a las familias que habitan en las comunidades que están expuestas a este fenómeno. También se debe de poner atención al uso y manejo de los suelos, ya que el cambio de uso de bosque a pastizales y cultivos anuales favorece los movimientos de tierra.

En el territorio de la subcuenca solo quedan áreas con remanentes de bosque latifoliado y bosque de pino; las cuales deben incrementarse debido a que las tierras están siendo utilizadas por encima de su capacidad de uso; lo que provoca que el territorio sea muy susceptible a movimientos de tierra (deslizamientos).

Cuadro 135. Niveles de vulnerabilidad potencial a deslizamientos de tierra en la subcuenca del Río Tapacalí.

| Riesgo a deslizamiento | Área | | | Comunidades afectadas |
|------------------------|-----------------|--------------|------------|---|
| | Km ² | Ha | % | |
| Bajo | 9.98 | 998 | 6.4 | Mal Paso, Miquilse, Las Mesas, El Rodeo |
| Medio | 91.21 | 9121 | 58.1 | Santa Rita, Oruse, Miramar, Buena Vista, Los Llanitos, La Fuente, Casco urbano de San José de Cusmapa, Aguas Calientes, El Cipián |
| Alto | 55.22 | 5522 | 35.2 | El Espino, La Playa, El Tablón, Gualiqueme, Las Victorias, El Mojón, Quebrada Honda |
| Muy alto | 0.52 | 52 | 0.3 | Ninguna |
| Total | 156.93 | 15693 | 100 | |

Fuente: Estudio de Modelación de Riesgos a Deslizamientos de Tierra en la subcuenca del Río Tapacalí, 2013.

7.4. Zonificación biofísica

Partiendo de lo establecido en el Decreto 78-2002, en la Norma Técnica Nicaragüense para el Uso y Manejo del Suelo (NTN 11 020 - 07) y tomando en consideración la realidad socioeconómica y productiva de la subcuenca, se propone la siguiente Zonificación Biofísica para el territorio, la cual contempla las siguientes categorías de uso de la tierra.

- **Tierras aptas para la agricultura**

Se propone una extensión de 22.34 km², equivalente al 14.3% del territorio de la subcuenca. Esta propuesta de uso de la tierra incluye:

- **Agricultura con moderadas restricciones (A3)**

Incluye suelos poco profundos (menor que 60 centímetros), en pendientes de 4 a 8%, con drenaje bueno a moderado, de textura franco a franco arcillosa, de fertilidad media, lo que los hace aptos para cultivos asociados en forma extensiva que no pueden ser objeto de mecanización por limitaciones de piedras y profundidad, y que demandan prácticas intensivas de conservación de suelos. Se propone una extensión de 14.28 km², equivalente al 9.1% del territorio de la subcuenca.

Esta categoría de Cultivos OCSA (A3), se consideran aptas para maíz en asocio con frijol, hortalizas y pastos de corte con fines de alimentación al ganado durante la época de verano. El manejo de los suelos incluye prácticas para el control de la erosión como siembra en contorno, cultivos en fajas y terrazas, incremento de la fertilidad mediante la incorporación de materia orgánica, cultivos de cobertura, rotación de cultivos, obras de drenaje, fertilización complementaria acorde a las necesidades de los cultivos y riego deficitario. Además, es necesario implementar prácticas de cosecha de agua.

▪ **Agricultura con fuertes restricciones con riego (A4)**

Comprende tierras marginales aptas para una agricultura anual e intensiva, debido a restricciones moderadas de pendiente (8 a 15%), con suelos poco a moderadamente profundos (40 a 90 centímetros), textura arcillosa, pedregosidad no mayor del 20% y/o drenaje (imperfecto a pobre); por lo que para ser utilizadas con cultivos anuales se requiere de prácticas intensivas de manejo y conservación de suelos, acordes al tipo de cultivo establecido. Se propone una extensión de 8.16 km², equivalente al 5.2% del territorio de la subcuenca.

Son aptos para pastos mejorados y desarrollo de una ganadería semi-intensiva, cultivos perennes y semi-perennes tales como café y frutales tropicales nativos; también permite cultivos anuales como maíz, frijol, hortalizas, pero enmarcados en Sistemas Agroforestales y bajo prácticas intensivas de conservación de suelos que incluyen incorporación de materia orgánica, cultivos de cobertura, siembra en contorno, acequias, terrazas, obras de drenaje, fertilización complementaria con nitrógeno, fósforo y potasio, entre otras, así como aplicación de riego deficitario por los problemas de sequía en la zona, por lo que también se debe de aumentar las técnicas de cosecha de agua.

▪ **Tierras aptas para Sistemas Agroforestales y Manejo Forestal**

Se propone una extensión de 68.74 km², equivalente al 43.8% del territorio de la subcuenca. Esta propuesta de uso de la tierra incluye:

✓ **Sistemas Agroforestales (AF) y Silvopastoriles (Ss)**

Comprende áreas con severas restricciones de pendiente (15 a 30%), profundidad de suelos (menores de 40 centímetros), limitaciones permanentes o transitorias de pedregosidad (30 a 70%) y/o drenaje (imperfecto a pobre); lo cual las convierte en tierras aptas para el establecimiento de sistemas de cultivos anuales, semi-perennes y perennes asociados con árboles (AF), así como pastos naturales y/o cultivados asociados con especies arbóreas (Ss). Se propone una extensión de 56.81 km², que representa el 36.2% del área de la subcuenca.

✓ **Tierras forestales para aprovechamiento y producción (FPA)**

Incluye áreas con severas limitaciones para usos agropecuarios, tales como pendientes de 15 a 30% y/o escasa a moderada profundidad (menor de 40 centímetros); lo que las hace aptas para bosque o plantaciones forestales con fines de aprovechamiento, pero con un manejo forestal sostenible que evite el deterioro de otros recursos naturales. La sustitución del bosque por otros sistemas de aprovechamiento conllevaría a la degradación de los suelos. Se propone un área de 11.93 km², que representa el 7.6% del área de la subcuenca.

▪ **Protección de la Vida Silvestre (PVS)**

Incluye tierras con suelos muy superficiales (menor de 20 centímetros) y/o pedregosos (mayor del 50%), en terrenos escarpados con pendientes mayores a 45%, por lo que no reúnen las condiciones mínimas para actividades de producción agropecuaria o aprovechamiento forestal alguno, debido al alto riesgo ambiental que implican estos usos. Estas áreas deben destinarse a la preservación de la vida silvestre, protección de áreas de recarga de acuíferos, belleza escénica, entre otras. En ellas se permite la investigación científica y el ecoturismo en ciertos sitios habilitados para tales fines, sin que esto afecte negativamente el o los ecosistemas presentes. Se propone una extensión de 65.75 km², equivalente al 41.9% del territorio de la subcuenca.

Esta categoría también incluye las zonas denominadas bosques de galería o ripario, las cuales son áreas ubicadas en las márgenes de los ríos, riachuelos o quebradas y en los nacimientos de agua. Tienen como función retener sedimentos que proceden de las partes altas, la protección de fauna propia de este ecosistema, protección de cauces, espejos de agua y captación del agua de lluvia, a través de la parte aérea de la vegetación existente. De acuerdo a la Legislación Forestal pueden delimitarse con una franja de 50 metros de ancho de cobertura vegetal, a partir de las márgenes de los ríos, riachuelos, quebradas y nacimientos de agua, a lo largo de los mismos.

Es importante destacar que el hecho de clasificar una unidad de tierra dentro de una categoría de uso intensivo no excluye que pueda ser utilizada con usos menos intensivos; de manera que si un área fue clasificada para uso agrícola intensivo, perfectamente puede ser utilizada con Sistemas Agroforestales o uso forestal productivo. Sin embargo, lo contrario no se considera técnicamente factible; es decir que una unidad de tierra clasificada con uso forestal, no soporta usos más intensivos como cultivos agrícolas o pecuarios, sin que se ponga en riesgo la estabilidad del suelo, principalmente debido a la susceptibilidad del recurso a ser afectado por procesos erosivos y el deterioro general del terreno.

Cuadro 136. Distribución de las Categorías de Uso Propuesto la Tierra para la subcuenca del Río Tapacalí.

| Categoría de Uso Propuesto | Área | | |
|---|-----------------|--------------|-------------|
| | Km ² | Ha | % |
| Tierras aptas para la Agricultura | | | |
| Agricultura con moderadas restricciones (A3) | 14.28 | 1428 | 9 |
| Agricultura con fuertes restricciones con riego (A4) | 8.16 | 816 | 5.2 |
| Sub-total | 22.44 | 2244 | 14.2 |
| Tierras aptas para Sistemas Agroforestales y Manejo Forestal | | | |
| Sistemas Agroforestales (AF) | 24.48 | 2448 | 15.6 |
| Sistemas Silvopastoriles (Ss) | 32.33 | 3233 | 20.6 |
| Tierras forestales para aprovechamiento y producción (FPA) | 11.93 | 1193 | 7.6 |
| Sub-total | 68.74 | 6874 | 43.8 |
| Protección de la Vida Silvestre (PVS) | 65.75 | 6575 | 41.9 |
| Total | 156.93 | 12693 | 100 |

Fuente: Estudio de Calidad de Suelos de la subcuenca del Río Tapacalí, 2013.

8. PROGRAMAS Y SUBPROGRAMAS DE MANEJO

En base en los problemas, potencialidades, limitantes y conflictos identificados en el diagnóstico; y tomando en consideración las demandas presentadas por los actores sociales locales, se han conformado ejes programáticos, con el propósito de estructurar el Plan de Manejo Integral de la subcuenca del Río Tapacalí mediante la estructura de cinco programas: Gestión Integrada de Recursos Hídricos, Gestión Ambiental, Gestión de Riesgo y Adaptación al Cambio Climático, Educación Ambiental e Investigación Ambiental. Cada programa contempla acciones y/o componentes que responden a la solución de problemas y aprovechamiento de oportunidades.

Las acciones y/o componentes propuestos en los Programas constituyen un marco de referencia para ordenar el territorio de la subcuenca del Río Tapacalí, están orientados a revertir el proceso de degradación de los recursos naturales ocasionado por el modelo de desarrollo actual, que incrementa la vulnerabilidad ecológica, ambiental y social; y la poca resiliencia de las diecinueve comunidades rurales y del casco urbano del municipio de San José de Cusmapa, localizada en la unidad hidrográfica. El objetivo fundamental de estas acciones y/o componentes está enmarcado en promover procesos de cambio en torno a las formas de utilización del territorio, desarrollo de alternativas productivas sostenibles y amigables con el medio ambiente, protección del medio ambiente, conservación y aprovechamiento sostenible del capital natural, promoción del Bienestar y Desarrollo Humano Sostenible, Gestión Integrada de Recursos Hídricos, Adaptación al Cambio Climático, Gestión de Riesgos de Desastres y Gestión Ambiental.

▪ Programa de Gestión Ambiental

La Gestión Ambiental consiste en la administración del uso y manejo de los recursos naturales por medio de acciones y medidas económicas, inversiones, procedimientos institucionales y legales para mantener o recuperar y mejorar la calidad del medio ambiente, disminuir la vulnerabilidad, asegurar la productividad de los recursos naturales y el Desarrollo Sostenible.

El objetivo de este Programa se centra en contribuir al desarrollo sostenible de la actividad productiva desarrollada por los productores/as de la subcuenca del Río Tapacalí a través de la protección, conservación, uso, manejo y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales (agua, suelo, bosque y biodiversidad), mediante procesos participativos de planificación, organización y fortalecimiento local con enfoque de género, Adaptación al Cambio Climático, Manejo y Gestión Integral de Cuencas y Restauración de Ecosistemas Degradados; lo cual contribuirá a la protección y conservación de zonas de recarga hídrica, a mejorar la condición socioeconómica y calidad de vida de los productores/as; y a disminuir el impacto y deterioro ambiental ocasionado por desastres y el Cambio Climático. Este Programa incluyen los siguientes componentes:

✓ Manejo integral sostenido y ambientalmente adecuado de desechos sólidos

Este componente se debe implementar en las diecinueve comunidades rurales y el casco urbano del municipio de San José de Cusmapa. Para ello es importante realizar campañas de divulgación, sensibilización y educación ambiental dirigida a los pobladores en el tema de manejo sostenible de desechos sólidos y otros temas relacionados con la protección y conservación del medio ambiente y los recursos naturales. Además, se puede conformar una Empresa Municipal de Manejo Sostenible de Desechos Sólidos en el casco urbano del municipio de San José de Cusmapa, la cual tendrá la responsabilidad de recolectar, reciclar y procesar (producción de abono orgánico) desechos sólidos generados por la población del casco urbano; y comercializar material no orgánico reutilizable que generarán ingresos económicos a la empresa. También se debe elaborar el Plan de Gestión Ambiental Comunitario (PGAC) en cada una de las diecinueve comunidades rurales y casco urbano del municipio de San José de Cusmapa y el Plan de Gestión Ambiental Escolar, en cada uno de los 26 centros de estudio (escuelas, colegios e institutos) localizados en las tres zonas altitudinales del territorio de la subcuenca.

El monto estimado para implementar este componente del Programa de Gestión Ambiental es de US \$ 552,000; desglosados de la siguiente manera: destinar un monto de 240,000 a nivel comunitario (US \$ 1,000 x 20 comunidades x 12 años) y un monto de US \$ 312,000 a nivel escolar (US 1,000 x 26 centros de estudios x 12 años).

✓ **Guardería Ambiental**

Este componente tiene el propósito de contribuir a la calidad ambiental de las 1,374 hectáreas del Área Protegida Reserva Natural Las Serranías Tepesomoto-La Pataste insertas en el territorio de la subcuenca, controlar el tráfico de productos forestales y fauna silvestre; y la previsión y control de incendios forestales. Está orientado a garantizar la protección y conservación, evitar la extracción y comercialización ilícita de los recursos naturales de esta porción del Área Protegida. Para ello es necesario forestar, reforestar y/o enriquecer el 8.8% del territorio de la subcuenca que ocupa esta Área Protegida, para mitigar la degradación de sus recursos naturales. Es importante implementar las acciones contempladas en el Plan de Manejo elaborado por el MARENA (Diciembre 2008). Además se deben promover acciones para la captura de carbono, promover turismo de bajo impacto y la Compensación por Servicios Ambientales (producción de agua en calidad y cantidad para consumo humano y riego). Asimismo, se deben implementar medidas para frenar el avance de la colonización dirigida y/o espontánea en sus alrededores; y promover la participación de los pobladores de las tres comunidades del municipio Las Sabanas (El Cipián, Quebrada Honda y Buena Vista) y la comunidad El Rodeo que pertenece al municipio de San José de Cusmapa; localizadas en dicha área en la protección y conservación de esta porción del territorio de la subcuenca y en la previsión y control de incendios forestales; para ello se debe dotar de equipos, conformar una Brigada Comunitaria y capacitar a los voluntarios/as comunitarios que participen en dicha actividad.

Para implementar este componente del Programa de Gestión Ambiental se propone establecer un vivero mancomunado para la producción de plantas forestales con el propósito que los pobladores de las cuatro comunidades localizadas en el área protegida realicen acciones de reforestación que contribuyan al enriquecimiento de la cobertura forestal de dicha área. El monto estimado para el establecimiento y mantenimiento del vivero es de US\$ 4,000. Además, se recomienda realizar acciones que contribuyan a la regeneración natural. Se recomienda conformar una Brigada Comunitaria conformada por voluntarios/as comunitarios de las comunidades localizadas en el área protegida, con el objetivo que realicen actividades de monitoreo, vigilancia, previsión y control de incendios forestales en dicha área; para ello se requiere dotarlos de equipamiento y brindarles capacitación. El monto estimado para esta actividad en un período de doce años es de US\$ 20,000.

Para el control de incendios forestales que pudiesen presentarse en las comunidades rurales, se propone dotar a las Alcaldías Municipales que comparten el territorio de la subcuenca de equipo y se conformen cuatro Brigadas Municipales (San José de Cusmapa, San Lucas, Las Sabanas y San Marcos de Colón) contra incendios forestales conformada por voluntarios/as comunitarios que habiten en las comunidades insertas en el territorio de la subcuenca y cuya comunidad pertenece a la jurisdicción político-administrativa del municipio respectivo. El monto estimado es de US\$ 80,000 (US\$ 20,000 x 4 Alcaldías Municipales) y se destinaría para la compra de equipos, jornadas de capacitación

de las Brigadas Municipales y actividades de intercambio de experiencias entre las Brigadas Municipales contra incendios comunitarios.

El monto total estimado para el componente de Guardería Ambiental es de US\$ 104,000.

✓ **Reforestación de áreas críticas a deslizamientos, zonas de recarga hídrica y bosque de galería**

Un bosque galería o bosque de ribera es la vegetación riparia que sobrevive fundamentalmente por la humedad del suelo, y que crece por lo general frondosamente, en las orillas de un río. También se conceptualiza como una comunidad arbórea que se encuentra en las márgenes de los ríos o arroyos en condiciones de humedad favorable.

Una zona de recarga hídrica es una superficie de una cuenca hidrográfica apta para recibir, almacenar y conducir el flujo de agua proveniente de las precipitaciones pluviales hasta los horizontes acuíferos subterráneos.

El objetivo de este componente se centra en reforestar con especies que se adapten a las condiciones agroecológicas del territorio de la subcuenca, el cauce principal del Río Tapacalí y tributarios (bosque de galería/boque ripario), ojos de agua, nacientes, lo cual contribuirá a aumentar y mejorar la cobertura forestal alrededor de las fuentes hídricas y por ende a su conservación.

Este componente se debe implementar en cada una de las diecinueve comunidades rurales y el casco urbano de San José de Cusmapa. Con ello se logrará: a) disminuir la degradación acelerada de los suelos; b) mitigar los riesgos de inundaciones y movimientos en masas (deslizamientos), para el caso de deslizamientos se recomienda establecer vetiver en las laderas inestables; c) disminuir la contaminación del Río Tapacalí y sus afluentes con sedimentos y d) normalizar la producción de agua en cantidad y calidad.

Se debe dotar de herramientas, equipos y material vegetativo a las comunidades para realizar esta actividad; establecer viveros comunitarios para la producción de plantas, el cual puede ser administrado por las mujeres de la comunidad.

Esta actividad también puede realizarse en zonas de la comunidad que requieren ser reforestadas. Para realizar esta actividad se prevé la entrega de 30,000 plantas forestales y energéticas a cada comunidad para la reforestación de fuentes hídricas, el monto estimado para la implantación de la actividad de reforestación es de US \$ 120,000 (30,000 plantas x 20 comunidades = 600,000 plantas a 0.20).

Es importante conformar Brigadas Ecológicas a nivel comunitario y en los colegios e institutos localizados en el territorio de la subcuenca con el fin de promover

Cultura, Conciencia y Ciudadanía Ambiental, y además participen en actividades de reforestación y Promotoría Ambiental Solidaria. En total se conformarían 46 Brigadas Ecológicas, de las cuales 20 serían comunitarias (total de comunidades insertas en el territorio de la subcuenca) y 26 a nivel escolar (total de escuelas, colegios e institutos que existen en las tres zonas altitudinales de la subcuenca). Para ello se requiere un monto estimado en US\$ 276,000 (US\$ 500 x 46 Brigadas Ecológicas x 12 años).

El monto total estimado para el componente de Reforestación de áreas críticas a deslizamientos, zonas de recarga hídrica y bosque de galería es de US\$ 396,000.

✓ **Ordenamiento Ambiental Territorial**

El Ordenamiento Ambiental Territorial es un componente estructural del Ordenamiento Territorial, por ello es esencial que las características físico-naturales y ambientales del territorio de la subcuenca tienen que ser parte integral del proceso de su Ordenamiento Territorial para garantizar la conservación y mejoramiento de la cantidad y calidad de la oferta ambiental, como base de sustentación de las actividades sociales, culturales y económicas.

Es importante que los Gobiernos Municipales que comparten el territorio de la subcuenca emitan Ordenanzas Municipales para implementar la propuesta de Zonificación Biofísica del territorio basada en el Decreto 78-2002, en la Norma Técnica Nicaragüense para el Uso y Manejo del Suelo (NTN 11 020 - 07) y acorde a la realidad socioeconómica y productiva de la subcuenca. Además, se requiere elaborar e implementar el Plan de Ordenamiento Territorial del casco urbano del municipio de San José de Cusmapa. El monto estimado para la implantación de este componente es de US\$ 14,000 (incluye elaboración e implementación).

✓ **Ecoturismo**

El Ecoturismo, Agroturismo y el Turismo Rural Comunitario son iniciativas que han tenido éxito y se han convertido en una industria de mucho potencial económico en el país a partir de la toma de conciencia de muchos actores y consumidores, por la necesidad de preservar el medio ambiente y conservar los recursos naturales.

El Ecoturismo es un sector del turismo basado en turismo naturalista que incluye los principios de la sostenibilidad. Es una clase de turismo responsable y sostenible que se realiza en áreas naturales (basado en la naturaleza), que conserva el ambiente y mejora el bienestar de la gente de la localidad.

La belleza paisajística y biodiversidad son potencialidades que presenta la subcuenca, ya que en el territorio se localizan 1,374 hectáreas del Área Protegida Reserva Natural Las Serranías Tepesomoto-La Pataste. Este sitio con valor

paisajístico y con cobertura vegetal/boscosa puede ser potencializado para desarrollar actividades de Ecoturismo que generarían externalidades positivas en dicha área y en los habitantes de cuatro comunidades rurales (El Cipián, Quebrada Honda, Buena Vista y El Rodeo) localizadas en dicho territorio. Además, en el territorio de la subcuenca se localizan once comunidades rurales indígenas, de las cuales cuatro comunidades (El Rodeo, Los Llanitos, El Mojón y La Fuente) están adscritas a la jurisdicción político-administrativa del municipio de San José de Cusmapa; y siete comunidades (La Playa, El Tablón, El Espino, Mal Paso, Gualiqueme, Aguas Calientes y Miquilse) pertenecen al municipio de San Lucas; lo cual puede ser potencializado para desarrollar actividades de Agroturismo y Turismo Rural Comunitario.

Para implementar este componente del Programa de Gestión Ambiental se deben realizar las siguientes actividades: a) Identificar productores/as interesados en incursionar en la actividad de Ecoturismo; b) Identificar fincas cafetaleras y ganaderas con potencial para incorporarlas a la actividad de Agroturismo; c) Diseñar una ruta turística para la subcuenca; d) Seleccionar comunidades rurales con potencial para incorporarlas a la actividad de Turismo Rural Comunitario; e) Capacitar a guías turísticos para que muestren a los visitantes (nacionales y extranjeros) los destinos turísticos en la subcuenca; y f) Identificar otros sitios de interés en la subcuenca para promocionarlos como sitios de destino turístico.

Entre las actividades que se pueden contemplar en una iniciativa empresarial o microempresarial de Ecoturismo en la subcuenca, se destacan las siguientes:

- ✚ **Senderismo:** Consiste en paseos a pié o a caballo (si es posible) por senderos que se diseñen en el Área Protegida Reserva Natural Las Serranías Tepesomoto-La Pataste, con el fin que los visitantes puedan conocer el paisaje natural de la zona, su fauna silvestre, especies de aves y mariposas, y sus sitios acogedores. Esta actividad también se puede promover en fincas cafetaleras, ganaderas y en comunidades rurales localizadas en el territorio de la subcuenca.
- ✚ **Alquiler de cabañas:** Este servicio se puede poner a disposición de visitantes que deseen pernoctar en la Reserva Natural y gusten disfrutar de noches frías o contemplar fauna nocturna, fincas cafetaleras y ganaderas.
- ✚ **Agroturismo:** Esta actividad consistiría en llevar a los turistas a las diferentes fincas cafetaleras y ganaderas localizadas en el territorio de la subcuenca para que puedan apreciar las actividades productivas que se realizan.
- ✚ **Escalamiento:** Esta actividad puede propiciar la aventura de escalar por parte de los visitantes las parte más altas de la Reserva Natural y otros accidentes orográficos de altura que existen en la parte alta de subcuenca.
- ✚ **Turismo Rural Comunitario:** Consistiría en realizar recorrido por comunidades rurales que posean atractivos turísticos.

✚ **Canopy:** Esta actividad de aventura que consiste en deslizarse entre árboles de mayor altura a través de cables y equipos de protección se puede promover, ya que en otras Áreas Protegidas del país esta actividad ha tenido éxito, especialmente en turistas extranjeros.

✚ **Alimentación:** Con esta actividad básica en toda propuesta de Ecoturismo se puede aprovechar para promover el arte culinario y platos típicos o preferidos de la zona. También se puede ofertar a los turistas artesanía elaborada por los comunitarios a base de material reciclado o pino; promover la venta de miel, jabón artesanal, etc.

La modalidad de implementación de este componente contempla el apoyo financiero a través de crédito a bajo interés a iniciativas presentadas al Comité de la subcuenca del Río Tapacalí por parte de medianos y pequeños empresarios de la industria turística y agricultores interesados en incursionar en actividades de Ecoturismo, Agroturismo y Turismo Rural Comunitario, quienes podrán acceder a fondos disponibles en forma de crédito para iniciar actividades de esta índole. Se propone facilitar un monto de US\$ 15,000 (capital semilla) como monto máximo a cada iniciativa empresarial presentada por los interesados (as) encaminada a fortalecer el Ecoturismo o para iniciar actividades con este fin. Se contempla el financiamiento de 20 iniciativas, lo que representa un monto estimado para este componente de US\$ 300,000, el cual será administrado por el Comité de la subcuenca. Se recomienda diseñar rutas turísticas, establecer vínculos de colaboración con el INTUR, el Comité Colaborativo del Cañón de Somoto y de la Laguna La Bruja; y mejorar las condiciones sanitarias para vender alimentos a los turistas.

Para apoyar el financiamiento de propuestas presentadas por los interesados (as), se recomienda se tomen en consideración las siguientes premisas o requisitos: a) Compromiso del interesado (a) en proteger y conservar los recursos naturales y el ambiente de la finca y la comunidad, b) Capacidad del interesado (a) para honrar la deuda o compromiso financiero adquirido y c) Que el interesado (a) implemente técnicas de producción orgánica en su actividad productiva (especialmente para la caficultura y ganadería).

▪ Programa de Gestión Integrada de Recursos Hídricos

La Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH) puede entenderse como (i) la integración de los diferentes componentes del agua o de las diferentes fases del ciclo hidrológico (por ejemplo, la integración de la Gestión del Agua superficial y el agua subterránea), (ii) la integración de la Gestión del Agua y de la Gestión de la Tierra y otros recursos naturales y ecosistemas relacionados, (iii) la integración de los intereses de los diversos usos y usuarios del agua, con el objetivo de reducir conflictos entre los que compiten por este escaso recurso, tanto en cantidad como

en calidad y tiempo de ocurrencia, y (iv) la integración de la Gestión del Agua en el desarrollo económico, social y ambiental.

Este Programa tiene como objetivo promover la Gestión Integrada de Recursos Hídricos a nivel local para garantizar calidad y cantidad de agua con fines de uso múltiple a los pobladores de las diecinueve comunidades rurales y casco urbano del municipio de San José de Cusmapa, localizados en el territorio de la subcuenca del Río Tapacalí.

Este Programa incluye componentes del Programa de Gestión Ambiental relacionados con actividades de enriquecimiento de la cobertura forestal que contribuya a la protección y conservación de zonas de recarga hídrica y el bosque de galería del Río Tapacalí y del componente de Educación Ambiental en lo que respecta a promover Hidrosolidaridad, Ética y Cultura Hídrica en la población. También incluye los siguientes componentes: monitoreo hídrico, fortalecimiento de Comités de Agua Potable y Saneamiento (CAPS) y cosecha de agua.

✓ **Monitoreo Hídrico**

El objetivo de este componente se centra en determinar la oferta de agua (cantidad) que se produce en la subcuenca con el propósito de realizar el balance hídrico; y además evaluar la calidad del agua para verificar si las características (físicas, químicas y biológicas) del recurso hídrico es adecuada para determinados usos.

Se recomienda el establecimiento de cinco estaciones climáticas distribuidas en el territorio de la subcuenca, con el propósito de realizar monitoreo de variables climáticas (precipitación, temperatura, viento y humedad relativa). Para ello se requiere capacitar al Comité de la subcuenca para que puedan realizar dicho monitoreo, el equipamiento para las estaciones, establecer alianza con el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), ASDENIC, UCATSE y cooperativas de productores. Esta información servirá para tomar decisiones acertadas en relación a fechas de siembra, realizar investigaciones y modelación. El monto estimado para el establecimiento de las estaciones climáticas es de US \$ 6,000.00.

Asimismo, es importante determinar la variación de caudales (mínimo y máximo) en las fuentes hídricas y salida de la subcuenca. Se recomienda establecer estaciones de aforo de caudales en el cauce principal y afluentes del Río Tapacalí para realizar aforo hidrométrico con Molinete/Correntómetro en la época de verano e invierno; e instalar estaciones hidrométricas mediante el uso de limnímetros que permitirán llevar registros sistemáticos de los niveles del agua en el cauce principal y afluentes del Río Tapacalí. También se requiere dotar de los siguientes equipos: molinete, limnómetro y sonda piezométrica para realizar medición mensual del nivel del agua en los pozos excavados y perforados. Además, se debe monitorear sistemáticamente los caudales de bombeo de cada uno de los pozos. Para ello se debe tomar como referencia los 24 objetos hidrogeológicos (15 pozos perforados y 9 pozos excavados) caracterizados y georeferenciados en

el Estudio de Caracterización de Recursos Hídricos de la subcuenca. El monitoreo puede ser realizado por comunitarios con el apoyo del Comité de la subcuenca, la Unidad de Gestión Ambiental de las municipalidades que comparten el territorio de la subcuenca, los CAPS y la Delegación de ENACAL; para ello se requiere capacitar a los actores locales.

Es importante llevar un registro de los nuevos pozos (perforados y excavados) y elaborar su Ficha Hídrica correspondiente; y cuando se decida perforar nuevos pozos analizar en detalle las características hidrogeológicas del sitio, además de realizar geofísica que permita definir con mayor confiabilidad el sitio de perforación.

El monitoreo de calidad de agua de las fuentes hídricas se debe realizar en verano e invierno; para ello se puede tomar como referencia los 73 objetos hidrogeológicos caracterizados y georeferenciados en el Estudio de Caracterización de Recursos Hídricos de la subcuenca y los 25 puntos de muestreo que se definieron en el Estudio de Calidad de los Recursos Hídricos de la subcuenca. Los parámetros básicos a monitorear son pH, temperatura, color, conductividad, sólidos totales disueltos, turbiedad y coliformes termotolerantes. Además, se debe realizar un monitoreo anual para los parámetros de plaguicidas y metales pesados. El monitoreo puede ser realizado por comunitarios con el apoyo del Comité de la subcuenca, la Unidad de Gestión Ambiental de las municipalidades que comparten el territorio de la subcuenca, los CAPS y la Delegación de ENACAL y del MINSAL; para ello se requiere capacitar a los actores locales en el aspecto de toma de muestras; también se les puede proporcionar un kit de campo para realizar análisis de parámetros básicos y capacitarlos para que puedan determinar calidad del agua superficial mediante el uso de indicadores biológicos y de esta manera poder realizar Biomonitoreo.

El monto estimado para la implantación de este componente es de US \$ 60,000.00 (US 5,000.00 x 12 años).

✓ **Descontaminación del Río Tapacalí y sus tributarios (quebradas)**

A través de este componente se pretende involucrar a la población de las diecinueve comunidades rurales y del casco urbano del municipio de San José de Cusmapa en jornadas de recolección y limpieza de desechos sólidos depositados en mantos acuíferos y riberas del cauce principal y tributarios del Río Tapacalí, a fin de preservarlos limpios y reducir su contaminación. Se recomienda realizar esta actividad cada tres meses en todas las comunidades rurales localizadas en el territorio de la subcuenca y en el casco urbano del municipio de San José de Cusmapa. Se propone la conformación de Brigadas Ecológicas integradas por estudiantes y pobladores de las comunidades motivados a realizar esta actividad. Además, se recomienda promover lavaderos comunitarios de filtros para aguas servidas, letrinas o inodoros comunitarios.

El monto estimado para implementar este componente del Programa de Gestión Ambiental es de US \$ 557,000; desglosados de la siguiente manera: destinar un monto de 240,000 a nivel comunitario (US \$ 1,000 x 20 comunidades x 12 años) y un monto de US \$ 312,000 a nivel escolar (US \$ 1,000 x 26 centros de estudios x 12 años) y un monto aproximado de US \$ 5,000.00 para el establecimiento de la Empresa Municipal de Manejo Sostenible de Desechos Sólidos en el casco urbano del municipio de San José de Cusmapa.

✓ Fortalecimiento de Comités de Agua Potable y Saneamiento (CAPS)

Los Comités de Agua Potable y Saneamiento (CAPS) son organizaciones comunitarias sin fines de lucro, electos democráticamente por la comunidad, con el fin de realizar acciones que promuevan la Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH) y como actores sociales contribuyen al desarrollo económico y social, a la democracia participativa y a la justicia social, creando en este caso, las condiciones necesarias para garantizar el agua potable y el saneamiento a las poblaciones rurales en general; por lo cual es importante y apremiante la organización y el fortalecimiento institucional de esta organización comunitaria.

Entre las actividades contempladas para este componente se destacan las siguientes:

- ✚ Apoyar la organización y/o funcionamiento de los Comités de Agua Potable y Saneamiento (CAPS) en las diecinueve comunidades rurales localizadas en el territorio de la subcuenca.
- ✚ Promover la organización de usuarios/as del agua en los Comités de Agua Potable y Saneamiento (CAPS) en las comunidades beneficiadas donde se perforen nuevos pozos y se construyan mini-acueductos por gravedad.
- ✚ Elaborar y actualizar el registro de usuarios/as del agua en las diecinueve comunidades rurales y el casco urbano del municipio de San José de Cusmapa localizada en el territorio de la subcuenca.
- ✚ Capacitar a los CAPS en temas relacionados con el manejo y protección de fuentes de agua, identificación y protección de zonas de recarga hídrica, administración y mantenimiento de infraestructura y obras hidráulicas, gobernanza y gobernabilidad hídrica, monitoreo hídrico.
- ✚ Apoyar la formulación del Plan de Gestión Integrada de Recursos Hídricos de la subcuenca.
- ✚ Promover instancias de coordinación entre usuarios y usuarias del agua de diferentes sectores.
- ✚ Promover Mesas de Concertación Ambiental para orientar el uso múltiple del agua en la subcuenca.

- ✚ Organizar y realizar giras de intercambio a otras comunidades donde los CAPS han sido exitosos en la Gestión del Agua.
- ✚ Elaborar, editar y distribuir material educativo con el propósito de divulgar métodos, prácticas, obras y resultados de experiencias exitosas obtenidos en la Gestión del Agua en las comunidades.

El monto estimado para la implantación de este componente es de US\$ 36,000 (US\$ 3,000 x 12 años).

✓ **Cosecha de agua**

La cosecha de agua es un método para inducir, recoger, almacenar y conservar escorrentía local y superficial para la agricultura en regiones áridas y semi-áridas. Es la recolección de escorrentía para su uso productivo. La escorrentía puede recogerse desde tejados y superficies del suelo o desde cursos de agua intermitentes y efímeros.

Se llama captación de agua de lluvia a la recolección y almacenamiento del agua para propósitos de producción agrícola, pecuaria y forestal, así como también para el uso doméstico. Los sistemas de captación de lluvia son útiles, y poco costosos, permitiendo que los productores/as de bajos ingresos puedan hacer uso del agua y así aumentar los rendimientos. Las prácticas de captación de agua de lluvia tienen la bondad de disminuir el riesgo de erosión al disminuir la escorrentía libre de agua sobre el suelo.

Para establecer un sistema de captación del agua de lluvia en un lugar es necesario obtener información sobre algunos factores tales como la cantidad y distribución de la lluvia en el año, la capacidad de almacenamiento de agua por el suelo, las necesidades de agua del cultivo seleccionado y los recursos que se cuentan para establecer los diferentes sistemas de captación en el sitio, que mejor se adapten tanto a las condiciones del área de trabajo como a las condiciones socioeconómicas del productor/a.

Debido a que el territorio de la subcuenca se ubica aledaño a la zona de menores acumulados de precipitación media anual conocida como Zona Seca de Nicaragua, es una zona propensa a ser afectada por sequía; es importante promover la adopción de sistemas de captación del agua de lluvia en las comunidades rurales con el fin que los productores/as de bajos ingresos económicos puedan hacer uso del agua y puedan aumentar los rendimientos productivos; y además puedan utilizar dicha agua para consumo doméstico; y de esta manera afrontar el problema de estrés y/o tensión hídrica.

Entre los sistemas de captación de agua de lluvia para uso doméstico, se recomiendan adoptar y se destacan los siguientes:

- ✚ Canaletas para la recolección de aguas de lluvia, las cuales se colocan en los techos de las viviendas con el fin de conducir el agua hacia un depósito impermeable y bien tapado donde se almacena; este puede estar ubicado a nivel del piso, enterrado directamente bajo la canaleta o elevado sobre alguna estructura construida para ello.
- ✚ Cantaritos almacenadores de agua, los cuales se utilizan para el almacenamiento de agua principalmente para uso doméstico en la cocina. En este tipo de estructura el agua permanece tapada, lo que permite que en la casa se consuma agua de buena calidad, y al mismo tiempo se aprovecha para desinfectar el agua, para que sea potable.
- ✚ Sistema de microcaptación o recolección de agua de lluvia en un lugar dado, el cual consiste en la modificación de la superficie natural del terreno a manera de formar uno o más planos inclinados que faciliten la formación de la escorrentía superficial, en el propio pie de la planta. También consiste en la formación de surcos y camellones sucesivos, pueden ser también pequeñas fajas excavadas alrededor de la planta o pequeñas fajas excavadas alrededor del árbol. Esta técnica involucra conservación del suelo, aumento de la disponibilidad de agua para los cultivos, y además mitiga los efectos de la sequía y mejora el entorno ecológico.

Se recomienda la adopción de 300 sistemas de captación de agua de lluvia, distribuidos en las tres zonas altitudinales de la subcuenca. Los beneficiarios/as de este tipo de tecnología deben ser productores/as que adopten Buenas Prácticas Agrícolas en sus parcelas y los comunitarios que participen en actividades de reforestación, descontaminación del Río Tapacalí y sus afluentes; como forma y/o modalidad de incentivo conservacionista. El monto estimado para la implantación de este componente es de US\$ 600,000.

▪ Programa de Gestión de Riesgos y Adaptación al Cambio Climático

Este Programa tiene como objetivo implementar medidas orientadas a reducir el riesgo de desastres, a través de actividades de prevención, mitigación y preparación para la atención de emergencias originadas por eventos extremos; y priorizar el fomento de la Gestión de Riesgo (GdR) y Adaptación al Cambio Climático (ACC) en las municipalidades que comparten el territorio de la subcuenca del Río Tapacalí y comunidades localizadas en el territorio. Incluye los siguientes componentes:

✓ Fortalecimiento Local en Gestión de Riesgos y Adaptación al Cambio Climático

Este componente tiene por objetivo apoyar el fortalecimiento de estructuras organizativas locales conformadas a nivel municipal y comunitario que realizan

acciones relacionadas con la Gestión de Riesgo (GR) y Adaptación al Cambio Climático; lo cual contribuirá a promover su participación en la implementación del Plan de Manejo Integral de la subcuenca del Río Tapacalí; y además fomentar cultura de resiliencia ante amenazas naturales en los actores sociales.

Los beneficiarios directos de este componente serán los Gobiernos Municipales que comparten el territorio de la subcuenca, instancias organizativas conformadas a nivel municipal y comunitario que realizan acciones relacionadas con Gestión de Riesgos y Adaptación al Cambio Climático; y otros actores institucionales. La duración de este componente será de 12 años; se estima que este período permitirá el fortalecimiento de las estructuras organizativas.

Entre las actividades que se deberán implementar se destacan las siguientes:

- ✚ Integrar a miembros de las estructuras organizativas que se han conformado a nivel municipal y comunitario que realizan acciones de Gestión de Riesgo y Adaptación al Cambio Climático en eventos de capacitación del Programa de Educación Ambiental.
- ✚ Fortalecer el funcionamiento institucional del Comité Municipal de Prevención, Mitigación y Atención a Desastres (COMUPRED) de los municipios que comparten el territorio de la subcuenca.
- ✚ Conformar y/o fortalecer el funcionamiento institucional de los Comités Comunitarios o de Barrio para la Prevención, Mitigación y Atención a Desastres (COCOPRED, COLOPRED o COBAPRED) en las diecinueve comunidades rurales y casco urbano del municipio de San José de Cusmapa, localizado en el territorio de la subcuenca.
- ✚ Habilitar espacio físico en las municipalidades que comparten el territorio de la subcuenca para funcionamiento del Comité Municipal de Prevención, Mitigación y Atención a Desastres (COMUPRED).
- ✚ Actualizar el Plan Municipal de Prevención, Mitigación y Atención de Desastres (PMAD) de los municipios que comparten el territorio de la subcuenca.
- ✚ Elaborar y/o actualizar e implementar el Plan Comunitario de Prevención, Mitigación y Atención de Desastres (PCMAD) en las diecinueve comunidades rurales y casco urbano del municipio de San José de Cusmapa, localizado en el territorio de la subcuenca.
- ✚ Editar y reproducir en versión popular el PMAD y PCMAD para su distribución a pobladores de las diecinueve comunidades rurales y casco urbano del municipio de San José de Cusmapa, localizado en el territorio de la subcuenca.

- ✚ Sensibilizar a los Gobiernos Municipales que comparten el territorio de la subcuenca a definir una Política de Gestión de Riesgo y Adaptación al Cambio Climático a nivel municipal internalizando el Ordenamiento Ambiental Territorial y el Plan de Manejo y Gestión Integral de la subcuenca y su incorporación en el Plan de Desarrollo Municipal (PDM) y en el Plan de Inversión Municipal (PIM).
- ✚ Adquirir equipos y medios requeridos por el funcionamiento operativo del COMUPRED, COCOPRED, COLOPRED y COBAPRED.
- ✚ Conformar y/o fortalecer el funcionamiento de Brigadas Municipales de Respuesta (BRIMUR) y Brigada Local de Respuesta (BRILOR) en los municipios que comparten el territorio de la subcuenca.
- ✚ Fortalecer el funcionamiento y desempeño institucional de la Unidad Municipal Ambiental (UMA) en las municipalidades que comparten el territorio de la subcuenca.
- ✚ Apoyar la edición y reproducción en versión popular de ordenanzas y resoluciones municipales (Compendio de Legislación Ambiental Municipal) relacionadas con el medio ambiente y los recursos naturales, emitidas por los Gobiernos Municipales que comparten el territorio de la subcuenca para su distribución a los pobladores.
- ✚ Elaborar e implementar el Plan de Autoprotección Escolar en cada uno de los 26 centros de estudio (escuelas, colegios e institutos) localizados en las tres zonas altitudinales del territorio de la subcuenca para promover el enfoque de Escuelas Seguras, educación para la Reducción del Riesgo de Desastres (RRD) y Seguridad Escolar.
- ✚ Implementar las acciones contempladas en la Estrategia Municipal de Adaptación al Cambio Climático de los municipios de San Lucas, Las Sabanas y San José de Cusmapa; que han sido elaborados con el apoyo financiero del Programa de Gestión de Riesgo de Desastres ante el Cambio Climático a través de los socios en Nicaragua de la Alianza por la Resiliencia (Cruz Roja Nicaragüense, CARE, AMMA, INPRHU, Wetlands International y Centro del Clima de la Cruz y Media Luna Roja).

Es importante promover actividades participativas y de consulta con los actores locales a nivel municipal, comunitario e institucional para la implementación de cada una de las actividades propuestas en este componente. El monto estimado para la implantación de este componente es de US \$ 300,000.

La modalidad de implementación de este componente debe centrarse en las necesidades y requerimientos que cada uno de los municipios que comparten el territorio de la subcuenca requieran para fortalecer su desempeño institucional en

aspectos relacionados con la Gestión de Riesgo y Adaptación al Cambio Climático.

Para el caso del fortalecimiento de las estructuras organizativas que se han conformado a nivel municipal y comunitario como el Comité Municipal de Prevención, Mitigación y Atención a Desastres (COMUPRED) y el Comité Comarcal o de Barrio para la Prevención, Mitigación y Atención a Desastres (COCOPRED, COLOPRED y COBAPRED), se recomienda facilitar un proceso de análisis que permita valorar con los actores sociales que participan en dichas instancias su desempeño institucional y los requerimientos que demandan para mejorar su accionar institucional.

✓ Fortalecimiento institucional del Comité de la subcuenca

El Comité de la subcuenca del Río Tapacalí (COMCURTAPACALI), es una organización con liderazgo reconocida por la Autoridad Nacional del Agua (ANA), constituida y organizada con la participación interinstitucional y representativa de los actores sociales locales y claves (comunitario, institucional y municipal) que tienen responsabilidades e intereses en restaurar, proteger y conservar los recursos naturales, en el Manejo y Restauración de Ecosistemas (MRE), en la Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH), en la Reducción de Riesgos de Desastres (RRD), en la Adaptación al Cambio Climático (ACC) y en el Desarrollo Humano Sostenible de la subcuenca. Además, es una unidad operativa constituida para la cogestión sostenible (ambiental, social y económica) de la subcuenca, la cual opera a nivel local y su ámbito de competencia (gestión) esta ligado exclusivamente al área del territorio de la subcuenca. Asimismo, es una unidad gerencial que asumirá el liderazgo y coordinación responsable, solidaria y concertada para ejecutar el Plan de Manejo y Gestión Integral de la subcuenca orientada a la gestión técnica.

Este componente tiene por objetivo fortalecer la capacidad de gestión (desempeño y funcionamiento institucional) del Comité de la subcuenca del Río Tapacalí para que desempeñe eficiente y eficazmente funciones de organismo rector para ejecutar, dar seguimiento y sistematizar las acciones propuestas en el Plan de Manejo y Gestión Integral de la subcuenca; para ello es importante que esta instancia organizativa lidere las siguientes acciones:

- ✚ Conformar Comités Locales a nivel de nueve microcuencas que conforman la subcuenca en las cuales se localizan comunidades, para ello es necesario orientar la forma organizativa y estructural que tendrá, al igual que las funciones que desempeñará.
- ✚ Implementar el Sistema de Monitoreo, Seguimiento y Evaluación (SIMOSE) del Plan de Manejo y Gestión Integral de la subcuenca.

- ✚ Realizar gestión ante Organismos y/o Agencias de Cooperación Internacional interesadas en apoyar económica o técnicamente la implementación del Plan de Manejo y Gestión Integral de la subcuenca.
- ✚ Elaborar y editar un Documento Base para distribuirlo a los Organismos y/o Agencias de Cooperación Internacional, el cual deberá contener información relevante relacionada con los objetivos, contenidos y necesidades de financiamiento requeridos para la ejecución del Plan de Manejo y Gestión Integral de la subcuenca.
- ✚ Concretizar firma de Convenios de Cooperación con Organismos y/o Agencias de Cooperación Internacional interesadas en apoyar la implementación del Plan de Manejo y Gestión Integral de la subcuenca.
- ✚ Promover la firma de un protocolo de participación, intención y colaboración con las instituciones interesadas en participar en la ejecución del Plan de Manejo y Gestión Integral de la subcuenca; con el propósito de establecer Alianzas Público-Privada (APP) a nivel institucional.
- ✚ Promover la conformación de la Asociación de Municipios de la subcuenca del Río Tapacalí, acorde al interés que muestren las autoridades municipales de los municipios que comparten el territorio en conformar y participar en dicha instancia que ayudará a concretizar la coordinación intermunicipal requerida y necesaria para desarrollar acciones conjuntas, colaborativas y cogestión para la implementación del Plan de Manejo de la subcuenca; y fomentar mancomunidad en la subcuenca. La propuesta de conformación de la Asociación de Municipios de la subcuenca del Río Tapacalí, requiere en primera instancia contar con la anuencia y disposición política de las autoridades municipales de los municipios que comparten el territorio de conformar la viabilidad dicha estructura organizativa. Se recomienda que el Comité de la subcuenca del Río Tapacalí conduzca y facilite el proceso de consulta y consenso entre las autoridades municipales; y en caso de anuencia contribuir a facilitar el proceso de organización de dicha instancia.
- ✚ Divulgar a nivel comunitario el Plan de Manejo y Gestión Integral de la subcuenca en versión popular.
- ✚ Promover la adopción del enfoque de Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH), el Manejo y Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas, la Reducción del Riesgo de Desastres (RRD) y la Adaptación al Cambio Climático (ACC), la Gestión Ambiental, el Manejo y Restauración de Ecosistemas en las comunidades localizadas en el territorio de la subcuenca, los actores institucionales que desarrollan acciones y los Gobiernos Municipales que comparten el territorio de la subcuenca.

- ✚ Fortalecer técnica y metodológicamente la implementación de los instrumentos de Gestión de Recursos Hídricos establecidos en la Ley General de Aguas Nacionales.
- ✚ Elaborar y actualizar el inventario periódico de instituciones (mapeo de actores sociales) que realizan acciones en la subcuenca.
- ✚ Contribuir al levantamiento de información y datos sobre la demanda de agua en la subcuenca y el registro de usuarios y usuarias; con el propósito de conformar y actualizar periódicamente la base de datos de la subcuenca.
- ✚ Fiscalizar la realización de campañas de monitoreo de los recursos hídricos de la subcuenca previstas a ser realizadas por la Autoridad Nacional del Agua (ANA) y las Alcaldías Municipales que comparten el territorio de la subcuenca.
- ✚ Fortalecer y/o apoyar el accionar institucional de los Comités de Agua Potable y Saneamiento (CAPS) que se hayan conformados en las comunidades rurales localizadas en el territorio de la subcuenca.

Se recomienda que el Comité de la Subcuenca cuente con un local (oficina) con el mínimo de equipamiento para su funcionamiento y sirva de sede para realizar reuniones de planificación. Además debe recibir capacitación en Gerencia de Cuenca y contar con fondos para poder implementar su Plan Operativo Anual. El monto estimado para este componente es de US\$ 144,000 (US\$ 12,000 x 12 años).

✓ **Sistema de Alerta Temprana (SAT)**

La subcuenca del Río Tapacalí ha sido afectada por el fenómeno de inundaciones, principalmente en su parte baja, hacia la desembocadura con el Río Coco. De acuerdo a los resultados del Estudio de Susceptibilidad a Inundaciones, el área de mayor afectación en el territorio de la subcuenca es la parte baja, principalmente previo a la entrada del flujo de agua en el puente ubicado sobre la Carretera Panamericana, lo cual causó en su momento una retención del flujo que combinado con la entrada de agua de la quebrada El Varillal al cauce principal del Río Tapacalí, provocaron la afectación directa del huracán Mitch en la comunidad La Playa. En tal sentido, se recomienda establecer un Sistema de Alerta Temprana Comunitario (Local) en esta comunidad, que permita que las condiciones hidrometeorológicas sean registradas por instrumentos convencionales (pluviómetros y limnómetros) operados por personal voluntario que habite en la comunidad; lo cual permitirá alertar a los pobladores de esta comunidad en caso de producirse un fenómeno natural de inundación que pueda causar daños. Se requiere dotar de dichos instrumentos y capacitar a los comunitarios que participaran de manera voluntaria en dicha actividad. El monto estimado para la implantación de este componente es de US \$ 6,000.00.

La información climática que se obtenga de las cinco estaciones que se distribuyan en el territorio de la subcuenca, permitirá establecer un Sistema de Alerta Temprana de Sequía.

✓ **Manejo agroecológico y diversificación de fincas**

Este componente contempla la promoción y adopción de los siguientes sistemas productivos: agroforestal, café ecoforestal, silvopastoril (ganadería ambiental), manejo de bosques, manejo de la regeneración natural y establecimiento de huertos familiares en las unidades de producción de los pequeños y medianos productores/as, como una opción viable, económica, ambiental y social que permitirá intensificar el uso sostenible de la tierra, diversificar la producción y mejorar a mediano y largo plazo las condiciones ambientales, incrementar la cobertura forestal, la protección de los recursos hídricos, reducir el impacto de desastres y del cambio climático; mejorar la condiciones socioeconómica y el nivel y calidad de vida de los productores/as de la subcuenca.

Los beneficiarios/as de este componente serán productores/as de agricultura y ganadería tradicional de comunidades seleccionadas y localizadas en el territorio de la subcuenca, que recibirán asistencia técnica, capacitación e incentivos conservacionistas para adoptar Buenas Prácticas Medioambientales y Buenas Prácticas Agrícolas, y en consecuencia se espera que mejoren la productividad y sus ingresos económicos.

Este componente contempla la adopción por parte de los productores/as beneficiados de prácticas de cultivo y ganadería con enfoque ambiental, que contribuirán a resolver problemas de contaminación de los recursos hídricos y deforestación, causada por la utilización de prácticas inadecuadas de producción agrícola y ganadera, degradación de suelos por falta de adopción de Obras de Conservación de Suelos y Agua (OCSA); por prácticas inadecuadas de producción ganadera, degradación de pasturas y tierras de vocación forestal utilizadas para ganadería extensiva. Además, incluye Educación Ambiental a través de capacitación, lo cual contribuirán al cambio de actitud de los beneficiarios (as) y sus familias respecto a su entorno ambiental, protección, conservación y aprovechamiento racional de los recursos hídricos de la subcuenca; y a fomentar Cultura de Prevención de Riesgo, Ética, Conciencia y Ciudadanía Ambiental.

La adopción del conjunto de modificaciones a las prácticas tradicionales de producción agrícola y ganadera deben realizarse bajo un esquema de ejecución adaptado a las necesidades y limitaciones que enfrenta el pequeño (a) y mediano (a) productor (a) de la subcuenca. Algunas de las modificaciones propuestas se pueden lograr mediante la transferencia de conocimientos y experiencias, como es el caso del uso adecuado de agroquímicos. También se requieren recursos financieros para el establecimiento de obras de conservación de suelos y restauración de cárcavas con obras físicas como diques de madera y piedra, establecimiento de obras de infraestructura (abrevaderos, construcción de cercas)

para evitar que el ganado penetre al río y/quebradas a tomar agua; así como otras inversiones necesarias.

La decisión de la selección de las prácticas que se implementarán en la finca dependerá de los objetivos del productor (a) de cultivos y ganadería tradicional, tamaño de la finca, disponibilidad de mano de obra y recursos económicos del beneficiario (a). El establecimiento de los sistemas productivos será responsabilidad de cada productor (a) beneficiario (a), quien deberá aportar mano de obra.

La duración de este componente en las tres zonas altitudinales de la subcuenca será de ocho años, contemplando la implantación durante un período de dos años de los siguientes sistemas productivos en las unidades de producción de los productores (as) beneficiarios (as): Sistema Productivo Agroforestal, Sistema Productivo de Café Ecoforestal, Sistema Silvopastoril, Regeneración Natural, Manejo Forestal y Huertos Familiares. Se contempla que un período de dos años, la adopción de estos sistemas productivos se implementen en un área de 1890 hectáreas y en los ocho años proyectados abarcará un área de 15,120 hectáreas; lo cual representa el 96% del área de la subcuenca. El costo estimado para la implementación de los sistemas productivos en un período de dos años es de US\$ 552,628.10, totalizando un monto de US\$ 2,210,512.40 para los ocho años. El detalle de los costos parciales de cada sistema productivo se presenta en los anexos 28 al 33.

Se recomienda ejecutar otras actividades complementarias como: demostraciones y días de campo, elaboración, edición y distribución de materiales educativos relacionados con métodos, mejores prácticas, resultados y experiencias exitosas obtenidas en las fincas.

A los productores (as) beneficiarios (as), se les debe brindar asistencia técnica, capacitación, material vegetativo, insumos y herramientas necesarias para la adopción de las prácticas. A través del uso de este tipo de incentivo conservacionista, se motivará a los productores (as) beneficiarios (as) a adoptar Buenas Prácticas Medioambientales y Buenas Prácticas Agrícolas y a reconocer la carencia de recursos económicos como una limitante que afrontan los pequeños (as) y medianos (as) productores de la subcuenca del Río Tapacalí.

La adopción de prácticas en la unidad productiva del productor (a) beneficiario (a), contribuirá a mejorar fuentes de agua, a la retención y mejoramiento de la calidad de los suelos por la adopción de prácticas y obras de conservación de suelos y agua. Asimismo, se espera incrementalmente la generación de Servicios Ambientales (secuestro y almacenamiento de carbono) producto del incremento de la cobertura forestal a través de la repoblación forestal. En términos económicos, se espera un incremento de la productividad, el empleo e ingreso económico (producto de acciones de mejoramiento del suelo que incidirán en el rendimiento de los cultivos). Adicionalmente, se espera que las plantas de especies forestales y frutales establecidas generen en el mediano plazo productos (leña, postes, frutos)

para uso de la finca, y que a largo plazo produzcan madera para el mercado local y nacional.

La capacitación a los beneficiarios (as) debe incluir temas de motivación y sensibilización para que el productor (a) de cultivos tradicionales adopte Buenas Prácticas Medioambientales y Buenas Prácticas Agrícolas en su unidad de producción, y temáticas relacionadas con el manejo apropiado y seguro de agroquímicos en cultivos agrícolas, pastos y ganado, cercas de protección de fuentes de aguas, técnicas de regeneración natural en áreas críticas, plantación de café, manejo de aguas mieles, diversificación de cultivos resistentes a la sequía, banco de semillas criollas, post-cosecha, plantación de árboles de especies forestales y frutales, establecimiento de obras de conservación de suelos y aguas (acequias de laderas, curvas a nivel), obras de prevención y mitigación (dique de piedra y madera), cosecha y captación de agua (reservorio de agua y cubetas de infiltración), producción de compost y lombricompost, Manejo Integrado de Plagas (MIP), huertos familiares, mejoramiento de fuentes de alimentación para el ganado mediante establecimiento de pasturas mejoradas y bancos forrajeros, ganadería ambiental, construcción y mejoramiento de abrevaderos, recolección de estiércol, baño y sanidad del ganado. Asimismo, se deben incluir temas de manejo sostenible de desechos sólidos, cuidado y protección de fuentes de agua, Gestión de Riesgos, Adaptación al Cambio Climático, Resiliencia Comunitaria y trabajo colaborativo con cooperativas.

Cuadro 137. Resumen de los componentes del Programa Manejo Agroecológico y Diversificación de Fincas.

| Componente | Área de intervención | Total del área de intervención (Ha) | Total de beneficiarios (as) | Prácticas y Actividades | Costo/Ha US \$ | Costo Total US \$ |
|---|---|-------------------------------------|---|--|----------------|---------------------|
| Sistema Productivo Agroforestal | Comunidades seleccionadas de la parte alta y baja de la subcuenca | 360 | 120 productores (as) de cultivos tradicionales de 3 hectáreas | Establecimiento de cercas vivas Establecimiento de árboles de especies forestales Establecimiento de árboles de especies frutales Obras de prevención y mitigación (3 diques de madera y 3 diques de piedra) Establecimiento de musáceas Obras de conservación de suelos y aguas (acequias de laderas, curvas a nivel) Producción de compost y/o lombrihumus Cosecha de agua (1 reservorio de agua y 9 cubetas de infiltración) 1 cocina ahorradora de leña Entrega de un silo post-cosecha | 458.70 | 165,132.00 |
| Sistema Productivo de Café Ecoforestal | Comunidades seleccionadas y localizadas en la parte alta de la subcuenca | 120 | 60 productores (as) de cultivo tradicional de café de 2 hectáreas | Establecimiento de plantación de café Establecimiento de plantas de especies energéticas Establecimiento de plantas de especies maderables Establecimiento de plantas de especies frutales Establecimiento de musáceas Establecimiento de cultivos de cobertura (Cannavalia) Producción de compost y/o lombrihumus Obras de conservación de suelos y aguas (acequias de laderas) | 490.25 | 58,830.00 |
| Sistema Silvopastoril | Comunidades seleccionadas localizadas en la parte alta y baja de la subcuenca | 210 | 30 productores (as) de ganadería tradicional | Establecimiento de cercas vivas Establecimiento de bancos forrajeros Establecimiento de plantación de especies forestales Establecimiento de plantas de especies frutales Establecimiento de pasturas mejoradas Establecimiento de obras de prevención y mitigación Cocina ahorradora de leña | 265.01 | 55,652.10 |
| Regeneración Natural | Comunidades seleccionadas de la parte media y baja de la subcuenca | 600 | 60 productores (as) | Establecimiento de cercas vivas Establecimiento de plantas de especies forestales (enriquecimiento) Establecimiento de plantas de especies frutales Establecimiento de obras de prevención y mitigación Cocina ahorradora de leña Elaboración del Plan de Manejo | 145.22 | 87,132.00 |
| Manejo Forestal | Comunidades seleccionadas de la parte alta de la subcuenca | 600 | 60 | Establecimiento de cercas vivas Establecimiento de plantas de especies forestales (enriquecimiento) Establecimiento de plantas de especies frutales Establecimiento de obras de prevención y mitigación Cocina ahorradora de leña Elaboración del Plan de Manejo Forestal | 145.22 | 87,132.00 |
| Establecimiento de Huertos Familiares | Comunidades seleccionadas de las tres zonas altitudinales de la subcuenca | No Aplica | 200 familias | Establecimiento de huertos familiares con cultivos alimenticios, plantas medicinales, animales de patio (cerdos, aves) | No Aplica | 98,750.00 |
| TOTAL DEL COMPONENTE PARA UN PERÍODO DE DOS AÑOS | | | | | | 552,628.10 |
| TOTAL DEL COMPONENTE PARA UN PERÍODO DE OHO AÑOS | | | | | | 2,210,512.40 |

▪ Programa de Educación Ambiental

La educación ambiental es un proceso educativo y participativo de carácter crítico y permanente de formación ciudadana, formal e informal, para la toma de conciencia y el desarrollo de valores, conceptos y actitudes frente a la protección, conservación, uso y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y el medio ambiente, la gestión del riesgo de desastres, la resiliencia comunitaria y la adaptación al cambio climático.

El objetivo de este Programa se centra en planificar y facilitar procesos de capacitación y educación ambiental para contribuir a fomentar Ética, Cultura, Conciencia y Ciudadanía Ambiental en los productores/as y pobladores que cohabitan en las comunidades rurales y casco urbano del municipio de San José de Cusmapa, lo cual tendrá impacto en la calidad ambiental y productiva de la unidad hidrográfica. Está orientado a diseñar y ejecutar Programas Educativos a nivel de educación formal y no formal, y tendrá por objetivo reforzar las actividades del Plan de Manejo y Gestión Integral de la subcuenca del Río Tapacalí a través de la difusión de sus objetivos y beneficios; deberá abordar aspectos relacionados con la importancia de los diferentes elementos de la naturaleza, su degradación y alternativas de uso y conservación para el Bienestar y Desarrollo Humano Sostenible de las actuales y futuras generaciones. Este Programa es de primordial importancia, ya que mediante su ejecución se creará un contexto propicio no sólo para la ejecución del Plan, sino para su sustentabilidad y para posibilitar acciones futuras en la subcuenca.

A nivel comunitario debe tener énfasis en la población estudiantil de primaria y secundaria, con el objetivo de apoyar el proceso de transformación curricular en la educación multigrado, de educación primaria y secundaria. Para ello deberá brindarse capacitación a los maestros/as rurales y profesores de los institutos localizados en el territorio de la subcuenca sobre aspectos relacionados con la importancia de la conservación uso, manejo y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales (capital natural) con que cuenta la subcuenca, los problemas que afrontan las comunidades en relación al acceso, uso, manejo y aprovechamiento de sus recursos naturales, problemática socioambiental de la subcuenca, control de quemadas agrícolas e incendios forestales, importancia del manejo del áreas de bosque para la conservación de la biodiversidad, Área Protegida Reserva Natural Las Serranías Tepesomoto-La Pataste, zonas de recarga hídrica, conservación de suelos y aguas, manejo integral y sostenido de residuos sólidos y aguas residuales, medidas para reducir riesgos de amenazas naturales (deslizamientos, inundaciones, sequía), adaptación al cambio climático, vulnerabilidad ambiental, resiliencia comunitaria, hidrosolidaridad, ética y cultura hídrica, gobernanza y gobernabilidad ambiental, calidad y salud ambiental, cosecha de agua, restauración de ecosistemas degradados, ecosistemas y su contribución al Bienestar Humano, Buenas Prácticas Medioambientales (BPMA) y Buenas Prácticas Agrícolas (BPA).

Es necesario que los Gobiernos Municipales que comparten el territorio de la subcuenca soliciten oficialmente a la Delegación Departamental del Ministerio de Educación (MED) diseñar una currícula de Educación Ambiental específica para las escuelas rurales e institutos de las diecinueve comunidades rurales y casco urbano del municipio de San José de Cusmapa localizadas en el territorio de la subcuenca, y la elaboración de Cartillas y Manuales Populares de Educación Ambiental para los diferentes niveles de enseñanza. De esta forma se garantizará la implementación de un Programa de Educación Ambiental Formal específico para la subcuenca. También se puede promover la formación de grupos de niños y jóvenes ambientalistas; grupos de teatro y títeres y una Red de Promotores Ambientales Solidarios (PAS) a nivel comunitario que fomenten la animación cultural dirigida a aspectos ambientales y el establecimiento de una Sala Situacional Ambiental y/o ECOMUSEO de la subcuenca.

Además, se debe promover a nivel de las comunidades rurales y pobladores del casco urbano del municipio de San José de Cusmapa y de las escuelas e institutos localizados en el territorio de la subcuenca, la celebración de Efemérides Ambientales (Día Mundial del Agua, Día Mundial de la Tierra, Día Mundial del Medio Ambiente, etc) y de esta manera fomentar Cultura Ambientalista en la población.

También es preciso promover educación formal dirigida a grupos de interés (productores/as y habitantes) de las comunidades rurales y casco urbano del municipio de San José de Cusmapa, para ello las municipalidades que comparten el territorio de la subcuenca a través de la Unidad Municipal Ambiental (UMA) respectiva pueden establecer coordinación con las instituciones que desarrollan acciones en el territorio de la subcuenca; para atender Programas Especiales de Educación Ambiental en aspectos relacionados con la problemática socioambiental.

Para fomentar la educación ambiental informal se pueden utilizar los medios de comunicación social existentes a nivel local (radio, televisión, perifoneo). También se puede promover la técnica de video participativo que CRN impulsó con grupo de jóvenes de Las Sabanas y San José de Cusmapa. Las municipalidades que comparten el territorio de la subcuenca a través de la UMA respectiva pueden impulsar un Programa Radial en el que a diario se aborden temas relacionados con los recursos naturales, se informe de los avances y logros del Plan. Se pueden elaborar afiches, mantas y brochures alusivos a la conservación, protección, uso y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y distribuirlos en las comunidades adscritas territorialmente a la subcuenca.

Se recomienda diseñar e implementar el Programa de Educación de Adultos “Yo Si Puedo Conservar el Ambiente de la subcuenca del Río Tapacalí” para disminuir el índice de analfabetismo en la subcuenca, que además incluya la temática ambiental.

Se debe elaborar e implementar con la participación de los actores de la comunidad escolar el Plan de Gestión Ambiental Escolar (PGAE) de cada uno de los 26 centros de estudio (escuelas, colegios e institutos) localizados en las tres zonas altitudinales del territorio de la subcuenca.

El monto estimado para la implantación de este componente es de US \$ 120,000 (US 10,000 x 12 años).

▪ Programa de Investigación Ambiental

Este Programa se debe ejecutar para contar con información relevante y actualizada que no existe sobre la subcuenca. A continuación se proponen algunas líneas de investigación que pueden ser desarrolladas, mediante alianzas que puede establecer el Comité de la subcuenca con universidades para que estudiantes de pregrado y posgrado realicen investigaciones (tesis) en el territorio, generando información ambiental actualizada y requerida para mejorar la toma de decisiones de los actores sociales de la unidad hidrográfica.

- ✓ Estudio de caudales y sedimentos del Río Tapacalí, para el establecimiento de un sistema de monitoreo y alerta rápida en caso de inundaciones.
- ✓ Ensayos agrícolas con la información climática proveniente de la red de estaciones climáticas.
- ✓ Estudio sobre el impacto del fenómeno ENOS (El Niño – La Niña).
- ✓ Estudios compartivos sobre métodos de cosecha de agua y opciones de riego.
- ✓ Estudio de oportunidades de mercado para café orgánico (Ecocafé).
- ✓ Inventario de la flora nativa, con el propósito de conocer las especies existentes y su potencial.
- ✓ Inventario de especies forestales no maderables y energéticas.
- ✓ Estudios sobre la eficiencia de diversos modelos de ecofogones y el uso de bosques energéticos.
- ✓ Diagnóstico de la oferta y demanda de leña.
- ✓ Caracterización de los sistemas agroforestales predominantes.
- ✓ Estudio de oportunidades de mercado para cultivos no tradicionales (hortalizas, chía, moringa,) y productos artesanales producidos en las comunidades indígenas.
- ✓ Estudio de Ordenamiento Territorial del casco urbano del municipio de San José de Cusmapa.
- ✓ Estudio de Compensación por Servicios Ambientales generados por los ecosistemas (ecoturismo, captura de dióxido de carbono, servicio ambiental hídrico).
- ✓ Estudio de Valoración Económico de Servicios Ambientales Ecosistémicos.
- ✓ Estudio de Valoración Económica del riesgo de erosión.
- ✓ Estudio de género con enfoque en Seguridad Alimentaria y Nutricional, Agua, Adaptación al Cambio Climático y Reducción de Riesgo de Desastres.

- ✓ Estudio de Índice de Adopción de Buenas Prácticas Medioambientales y Buenas Prácticas Agrícolas.
- ✓ Estudio de Uso Consuntivo (requerimiento de agua) para riego de cultivos no tradicionales (hortalizas).
- ✓ Estudio de calidad del agua superficial mediante el uso de indicadores biológicos (Biomonitoreo).
- ✓ Estudio sobre el uso de agroquímicos en la subcuenca.
- ✓ Estudio de aceptabilidad de opciones de saneamiento ambiental a nivel comunitario (letrinas, inodoros ecológicos).

El monto estimado para la implantación de este componente es de US\$ 42,000.00. Se contempla el financiamiento de US\$ 2,000.00 para cada temática de investigación propuesta.

9. ESTRATEGIA DE IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN

Se propone para la implementación del Plan de Manejo y Gestión Integral de la subcuenca del Río Tapacalí un período de 12 años, considerando la implementación de acciones de corto plazo para un período de 3 años, para acciones de mediano plazo un período de 4 a 9 años y para acciones de largo plazo un umbral de tiempo de 10 a 12 años. Estas acciones contribuirán a garantizar la sostenibilidad ambiental, ecológica, económica y social en beneficio de las poblaciones que habitan en las comunidades localizadas en el territorio de la unidad hidrográfica.

Para lograr impactos positivos derivados de la implementación del Plan de Manejo y Gestión Integral de la subcuenca del Río Tapacalí, es necesario definir estrategias de intervención a mediano y largo plazo de manera muy cuidadosa, de lo contrario después de haber realizado acciones en el territorio podrían presentarse efectos no deseables o que una vez que se haya logrado el resultado, este no sea relevante para resolver la problemática socioambiental existente.

Una estrategia se define como la vía, dirección, forma o como se va lograr el manejo y gestión en la subcuenca del Río Tapacalí, implica determinar cómo se va a materializar en la realidad cada una de las propuestas contenidas en el Plan de Manejo y Gestión Integral.

El proceso de implementación del Plan de Manejo y Gestión Integral de la subcuenca se debe sustentar en la participación, organización y generación de beneficios inmediatos. Después de su socialización a nivel local se debe proceder a la gestión de recursos (financieros y técnicos) y paralelamente a un proceso de sensibilización y fortalecimiento de las estructuras organizativas que se han conformado a nivel local. La capacitación, motivación y sensibilización deben constituir elementos claves en la etapa inicial de implementación.

A continuación se listan algunas estrategias institucionales y operativas que se pueden implementar para lograr impactos positivos una vez que el Plan de Manejo y Gestión Integral de la subcuenca se empiece a implementar y materializar.

▪ **Estrategias institucionales**

- ✓ Concienciación y sensibilización mediante el diseño y ejecución de un Programa de Educación Ambiental Solidaria dirigida a los habitantes que cohabitan en las comunidades localizadas en el territorio de la subcuenca para fomentar Ética, Cultura, Conciencia y Ciudadanía Ambiental.
- ✓ Promulgación de ordenanzas municipales por parte de los Gobiernos Municipales de San Lucas, Las Sabanas, San José de Cusmapa y San Marcos de Colón; relativas al uso, manejo y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales (capital natural) que posee la subcuenca y el ordenamiento del territorio, para promover Gobernanza y Gobernabilidad Ambiental a nivel local.
- ✓ Utilización de incentivos conservacionistas adecuados y bien dirigidos a los habitantes de la subcuenca que no promuevan el paternalismo y dependencia.
- ✓ Presencia y apoyo continuo de técnicos de las diferentes instituciones que realizan acciones de desarrollo en las comunidades localizadas en el territorio de la subcuenca.
- ✓ Establecer y apoyar el desarrollo de mecanismos de autogestión comunitaria.
- ✓ Formar y fortalecer la capacidad de gestión de líderes comunitarios y de las estructuras organizativas que se han conformado a nivel local; promoviendo con ello la autogestión, empoderamiento y toma de decisiones a nivel comunitario.
- ✓ Definir e implementar políticas fiscales a nivel municipal que promuevan el estímulo a la modernización e introducción de nuevas tecnologías que apoyen la eficiencia de los procesos productivos y contribuyan al mismo tiempo a reducir la contaminación Río Tapacalí y sus afluentes.
- ✓ Diseñar e implementar Políticas de Incentivo Fiscal Ambiental (IFA) orientadas al trato preferencial de reducción de impuestos a los productores/as que implementen y adopten medidas de protección y conservación de los recursos naturales en sus parcelas productivas, como mecanismo de Compensación Ambiental.
- ✓ Implementar un proceso de ordenamiento de la propiedad y de titulación de tierras de pequeños y medianos productores/as de la subcuenca que adolecen de este instrumento legal; con el propósito de que el acceso a la tierra les garantice propiedad en su medio de trabajo y puedan ser sujetos de crédito para implementar actividades productivas; y además asegurará el éxito de la

adopción de acciones contempladas en el Plan de Manejo y Gestión Integral de la subcuenca.

▪ **Estrategias operativas**

- ✓ Diseñar e implementar un Programa de Extensión Comunitaria Humanizada, para lograr la adopción de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), Buenas Prácticas Medioambientales (BPMA) y Estrategias de Adptación al Cambio Climático.
- ✓ Desarrollar actividades de capacitación dirigida a los productores/as que realizan actividades productivas en las comunidades localizadas en el territorio de la subcuenca para mejorar el nivel de conocimiento y facilitar la implementación de Buenas Prácticas Agrícolas, Buenas Prácticas Medioambientales, Estrategias de Adaptación al Cambio Climático.
- ✓ Promover la organización de grupos de agricultores/as que realizan actividades productivas en las comunidades localizadas en el territorio de la subcuenca, para facilitar la extensión y capacitación.
- ✓ Promover el trabajo con líderes comunitarios, para facilitar el acercamiento total de los agricultores/as.
- ✓ Utilizar prácticas sencillas, de bajo costo y resultados significativos inmediatos.
- ✓ Establecer una microcuenca demostrativa que permita la comprobación de beneficios e impactos derivados de la implementación de acciones contempladas en el Plan de Manejo y Gestión Integral de la subcuenca.
- ✓ Establecer canales directos de información y comunicación a los pobladores de las comunidades localizadas en el territorio de la subcuenca, con el propósito de explicar sobre los aspectos o trabajos que se iniciarán en forma conjunta y cuáles serán los beneficios que se obtendrán con la implementación de los mismos, así mismo se deberá informar sobre los avances y éxitos obtenidos con la implementación del Plan de Manejo y Gestión Integral de la subcuenca.
- ✓ Establecer multas y/o cobros fiscales ambientales a las personas que incurran en actos de Ecocidio, Degradación Ambiental y Contaminación del Río Tapacalí y sus afluentes (aplicar el precepto del que contamina paga).
- ✓ Divulgar el Plan de Manejo y Gestión Integral de la subcuenca en las comunidades localizadas en el territorio. Se debe promover que los líderes comunitarios se apropien de este instrumento de planificación y del marco jurídico legal que lo sustenta, y tomar el liderazgo en darlo a conocer a todos los habitantes de la subcuenca. Para ello es necesario contar con el apoyo de los Gobiernos Municipales que comparten el territorio; se pueden elaborar panfletos ilustrados que muestren la problemática y potencialidad que presenta la subcuenca, y los componentes principales del Plan y distribuirlos a los

habitantes; confeccionar afiches. Además se pueden desarrollar talleres y/o asambleas comunitarias informativas, en las cuales los líderes asuman el rol de facilitadores y comunicadores sociales. También es importante que a nivel de los Gobiernos Municipales se realice esta misma actividad y dar a conocer el Plan a las instituciones del sector privado y estatal, proyectos y programas que realizan acciones en el territorio de la subcuenca, para motivarlos a participar en su ejecución; y aprovechar los espacios políticos a nivel de Gobierno Central pertinentes para la búsqueda de financiamiento y apoyo para su ejecución.

▪ **Estrategia de gestión de recursos**

Para alcanzar los objetivos y metas definidos en el Plan de Manejo y Gestión Integral de la subcuenca del Río Tapacalí, se requiere diseñar un plan específico de gestión de recursos que asegure el financiamiento requerido para la ejecución de los cinco programas y los componentes definidos para cada uno. Esta actividad la debe realizar la entidad y unidad ejecutora (Comité de la subcuenca).

La meta es lograr durante el primer y segundo año de gestión que al menos tres Organismos y/o Agencias de Cooperación Internacional apoyen financieramente la ejecución de los programas y los componentes propuestos. Además, es importante que las municipalidades incluyan componentes del plan en su Plan de Desarrollo Municipal. Para ello, es necesario realizar las siguientes actividades:

- ✓ Identificar potenciales Organismos y/o Agencias de Cooperación Internacional interesadas en apoyar económica o técnicamente la implementación del Plan de Manejo y Gestión Integral de la subcuenca.
- ✓ Elaborar y editar un Documento Base para distribuirlo a los Organismos y/o Agencias de Cooperación Internacional, el cual deberá contener información relevante relacionada con los objetivos, contenidos y necesidades de financiamiento requeridos para la ejecución del Plan de Manejo y Gestión Integral de la subcuenca.
- ✓ Concretizar firma de Convenios de Cooperación con Organismos y/o Agencias de Cooperación Internacional interesadas en apoyar la implementación del Plan de Manejo y Gestión Integral de la subcuenca.

▪ **Estrategia de financiamiento**

La estrategia de financiamiento que se propone es de corto, mediano y largo plazo; iniciando con la formación de alianzas y sinergias para orientar y negociar la aplicación de recursos inmediatos. Se recomienda gestionar un Proyecto a un Organismo y/o Agencia de Cooperación Internacional para lograr recursos a mediano plazo. A largo plazo se puede contar con recursos provenientes de los beneficios de un Fideicomiso, mecanismo de Compensación por Servicios Ambiental, y otros.

Los recursos deberán organizarse en un mecanismo transparente, de servicios, expedito y sostenible, para lo cual la entidad ejecutora debe gestionar la constitución y operación de un Fondo Ambiental debidamente administrado a nivel local considerando las competencias legales del Comité de la subcuenca que se ha conformado. En este sentido, un Fondo Ambiental para el Manejo y Gestión de la subcuenca, podría ser el mecanismo ideal, el cual será inyectado financieramente por medio del mecanismo de Compensación por Servicios Ambientales. Sin embargo este se considera un proceso de mediano a largo plazo, ya que requiere el diseño de herramientas de funcionamiento y una serie de capacitaciones en el tema a nivel local, que permitan sensibilizar a la población sobre los Bienes y Servicios Ambientales que genera el buen manejo de la subcuenca; y de esta forma operativizar el modelo de gestión financiera para el manejo de los recursos naturales de la unidad hidrográfica.

El financiamiento del Plan de Manejo y Gestión Integral de la subcuenca debe iniciar con la definición de actividades prioritarias, para lo cual con la base de los componentes de los cinco Programas propuestos, se someterá a una valoración (ponderada con parámetros definidos por los actores sociales). Estas son actividades inmediatas o de corto plazo. En cada inversión se debe definir el mecanismo de compensación, repago o devolución de beneficios (mano de obra, materiales) para no descapitalizar el Fondo Ambiental. Para el caso de fondos competitivos se podrá utilizar la modalidad de bancos comunales o cajas rurales.

Para las actividades de mediano y largo plazo, estas se implementarán conforme a la gestión de nuevos recursos y aquellos provenientes de las externalidades que genere la subcuenca.

10. PRESUPUESTO

Para determinar el presupuesto total del Plan de Manejo y Gestión Integral de la subcuenca del Río Tapacalí, se tomaron en cuenta los costos de los cinco Programas y sus componentes. Con la sumatoria de los costos de cada uno de los componentes que se incluyen en los cinco Programas, se obtuvo el costo de cada Programa en particular. El costo total del Plan se obtuvo de la sumatoria de los costos parciales de los cinco Programas, para un horizonte de 12 años.

Cuadro 138. Costo de Componentes y Programas del Plan de Manejo y Gestión Integral de la subcuenca del Río Tapacalí.

| Programa | Componente | Costo Total | % |
|---|--|---------------------|---------------|
| Gestión Ambiental | Manejo integral sostenido y ambientalmente adecuado de desechos sólidos | 557,000.00 | 11.3 |
| | Guardería Ambiental | 104,000.00 | 2.11 |
| | Reforestación de áreas críticas a deslizamientos, zonas de recarga hídrica y bosque de galería | 396,000.00 | 8.02 |
| | Ordenamiento Ambiental Territorial | 14,000.00 | 0.28 |
| | Ecoturismo | 300,000.00 | 6.1 |
| Sub-Total | | 1,371,000.00 | 27.81 |
| Gestión Integrada de Recursos Hídricos | Monitoreo Hídrico | 66,000.00 | 1.33 |
| | Descontaminación del Río Tapacalí y sus tributarios | 40,000.00 | 0.81 |
| | Fortalecimiento de Comités de Agua Potable y Saneamiento | 36,000.00 | 0.73 |
| | Cosecha de agua | 600,000.00 | 12.2 |
| Sub-Total | | 742,000.00 | 15.07 |
| Gestión de Riesgo y Adaptación al Cambio Climático | Fortalecimiento Local en Gestión de Riesgo y Adaptación al Cambio Climático | 300,000.00 | 6.1 |
| | Fortalecimiento institucional del Comité de la subcuenca | 144,000.00 | 2.92 |
| | Sistema de Alerta Temprana | 6,000.00 | 0.12 |
| | Manejo agroecológico y diversificación de fincas | 2,210,512.40 | 44.78 |
| Sub-Total | | 2,660,512.40 | 53.92 |
| Educación Ambiental | Educación Ambiental y Capacitación Plan de Gestión Ambiental Escolar | 120,000.00 | 2.43 |
| Investigación Ambiental | | 42,000.00 | 0.85 |
| Total | | 4,935,512.40 | 100.00 |

11. SISTEMA DE MONITOREO, SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN

Línea Base del Plan de Manejo y Gestión Integral de la subcuenca del Río Tapacalí

El objetivo de elaborar la Línea Base del Plan de Manejo y Gestión Integral de la Subcuenca del Río Tapacalí, es definir un set mínimo de indicadores que permitan valorar la gestión y acción integral en la unidad hidrográfica; ya que durante el proceso de intervención se irán produciendo resultados, productos, cambios y efectos en el corto, mediano y largo plazo.

La Línea Base es el marco de referencia cualitativo y cuantitativo que sirve para poder analizar los impactos y cambios a nivel fisicobiológico y socioeconómico, relacionados con la implementación de actividades de un plan o proyecto (CATIE, 1999). También se conceptualiza como el escenario inicial frente al cual se comparan los resultados que tiene una intervención o investigación que busca

contribuir al desarrollo y permite después medir el impacto en el futuro estableciendo indicadores (CIAT, 1999).

En los proyectos de manejo de cuencas, proyectos ambientales y de recursos naturales, los cambios e impactos, se producen a mediano o largo plazo, sin embargo es importante monitorear los procesos y resultados intermedios, para establecer los ajustes necesarios y sustentar la intensidad de las acciones en determinados componentes con el fin de asegurar los productos esperados.

El Plan de Manejo y Gestión Integral de la subcuenca debe considerar el punto de partida o condición base para realizar la comparación al final de los procesos, o sea, cuáles han sido los impactos logrados.

Monitoreo del Plan

Monitoreo interno

El monitoreo del Plan de Manejo y Gestión Integral de la subcuenca del Río Tapacalí es un elemento central en el enfoque propuesto. El manejo participativo y empoderamiento de los actores sociales de la subcuenca con el liderazgo del Comité de la subcuenca y de los Gobiernos Municipales que comparten el territorio de la unidad hidrográfica, es fundamental y clave.

Las herramientas de monitoreo y evaluación se implementarán en forma participativa. Más que un requisito, el monitoreo y evaluación a diferentes niveles es una herramienta clave para el análisis y toma de decisiones. Esto es aún más necesario cuando se trata de un Plan de Manejo y Gestión Integral que involucra la participación de múltiples actores sociales y Gobiernos Municipales, por lo que es necesario diferenciar entre varios niveles de monitoreo y evaluación:

- ✓ Del Plan de Manejo y Gestión Integral en su desempeño e impactos a través de sus indicadores y productos a diferentes niveles.
- ✓ De la subcuenca y su progreso hacia la sostenibilidad.

Monitoreo del desempeño e impactos del Plan

Este se debe realizar acorde con un plan de monitoreo ajustado a los objetivos, actividades e indicadores. El plan de monitoreo será estructurado en un primer momento para dar las pautas generales. Este plan de monitoreo será precisado y ajustado con los actores sociales acorde con las prioridades y definiciones específicas; y debe incluir los siguientes aspectos:

- ✓ Monitoreo de indicadores del objetivo del Plan. Para ello, será necesario considerar la información contenida en el Documento de Línea Base de la subcuenca y la programación de evaluaciones semestrales.

- ✓ Monitoreo de indicadores de los objetivos específicos que permitirán, cada seis meses, analizar y reportar los avances, dificultades y perspectivas, a ser presentados al Comité de la subcuenca y las comunidades seleccionadas para la intervención de los componentes contenidos en los cinco Programas propuestos.
- ✓ Monitoreo de productos de los componentes contenidos en los cinco Programas propuestos.

Monitoreo y evaluación de la sostenibilidad de la subcuenca

Este monitoreo es uno de los productos a ser generados por el Plan de Manejo y Gestión Integral de la subcuenca y está asociado a actividades de organización para la ejecución e implementación del Plan.

El diseño y aplicación de un sistema de monitoreo y evaluación de un área tiene como propósitos, i) Determinar estado/tendencias en cuanto a su sostenibilidad, de conservación de los recursos y desarrollo de las comunidades y actores de una zona determinada, lo cual implica disponer de la evaluación de una situación de referencia, ii) Medir impactos de acciones antropogénicas y eventos naturales sobre el sistema, iii) Medir progreso de la zona hacia la visión (objetivos estratégicos) definida a largo plazo, y iv) Ayudar en la gestión del sistema por parte de los tomadores de decisión a todos los niveles.

Diseñar un sistema de monitoreo y evaluación de la sostenibilidad de un área consiste en construir un conjunto articulado de indicadores a los cuales se le da un seguimiento en el tiempo y en el espacio, y cuya interpretación en momentos definidos, implica poner un juicio de valor. El fin de todo este proceso es disponer de criterios e información transparente y consensuada para orientar la toma de decisiones.

El monitoreo a nivel de la subcuenca del Río Tapacalí, deberá partir de una estructura global que permita una articulación conceptual y operativa de los análisis a ser realizados. En forma general, el sistema de monitoreo y evaluación de la sostenibilidad establecerá que se evalúe el progreso en áreas seleccionadas y de intervención, hacia una visión de largo plazo. Este sistema de monitoreo definirá y valorará en forma cuantitativa o cualitativa los aspectos indicativos, variables e indicadores por dimensión, y deberá conducir a un proceso de agregación de indicadores.

En todo este proceso, la participación y definición de criterios y el análisis por parte de los actores sociales es fundamental y es la base para fortalecer sus capacidades en el análisis integrado de diferentes variables/indicadores y niveles espaciales.

Monitoreo de Programas de inversión a nivel local

Este monitoreo está asociado a actividades/componentes implementados con base en la ejecución de los Programas propuestos en el Plan.

La implementación de Programas de inversión mediante el Fondo Ambiental o de inversión, como medios que permitan mejorar el manejo de los recursos naturales y la situación socioeconómica de las familias es parte de la estrategia de implementación del Plan de Manejo y Gestión Integral de la subcuenca.

Por ello, a nivel de las actividades/componentes de los cinco Programas propuestos en el Plan de Manejo y Gestión Integral de la subcuenca, se pretende definir mecanismos de aprobación, seguimiento y evaluación de dichos Programas. En este proceso, es de vital importancia la toma de decisiones por parte de los actores sociales y organizaciones presentes en la subcuenca, como parte de los procesos de empoderamiento y fortalecimiento de capacidades locales. Además, será necesario definir y generar pautas, procedimientos y herramientas para dar seguimiento a los Programas financiados acorde con las diferentes estrategias de intervención definidas.

Auditorías internas y externas

La ejecución financiera a través de la implementación de los Programas del Plan de Manejo y Gestión Integral de la subcuenca, requieren de una administración eficiente y transparente de los fondos, así como también de los componentes de los Programas que sean gestionados y ejecutados. Estas acciones pueden ser apoyadas mediante la contratación de servicios profesionales de Auditores (Contador Público Autorizado por la Controlaría General de la República) para el caso de auditorías internas y/o servicios de un Consultor Externo para realizar auditoría externa.

Reuniones anuales

La entidad ejecutora (Comité de la subcuenca) del Plan de Manejo y Gestión Integral de la subcuenca del Río Tapacalí, debe definir una agenda de reunión anual, con amplia participación de los actores sociales. En estas reuniones se presentarán los avances, problemas encontrados, limitantes y se identificarán las soluciones pertinentes. Además se deben presentar informes anuales y el Plan Operativo del año siguiente. La fecha sugerida es durante el último mes del ejercicio anual de actividades. En esta reunión se debe levantar un Acta de Acuerdos que refleje las recomendaciones y observaciones para el mejor desempeño del Plan del de Manejo y Gestión Integral de la subcuenca.

Informes

La entidad ejecutora (Comité de la subcuenca) del Plan de Manejo Integral de la subcuenca del Río Tapacalí, deberá presentar informes mensuales y anuales en los cuales se refleje el cumplimiento de los objetivos y las metas establecidas en el Plan. Estos informes deben ser presentados a los actores sociales y Gobiernos Municipales que comparten el territorio de la subcuenca; y demás sectores externos involucrados en la gestión del desarrollo de la subcuenca en general.

Evaluaciones y retroalimentación

Durante el plazo de ejecución (12 años) del Plan de Manejo y Gestión Integral de la subcuenca del Río Tapacalí, el Comité de la subcuenca a cargo de la implementación del Plan debe realizar dos evaluaciones anuales. Esta actividad permitirá conocer los logros, avances, impactos y realizar ajustes basados en el nivel de cumplimiento y la evaluación del impacto de los Programas propuestos en el Plan de Manejo y Gestión Integral de la subcuenca.

Cuadro 139. Set mínimo de indicadores para el Manejo y Gestión de la subcuenca del Río Tapacalí.

| Indicador | VARIABLES/ELEMENTOS DE ANÁLISIS | Instrumento y forma de medición | Escala espacial de medición | Escala temporal de medición |
|--|--|---|--|-------------------------------------|
| Disponibilidad de agua en cantidad y calidad | Variación de caudales (mínimo y máximo m ³ /seg) en fuentes y salida de la subcuenca | Correntómetro/molinete, aforos, sonda piezométrica, batimetría Balance hídrico | Fuentes, pozos y cauce principal del Río Tapacalí | Anual en época de verano e invierno |
| | Características físicas (color, olor, turbidez, sedimentos) y contaminación bacteriológica | Metodologías visuales y tubo de ensayo Determinación de coliformes fecales Indicadores biológicos (Biomonitoreo) | Fuentes, pozos, Río Tapacalí y afluentes | Anual en época de verano e invierno |
| Cobertura vegetal permanente y régimen de uso apropiado en zonas críticas | Extensión, forma y grado de protección de zonas de recarga hídrica y zonas riparias (bosque de galería) | Mapeo de la vegetación por transeptos, fotos aéreas, imágenes de satélite, fotos desde puntos estratégicos | Zonas de recarga hídrica de principales fuentes de agua Zonas riparias en los bordes del cauce del Río Tapacalí y sus afluentes | Anual |
| | Áreas afectadas por incendios forestales y quemadas agrícolas | Mapeo de la vegetación por transeptos, fotos aéreas, imágenes de satélite, fotos del daño in situ, registro de la magnitud de incendios | Finca Comunidad Microcuenca | Anual |
| | Áreas en reforestación, regeneración natural, manejo de bosques y agroforestería | Mapeo de la vegetación, fotos aéreas, registro de áreas reforestadas, encuesta a productores/as | Finca, Comunidad, Microcuenca, Zonas críticas de pendientes con alto riesgo de deslizamiento y erosión | Bianual |
| Patrones de producción amigables con el medio ambiente | Uso y manejo responsable de agroquímicos (plaguicidas y fertilizantes) en zonas de recarga hídrica, fuentes de agua y unidades de producción (finca) | Encuesta a productores/as | Zona de recarga hídrica Fuentes de agua Finca | Anual |
| | Implementación de tecnologías para el uso eficiente del agua y de energía (Cosecha de Agua, Cocina Mejorada, Bosquete Energético) | Observaciones directas Registro Encuesta a productores/as | Microcuenca Comunidad | Anual |

| Indicador | Variables/Elementos de Análisis | Instrumento y forma de medición | Escala espacial de medición | Escala temporal de medición |
|---|---|---|-----------------------------|-----------------------------|
| Patrones de producción amigables con el medio ambiente | Fincas con producción integrada, orgánica, OCSA y agrobiodiversidad | Observaciones directas Registro Encuesta a productores/as | Microcuenca Finca | Anual |
| Incidencia del manejo sostenible de desechos sólidos (basura) en la salud ambiental | Manejo sostenible de desechos sólidos y condiciones de higiene sanitaria | Observaciones directas Registro Encuesta a pobladores | Microcuenca Comunidad | Semestral |
| | Frecuencia de enfermedades humanas de origen hídrico | Registro de Centro de Salud | Microcuenca Comunidad | Semestral |
| Riesgo a inundaciones, sequía y deslizamientos de tierra | Eventos hidrometeorológicos extremos Variaciones climáticas Vulnerabilidad de terrenos Estabilidad de terrenos y pendientes Grado de protección del suelo Zonificación y cambios de uso de la tierra | Registro de Estaciones Meteorológicas Limnímetros Sistema de Alerta Temprana Observaciones directas | Microcuenca Comunidad | Anual |
| Nivel de organización y participación de actores sociales locales en procesos de cogestión de la subcuenca | Funcionamiento eficiente del Comité de la subcuenca | Libro de Actas del Comité de la subcuenca Reuniones Ordinarias y Extraordinarias de la Junta Directiva del Comité de la subcuenca | Comité de la subcuenca | Anual |
| | Conformación de Comités Locales a nivel de microcuenca | Asamblea General de Usuarios y Usuarías Actas de conformación de Comités Locales de microcuenca | | |
| | Grado de óptima articulación de organizaciones locales e instituciones públicas en la incidencia para el manejo y gestión de la subcuenca | Registro de actores sociales Organizaciones comunitarias o municipales que realizan actividades de manejo y gestión en la subcuenca (CAPS, UGAM, COLOPRED, GFCV) Convenios Intermunicipales, Mancomunidad, Alianzas Público-Privada | Municipio | Anual |

| Indicador | VARIABLES/ELEMENTOS DE ANÁLISIS | Instrumento y forma de medición | Escala espacial de medición | Escala temporal de medición |
|---|---|---|---------------------------------------|-----------------------------|
| Nivel de organización y participación de actores sociales locales en procesos de cogestión de la subcuenca | Implementación de acciones prioritarias de interés colectivo para la protección y gestión del Riesgo Ambiental, Adaptación al Cambio Climático y Manejo y Restauración de Ecosistemas | Plan Anual de Cogestión Registros | Municipio Comunidad Microcuenca | Anual |
| | Frecuencia y resolución de conflictos sobre el uso del agua | Acuerdos entre usuarios y usuarias Mesas de Concertación Ambiental | Comunidad Microcuenca | Anual |
| Políticas y normas locales o nacionales para el manejo y gestión de la subcuenca | Vigencia, operatividad, y cumplimiento de ordenanzas municipales y leyes nacionales para la protección ambiental y de la subcuenca (Gobernanza y Gobernabilidad Ambiental) | Actas Publicaciones Observación directa Grupo focal | Municipio Comité de la subcuenca | Anual |
| | Elementos de manejo de la subcuenca incorporados en el Plan de Desarrollo Municipal, Plan de Ordenamiento Territorial Municipal, Plan Ambiental Municipal, Plan Municipal de Gestión de Riesgo y Estrategia Municipal de Adaptación al Cambio Climático | Registros Plan Anual de Inversión Municipal Plan de Ordenamiento Territorial Municipal Plan Municipal de Gestión de Riesgo Plan Ambiental Municipal Estrategia Municipal de Adaptación al Cambio Climático | Municipio Comité de la subcuenca | Anual |
| | Mecanismos de financiamiento o Fondo Ambiental para el manejo de la subcuenca | Registros contables Cuenta bancaria Donaciones recibidas Aporte municipal Mesa de cooperantes | Municipio Comité de la subcuenca | Anual |
| Fortalecimiento de capacidades locales | Jornadas de capacitación, sensibilización, concienciación y ciudadanía ambiental Promotoría Ambiental Solidaria Jornadas de capacitación técnica a productores/as Transferencia de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y Buenas Prácticas Medioambientales (BPMA) | Encuestas Sondeos Informes de capacitación Informes de seguimiento | Comunidad Microcuenca Finca | Anual |

ANEXOS

A1. Lista de Indicadores de Calidad de Recursos Naturales

➤ **AGUA**

▪ **Fuentes de agua**

1. Existe solamente una fuente de agua que abastece a toda la población de la comunidad o la comunidad depende de otra comunidad para abastecerse de agua
2. Existen varias fuentes de agua para abastecer a la población toda la comunidad
3. La comunidad tiene suficientes fuentes para abastecer a toda la población y habitantes de otra (s) comunidad(es) vecina (s)

▪ **Disponibilidad de agua en verano**

1. En el verano se secan todas las quebradas, el río y las fuentes de agua que existen en la comunidad
2. En el verano hay muy poca agua en las quebradas, el río y las fuentes que existen en la comunidad
3. En el verano no se secan las quebradas, el río y no hay escasez de agua en la comunidad

▪ **Fuentes de contaminación del río**

1. Existen varias fuentes de contaminación que afectan la calidad del agua del río y/o quebradas
2. Solamente hay una fuente de contaminación que afecta la calidad del agua del río y/o quebradas
3. No existen fuentes de contaminación que afecten la calidad de agua del río y/o quebradas

▪ **Acceso a un proyecto de agua potable**

1. En la comunidad no existe un proyecto de agua potable
2. La mitad de las familias de la comunidad tienen acceso a un proyecto de agua potable
3. Todas las familias de la comunidad tienen acceso a un proyecto de agua potable

▪ **Calidad del agua para uso doméstico**

1. Es mala, tiene un sabor, olor y color malo y está contaminada y sucia
2. Es regular, tiene un sabor, olor y color regular, pero se ha notado que de vez en cuando está contaminada
3. Es buena, tiene un sabor bueno y un color y olor normal, no hay contaminación

➤ **BOSQUE Y FAUNA SILVESTRE**

▪ **Area de bosque**

1. No existen áreas boscosas en la comunidad
2. Existen pocas áreas boscosas en la comunidad
3. Hay abundantes áreas boscosas de gran extensión en la comunidad

- **Diversidad de especies de árboles**

1. Solo se encuentran algunas especies de árboles en la comunidad
2. Existe bastante diversidad de especies arbóreas en la comunidad, pero algunas están desapareciendo
3. Existe gran diversidad de especies de árboles en la comunidad

- **Abastecimiento de leña**

1. Existe escasez de leña en la comunidad para satisfacer las necesidades de todas las familias
2. Es bastante difícil obtener leña para satisfacer las necesidades de las familias, las familias se tienen que abastecer de leña de otras comunidades
3. Existe suficiente leña en la comunidad para satisfacer las necesidades de todas las familias y de familias de otras comunidades vecinas

- **Áreas reforestadas**

1. No existe ninguna actividad o iniciativa de reforestación en la comunidad
2. Existe por lo menos un proyecto de reforestación en la comunidad
3. Existen varias actividades de reforestación en la comunidad

- **Participación de la comunidad en actividades de reforestación**

1. Ninguno o pocos productores (as) de la comunidad participan actualmente en actividades o iniciativas de reforestación
2. La mitad de los productores (as) de la comunidad participan actualmente en actividades o iniciativas de reforestación
3. La mayoría de los productores (as) de la comunidad actualmente participan en actividades o iniciativas de reforestación

- **Extracción de madera**

1. Actualmente se extrae mucha madera de árboles de la comunidad
2. Actualmente poca madera se extrae de los árboles que existen en la comunidad
3. Actualmente no se extrae madera de los árboles existentes en la comunidad

- **Diversidad de animales silvestres**

1. Existe muy poca diversidad de animales silvestres en la comunidad
2. Todavía existen animales silvestres en la comunidad pero solamente algunas especies
3. Existe diversidad y abundancia de animales silvestres en la comunidad

- **Promoción de Conservación de Fauna Silvestre (CFS)**

1. En la comunidad no existen proyectos/instituciones que promuevan acciones de CFS
2. En la comunidad existe algún proyecto/institución que promueva acciones de CFS
3. En la comunidad existen varios proyectos/instituciones que promuevan acciones de CFS

➤ SUELOS

▪ Fertilidad del suelo

1. El suelo es pobre. Sin abono, no se produce nada, ni maíz ni frijol
2. El suelo es poco fértil. Sin abono no se produce maíz. Sólo el frijol produce sin abono
3. El suelo es fértil. No necesita abono

▪ Profundidad de la capa fértil

1. La capa fértil es menor de 2 pulgadas, es muy delgada
2. La capa fértil tiene entre 2 y 5 pulgadas de espesor
3. La capa fértil tiene más de 5 pulgadas, es profunda

▪ Color del suelo mojado

1. La tierra es rojiza, amarillo claro, anaranjado, gris claro o café claro
2. La tierra es color café, gris o blanca
3. La tierra es negra, café oscuro o gris oscuro

▪ Estructura del suelo

1. El suelo es polvoso o forma terrones grandes
2. El suelo forma terrones de tamaño mediano
3. El suelo es suelto y está formado por terrones pequeños que se deshacen fácilmente

▪ Textura del suelo

1. El suelo es demasiado arenoso, barrialoso, cascajoso o pedregoso
2. El suelo es arenoso o barrialoso, pero sin problemas para cultivarlo
3. El suelo es franco o suelto

▪ Infiltración del agua

1. El suelo no absorbe agua. El agua se encharca o corre por encima después de las lluvias
2. El agua penetra al suelo lentamente. Después de las lluvias, corre un poco por encima
3. El agua penetra rápidamente al suelo y no se encharca

▪ Retención de agua

1. La tierra se seca rápidamente después de una lluvia
2. La tierra queda húmeda o mojada por unos 10 días
3. La tierra queda húmeda o mojada por más de 10 días

▪ Erosión

1. La erosión es fuerte, mucha tierra se lava y se va por abajo
2. La erosión es moderada
3. No hay erosión

- **Huellas de erosión superficial**

1. Actualmente se observan muchas huellas de erosión
2. Actualmente se observan pocas huellas de erosión
3. Actualmente no se observa ninguna huella de erosión

- **Adopción de prácticas de CSA**

1. Pocos o ninguno de los productores (as) de la comunidad adoptan obras de CSA en sus parcelas
2. La mitad de los productores (as) de la comunidad adoptan obras de CSA en sus parcelas
3. La mayoría de los productores (as) de la comunidad adoptan obras de CSA en sus parcelas

- **Diversidad de prácticas de CSA**

1. No se observan practicas en las parcelas de los productores (as) de la comunidad
2. Hay pocas prácticas de CSA en las parcelas de los productores (as) de la comunidad
3. Existe diversidad de prácticas de CSA en las parcelas de los productores (as) de la comunidad

- **Rango de pendiente**

1. La mayor parte de los terrenos de la comunidad tienen pendiente de más de 30%
2. La mayor parte de los terrenos de la comunidad tienen pendiente de 10-30%
3. La mayor parte de los terrenos de la comunidad tienen pendiente menor de 10%

➤ **ACTIVIDADES AGROPECUARIAS**

- **Diversidad de cultivos**

1. Predominan uno o dos cultivos en las parcelas de los productores (as) de la comunidad
2. Se encuentran tres o cuatro cultivos principales en las parcelas de los productores (as) de la comunidad
3. Existen cinco o más cultivos principales en las parcelas de los productores (as) de la comunidad

- **Plagas y enfermedades**

1. Los principales cultivos de la comunidad siempre se ven afectados por plagas y enfermedades
2. Los principales cultivos de la comunidad se ven pocos afectados por plagas y enfermedades
3. Los principales cultivos de la comunidad no se ven afectados por plagas y enfermedades

- **Cambios en el rendimiento**

1. Los rendimientos de los principales cultivos de la comunidad son menores que los de hace 5 años
2. Los rendimientos de los principales cultivos de la comunidad son iguales a los de hace 5 años
3. Actualmente los rendimientos de los principales cultivos de la comunidad son altos comparados con los de hace 5 años

- **Estructuras adecuadas de almacenamiento de granos**

1. La mayoría de los productores (as) de la comunidad no cuentan con medios adecuados para almacenar sus granos
2. Algunos productores (as) de la comunidad cuentan con medios adecuados para almacenar sus granos
3. La mayoría de los productores (as) cuentan con medios adecuados para almacenar sus granos

- **Cobertura de pastos**

1. Gran parte de los terrenos de la comunidad están cubiertas con pastos
2. Los pastos ocupan la mitad del área de la comunidad
3. Existen pocas áreas de pastos en la comunidad

- **Calidad de los pastos**

1. Las áreas de pastos de la comunidad están en mal estado, no hay manejo de los pastos
2. Las áreas de pastos de la comunidad están en estado regular, a algunos se les dan un buen manejo, otros no reciben manejo adecuado
3. Las áreas de pastos de la comunidad están todas en buen estado, existe también diversidad de pasturas y pastos mejorados

- **Actividad ganadera**

1. Menos de 5 productores (as) en la comunidad se dedican a la actividad ganadera
2. Entre 5 y 10 productores (as) se dedican a la actividad ganadera en la comunidad
3. Más de 10 productores (as) se dedican a la actividad ganadera en la comunidad

- **Promoción de alimentación del ganado en verano**

1. No existen proyectos en la comunidad que promuevan la alimentación del ganado en el verano
2. Existe al menos un proyecto en la comunidad que promueve la alimentación del ganado en el verano
3. Existen proyectos en la comunidad que promueven alimentación del ganado en el verano

- **Tenencia de animales mayores**

1. Solamente pocas familias de la comunidad poseen animales mayores (ganado, bestias, mulas, caballos)
2. Más de la mitad de las familias de la comunidad poseen animales mayores
3. Todas las familias de la comunidad poseen animales mayores

- **Tenencia de animales menores**

1. Solamente unas pocas familias tienen animales menores (gallinas, cerdos, patos, cabras)
2. Más de la mitad de las familias tienen animales menores
3. Todas las familias tienen animales menores

- **Consumo de productos lácteos locales**

1. Las familias no consumen productos lácteos producidos en la comunidad, todos son vendidos fuera
2. Más de la mitad de las familias consumen productos lácteos producidos en la comunidad
3. Todas las familias consumen productos lácteos producidos en la comunidad

➤ **ACCIONES Y CONFLICTOS**

- **Presencia de organismos/proyectos**

1. No hay ninguna presencia institucional (organismos, proyectos, programas) en la comunidad
2. Existen pocos organismos, proyectos o programas, pero no todas las familias de la comunidad participan o se benefician
3. Existen varios organismos, proyectos o programas y todas las familias de la comunidad participan o se benefician

- **Acción comunitaria**

1. No existen grupos comunitarios que realizan acciones de protección de los recursos naturales
2. Existe solamente un pequeño grupo de personas o familias de la comunidad que realizan acciones de protección de los recursos naturales
3. Existen varios grupos comunitarios que realizan acciones de protección de los recursos naturales

- **Conflictos**

1. Existen varios conflictos muy serios en la comunidad sobre acceso a/y manejo de los recursos naturales
2. Existen pocos conflictos en la comunidad
3. No se presentan conflictos en la comunidad.

➤ **INFRAESTRUCTURA SOCIAL**

▪ **Luz eléctrica**

1. Las familias de la comunidad no cuenta con servicio de luz eléctrica
2. Algunas familias de la comunidad tienen servicio de luz eléctrica
3. Todas las familias de la comunidad tienen servicio de luz eléctrica

▪ **Acceso a la comunidad**

1. Los caminos de acceso a la comunidad son malos todo el tiempo (invierno, verano)
2. Los caminos de acceso a la comunidad son regulares, solamente en invierno se dificulta el acceso
3. Los caminos de acceso a la comunidad son buenos todo el año

▪ **Escuela**

1. En la comunidad no existe escuela o la que existe se encuentra en mal estado
2. El estado de la escuela de la comunidad es regular
3. La escuela de la comunidad se encuentra en buen estado

▪ **Centro de salud**

1. En la comunidad no existe centro de salud o el que existe se encuentra en mal estado y no brinda atención
2. Existe centro de salud en buen estado y la atención que brinda a la comunidad es regular
3. El centro de salud de la comunidad se encuentra en buen estado y la atención que brinda a la población es buena

▪ **Letrinización**

1. Las familias de la comunidad no poseen letrinas o las letrinas se encuentra en mal estado
2. Pocas familias de la comunidad poseen letrinas en regular estado
3. Todas las familias de la comunidad poseen letrinas que se encuentra en buen estado

▪ **Comedor infantil**

1. En la comunidad no existe comedor infantil y/o el que se encuentra esta en mal estado
2. El estado del comedor infantil de la comunidad es regular
3. El comedor infantil de la comunidad se encuentra en buen estado

➤ **NIVEL DE VIDA**

▪ **Nivel de bienestar de la familia**

1. La mayoría de las familias de la comunidad se clasifican como pobres
2. Entre el 10% y 50% de las familias de la comunidad se clasifican como pobres
3. Menos del 10% de las familias de la comunidad se clasifican como pobres

- **Tenencia de tierra**

1. Ninguna de las familias posee tierra propia para producir, solamente tienen un solar donde se ubica su vivienda
2. Más del 50% de las familias tienen tierra propia para producir y un solar donde se ubica su vivienda
3. Todas las familias poseen tierra propia para producir y un solar donde se ubica su vivienda

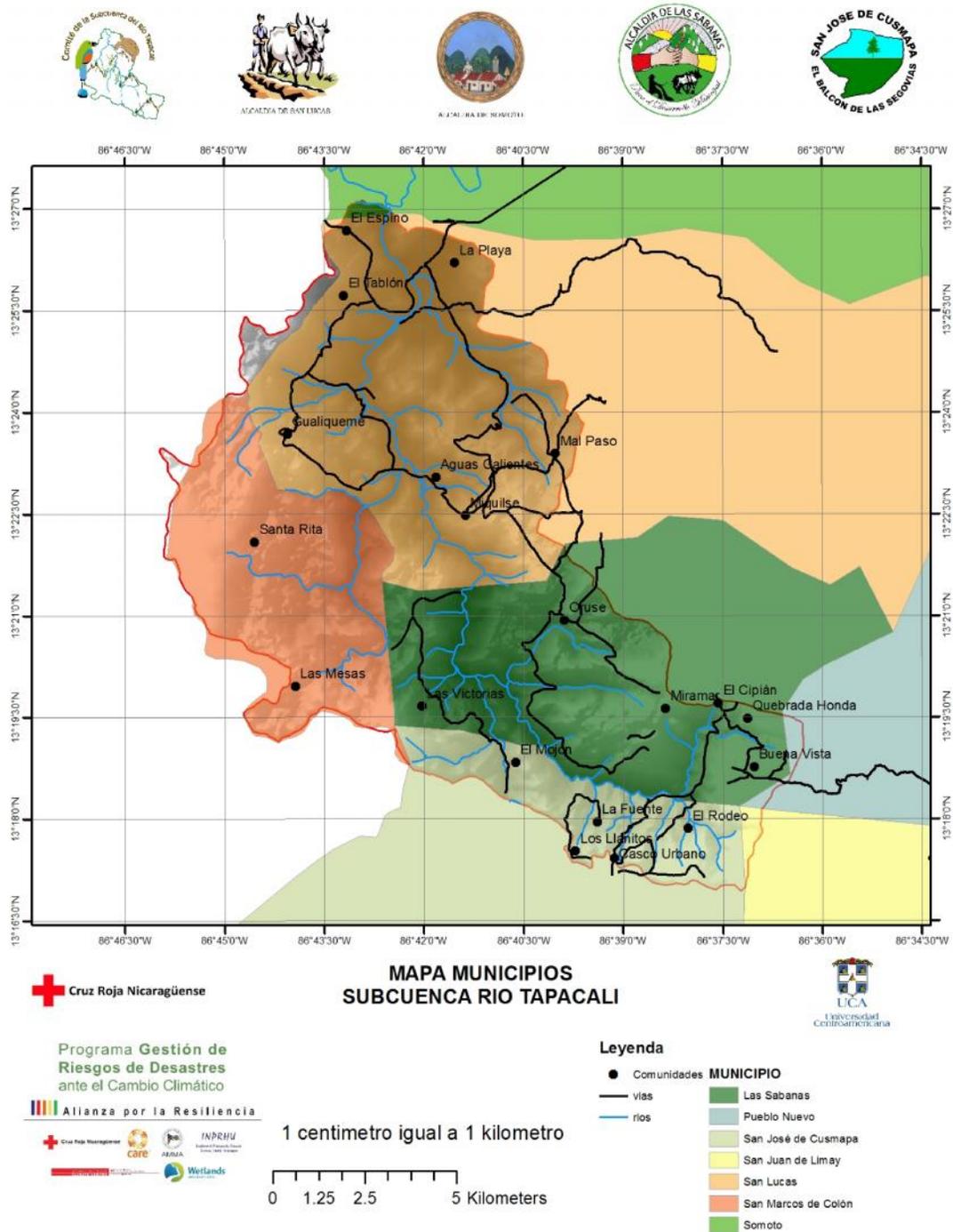
- **Nivel de escolaridad de la población**

1. Todos los habitantes de la comunidad son analfabetas
2. El 50% de los habitantes de la comunidad saben leer y escribir
3. En la comunidad no existen personas analfabetas

- **Vivienda**

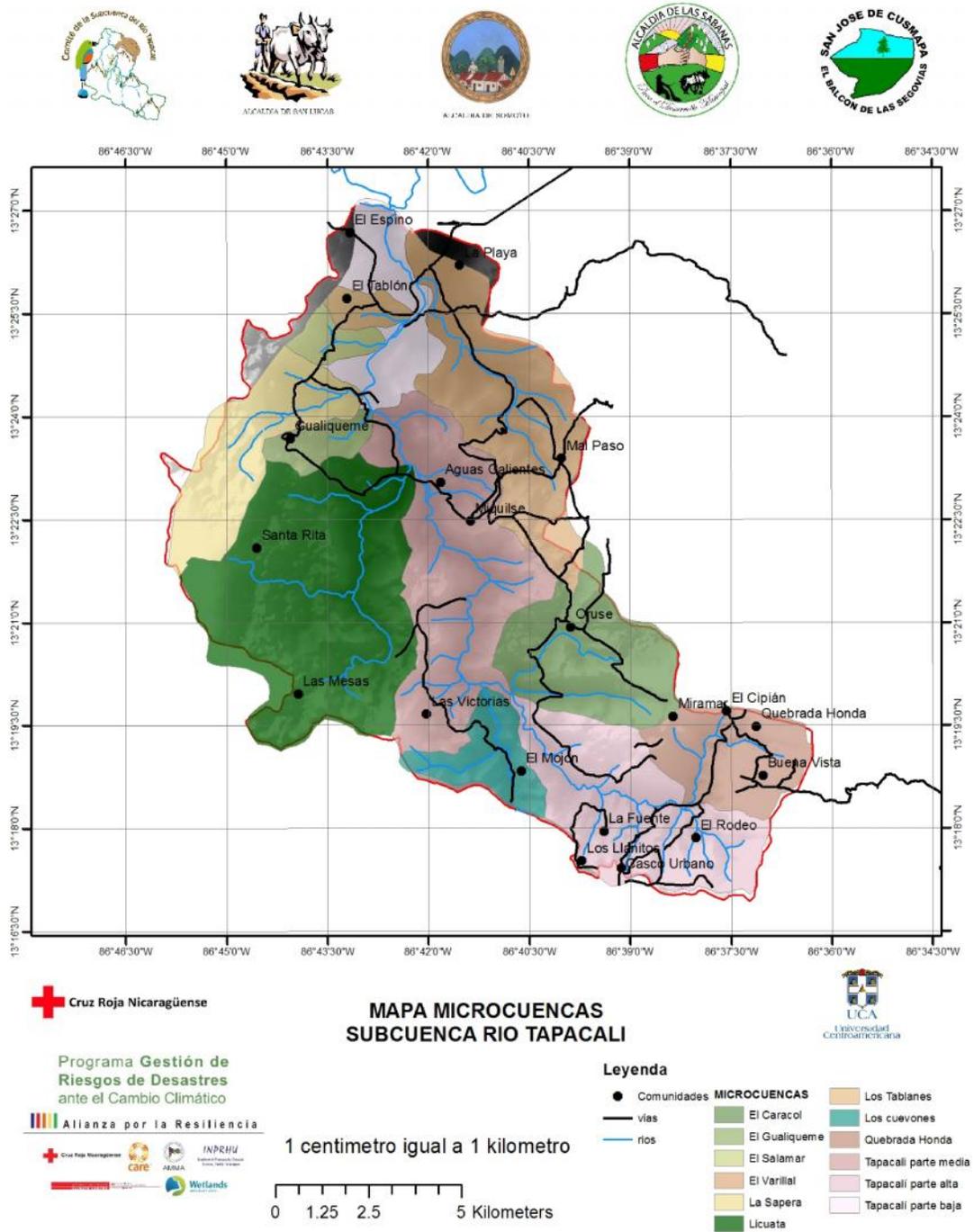
1. Todas las viviendas de la comunidad están construidas con materiales no adecuados (cartón, plástico, paja, adobe)
2. El 50% de las viviendas de la comunidad están construidas con materiales adecuados (zinc, adobe, teja, madera)
3. Todas las viviendas de la comunidad están construidas con buenos materiales de construcción (zinc, bloque, ladrillo, teja, madera)

A2. Mapa de Municipios de la subcuenca del Río Tapacalí



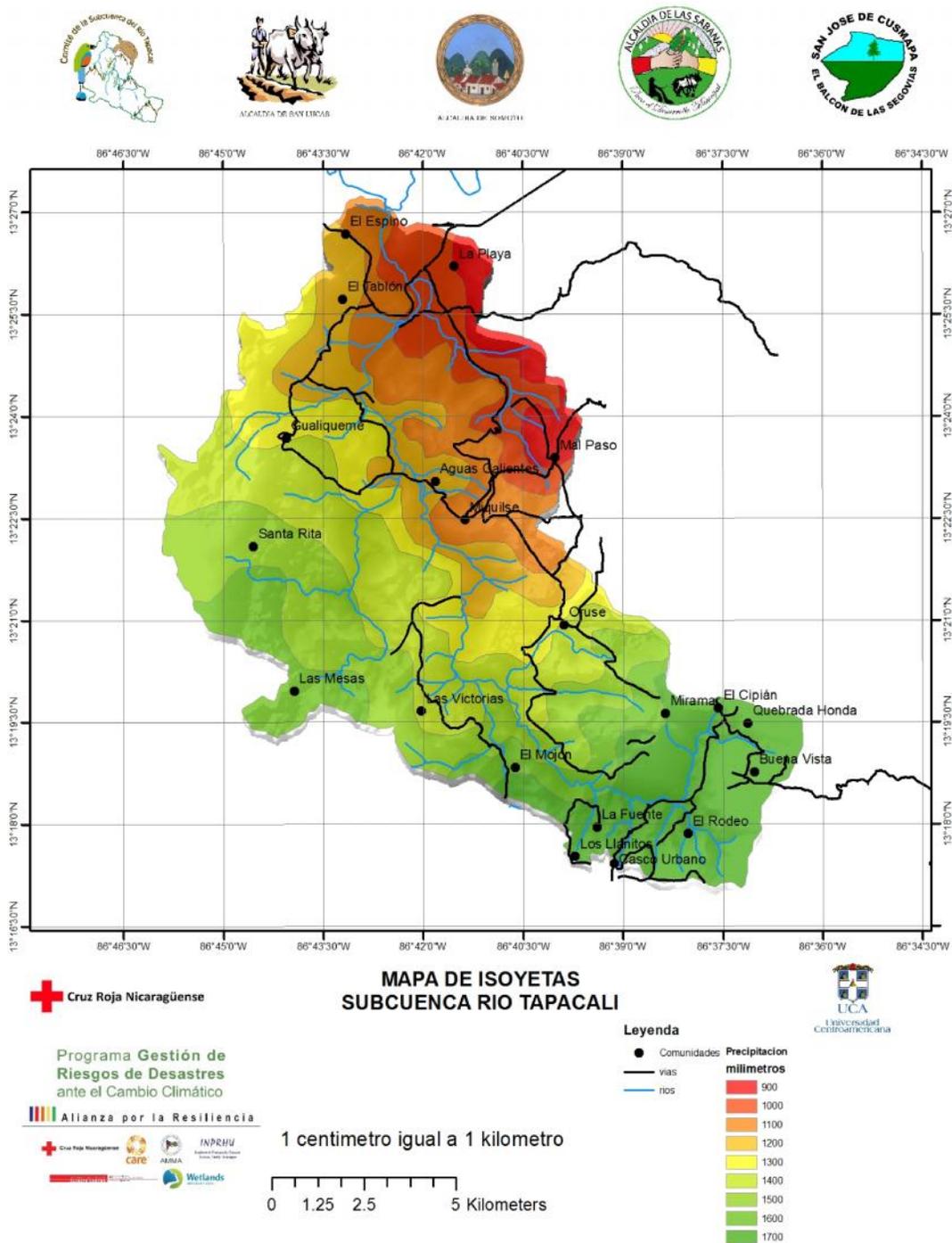
Fuente: Estudio de Calidad de Suelo de la subcuenca del Río Tapacalí, 2013.

A3. Mapa de microcuencas que conforman la subcuenca del Río Tapacalí



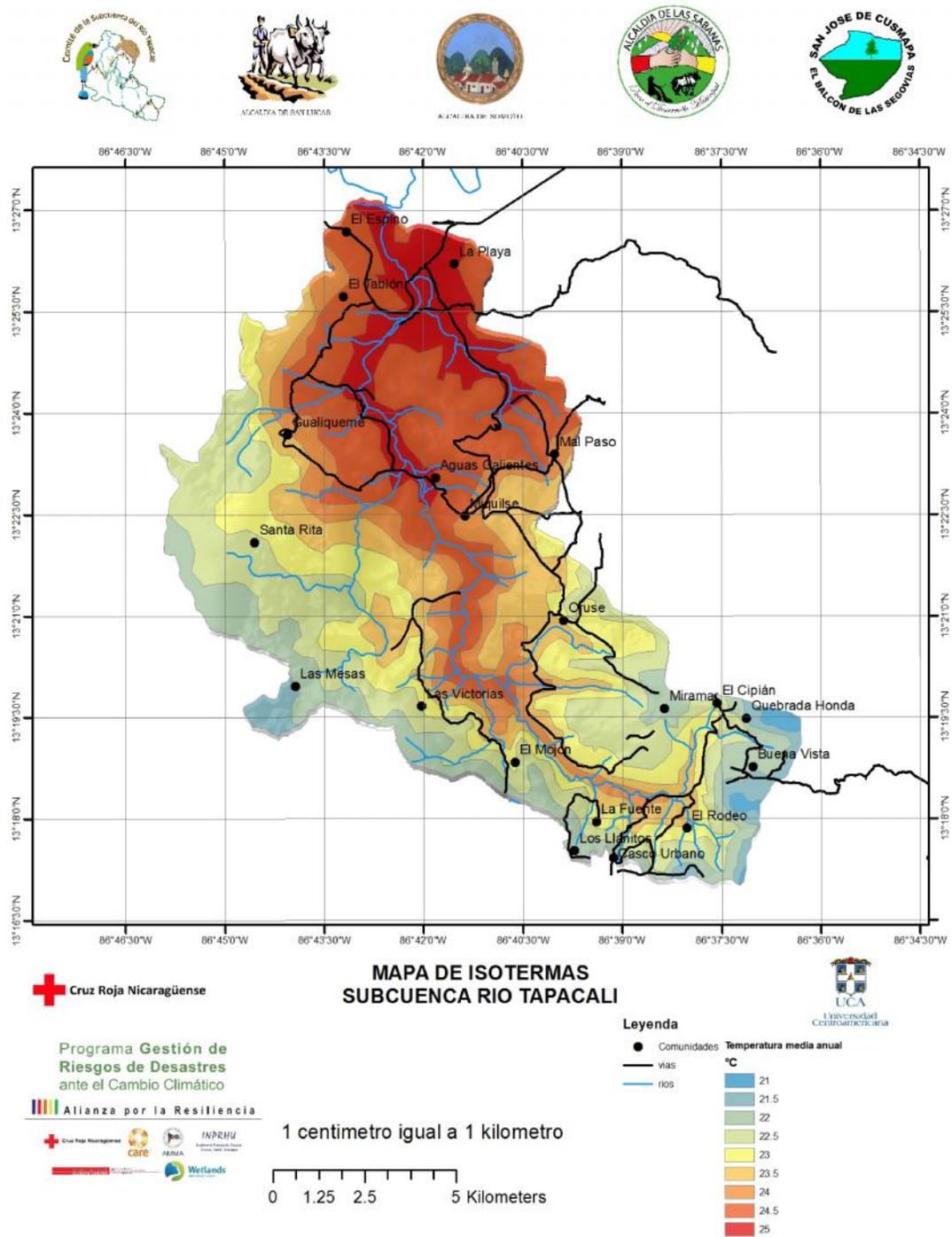
Fuente: Estudio de Caracterización de Recursos Hídricos de la subcuenca del Río Tapacalí, 2013.

A4. Mapa de isoyetas de la subcuenca del Río Tapacalí



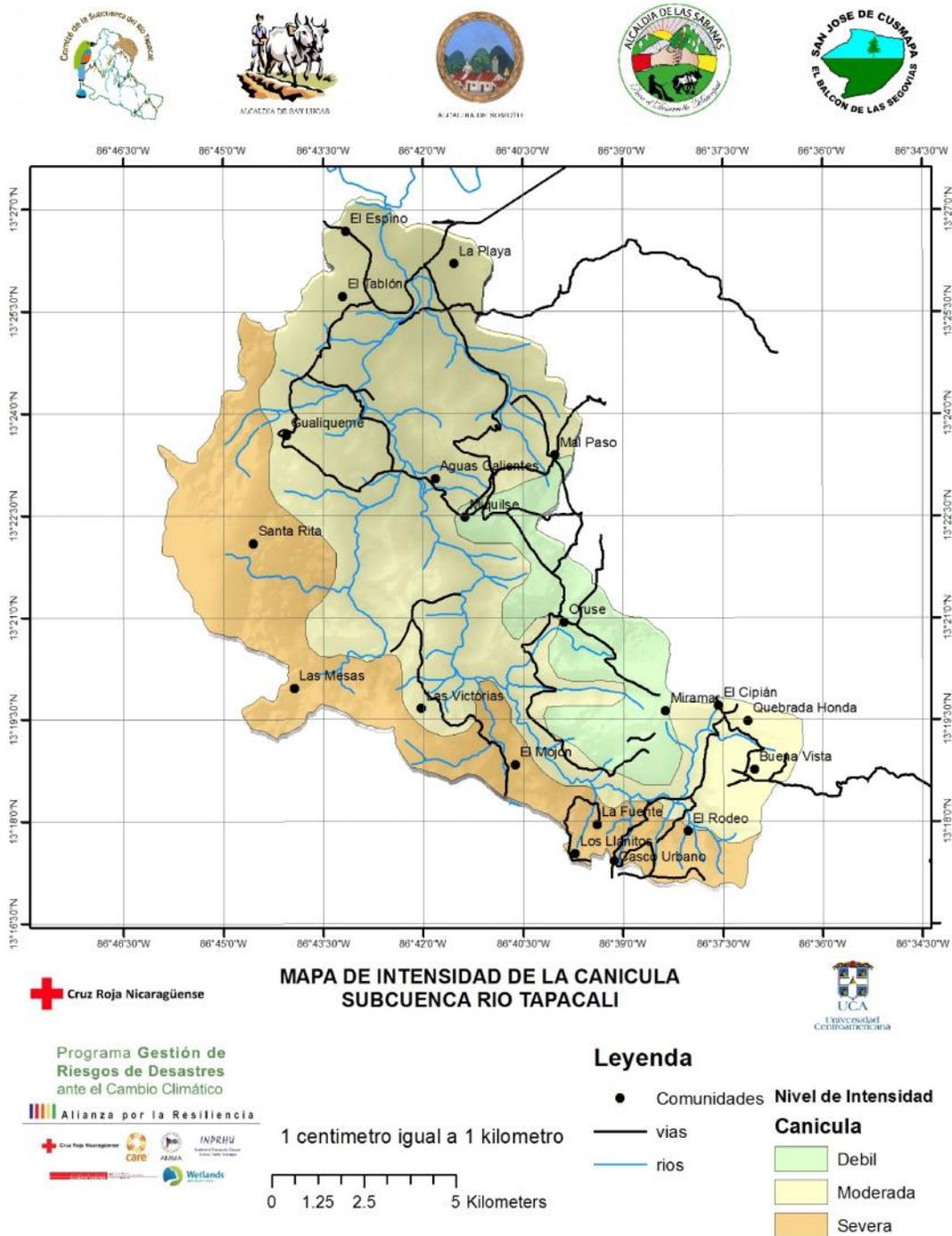
Fuente: Estudio de Agroclimático de la subcuenca del Río Tapacalí, 2013.

A5. Mapa de isotermas de la subcuenca del Río Tapacalí



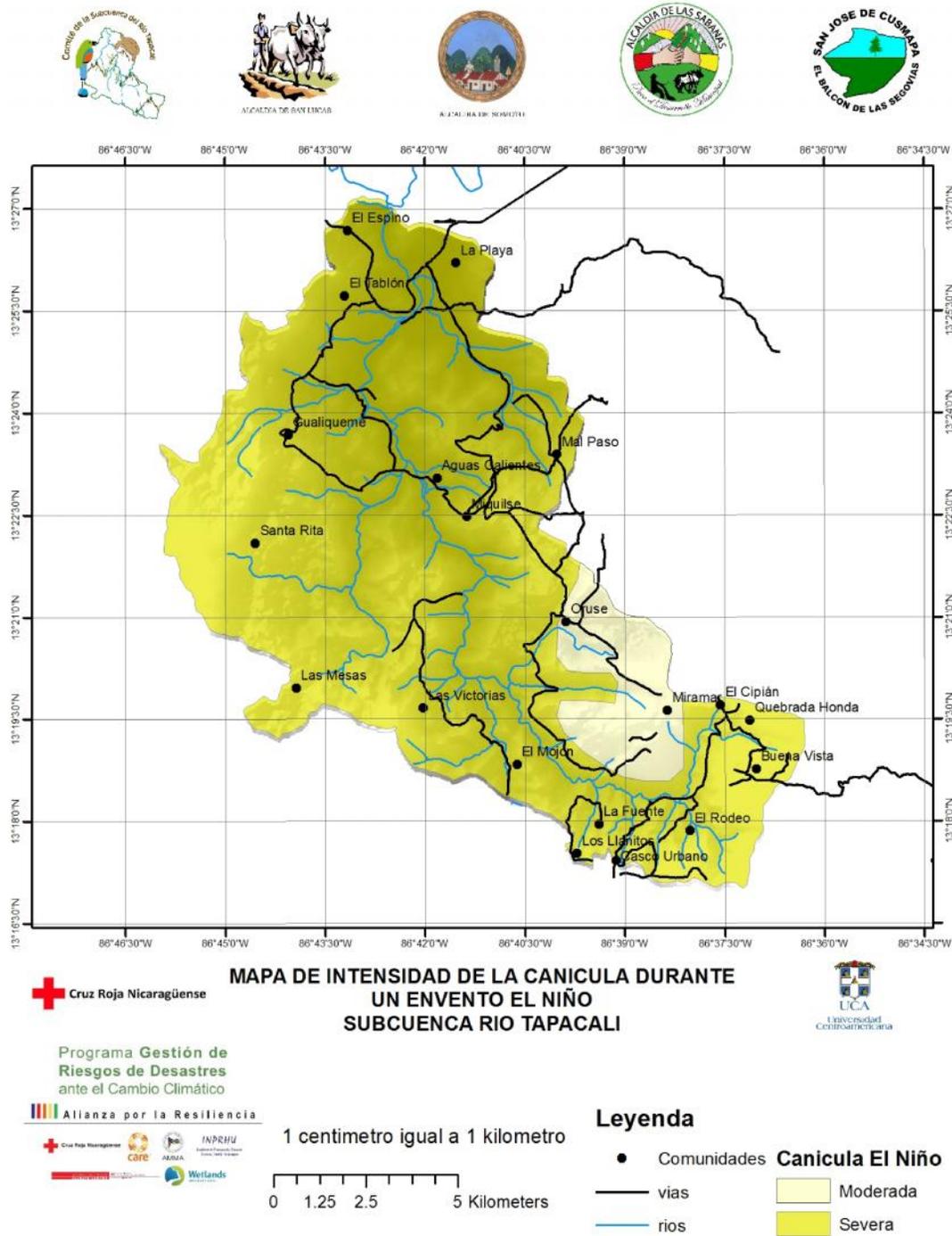
Fuente: Estudio de Agroclimático de la subcuenca del Río Tapacalí, 2013.

A6. Mapa de canícula de la subcuenca del Río Tapacalí



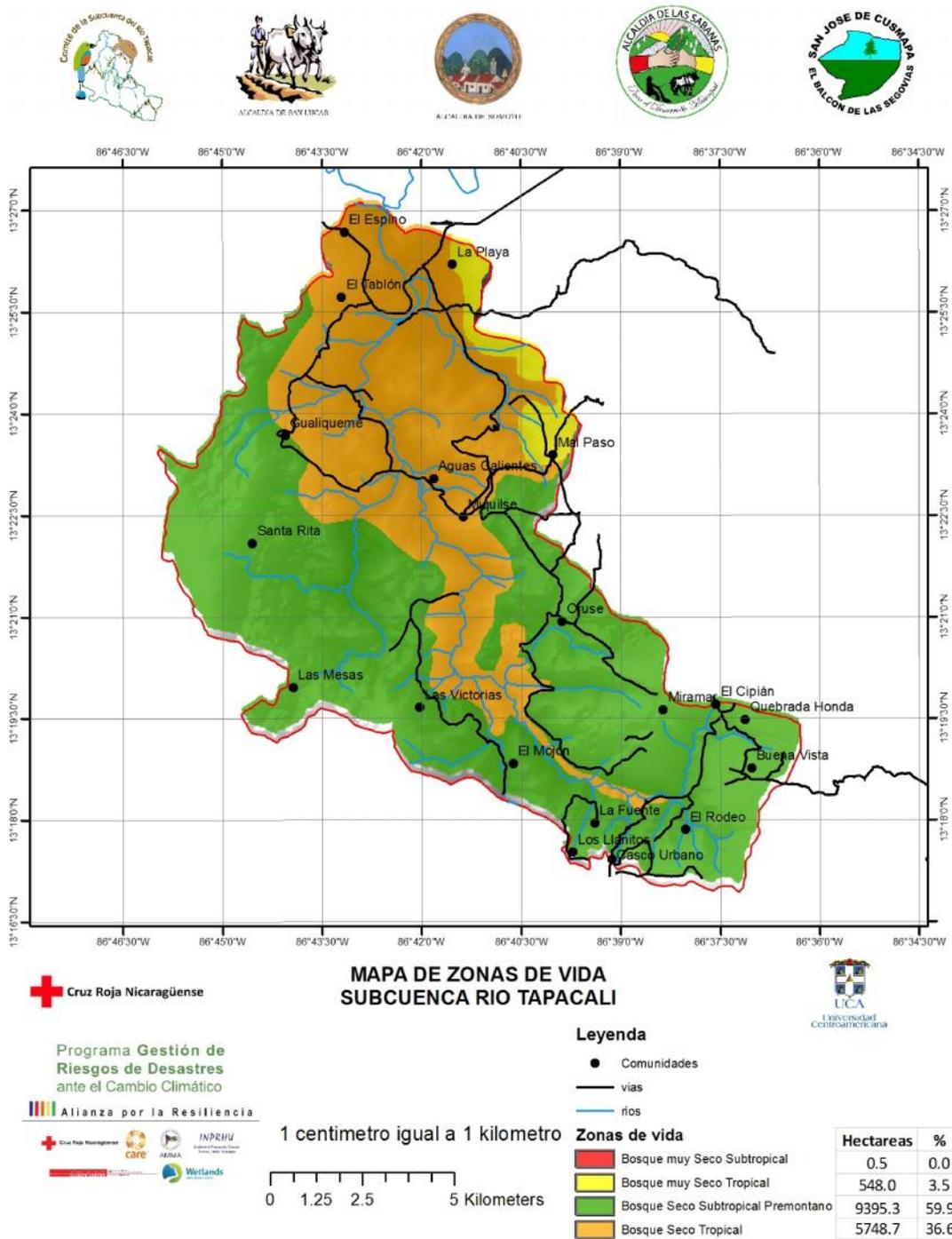
Fuente: Estudio de Agroclimático de la subcuenca del Río Tapacalí, 2013.

A7. Mapa de intensidad de la canícula durante un evento El Niño en la subcuenca del Río Tapacalí



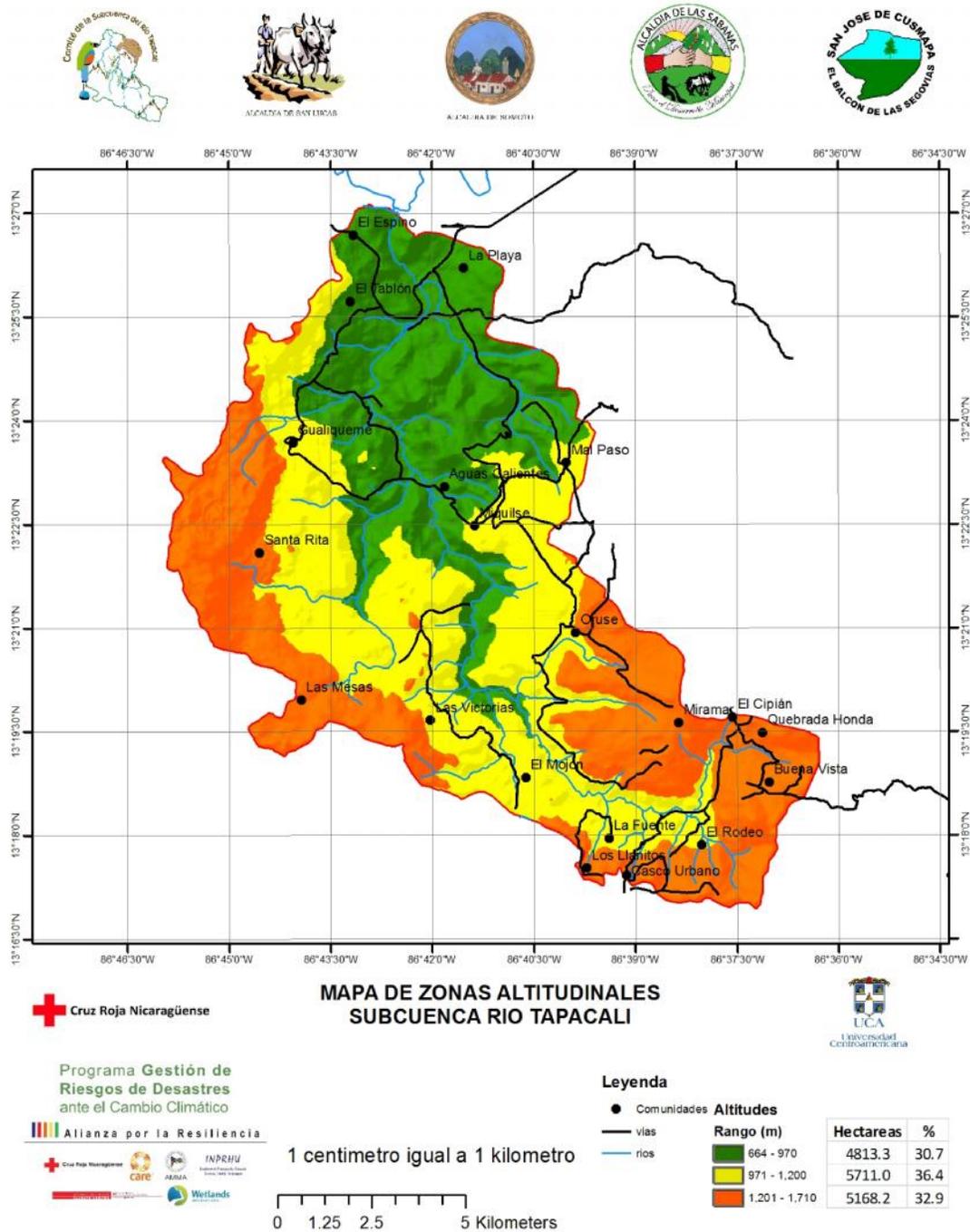
Fuente: Estudio de Agroclimático de la subcuenca del Río Tapacalí, 2013.

A8. Mapa de zonas de vida de la subcuenca del Río Tapacalí



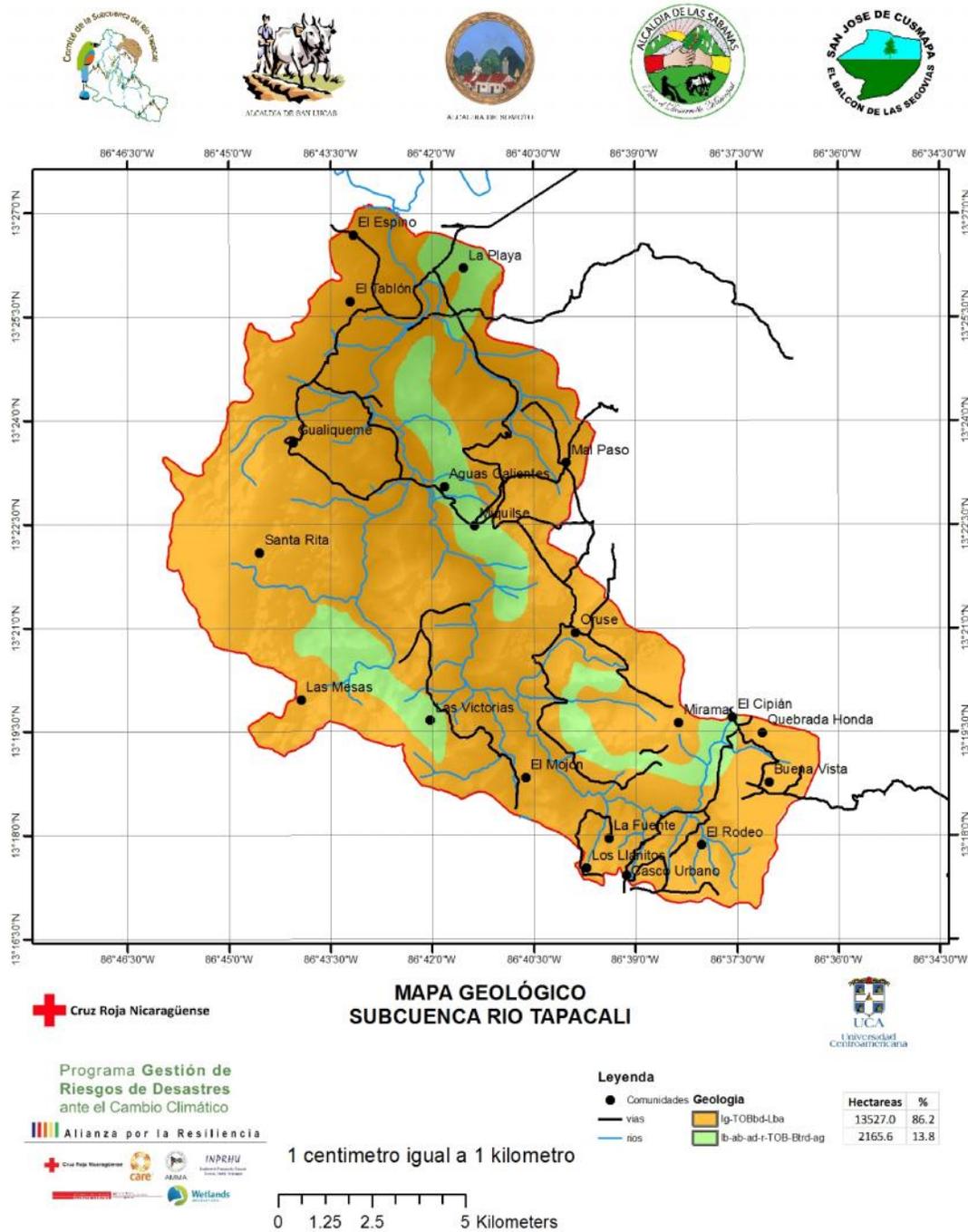
Fuente: Estudio de Calidad de Suelos de la subcuenca del Río Tapacalí, 2013.

A9. Mapa de zonas altitudinales de la subcuenca del Río Tapacalí



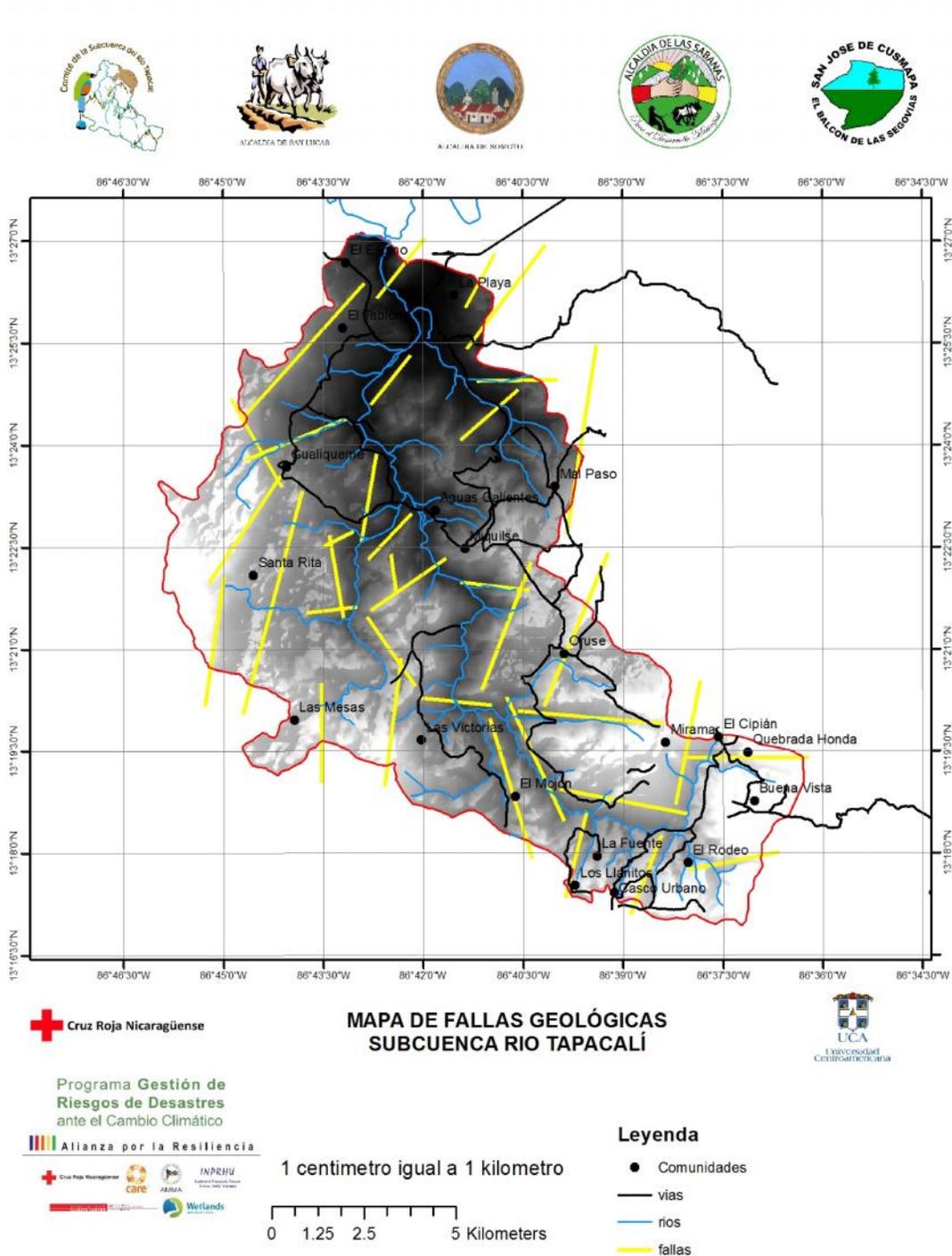
Fuente: Estudio de Calidad de Suelos de la subcuenca del Río Tapacalí, 2013.

A10. Mapa geológico de la subcuenca del Río Tapacalí



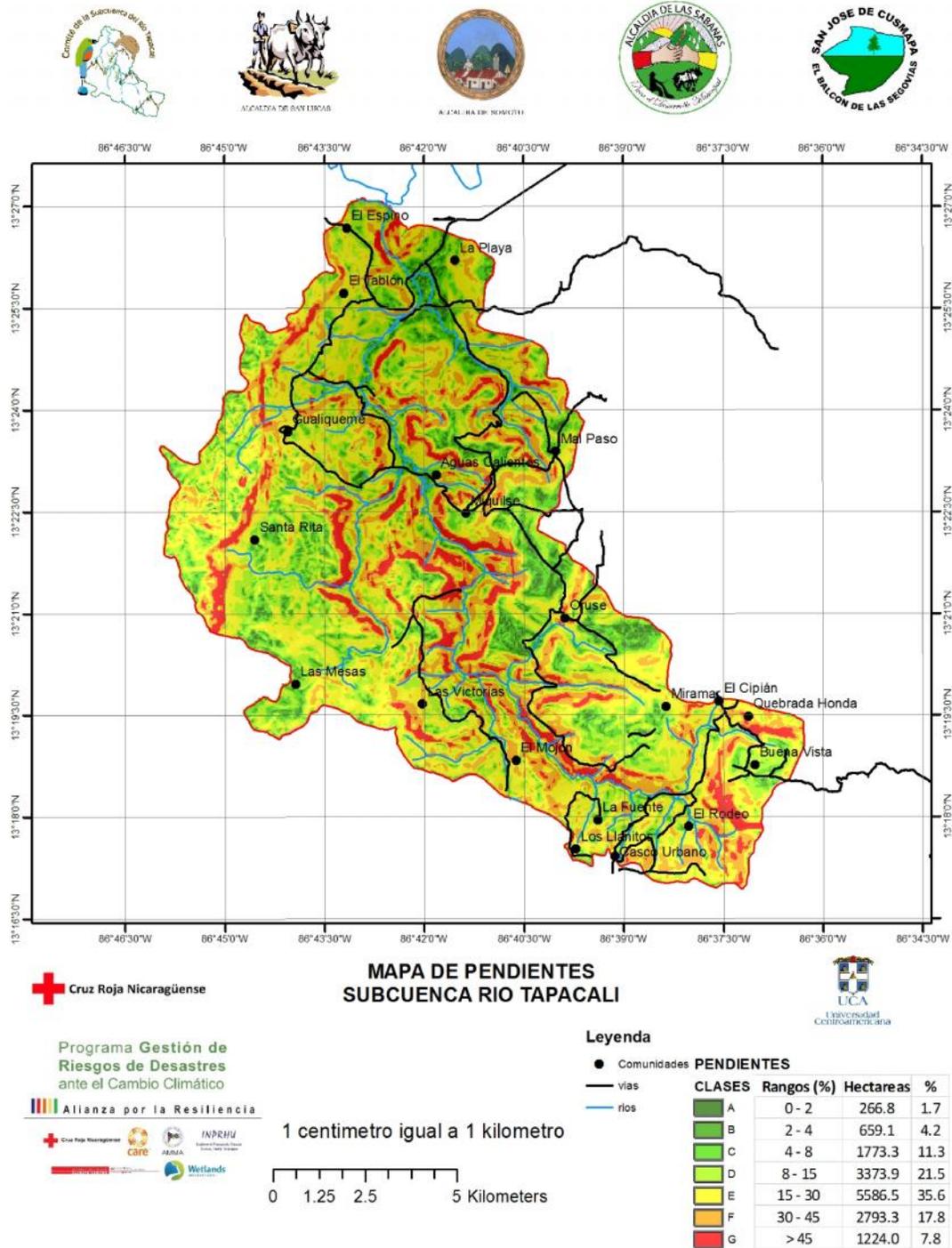
Fuente: Estudio de Calidad de Suelos de la subcuenca del Río Tapacalí, 2013.

A11. Mapa de fallas geológicas de la subcuenca del Río Tapacalí



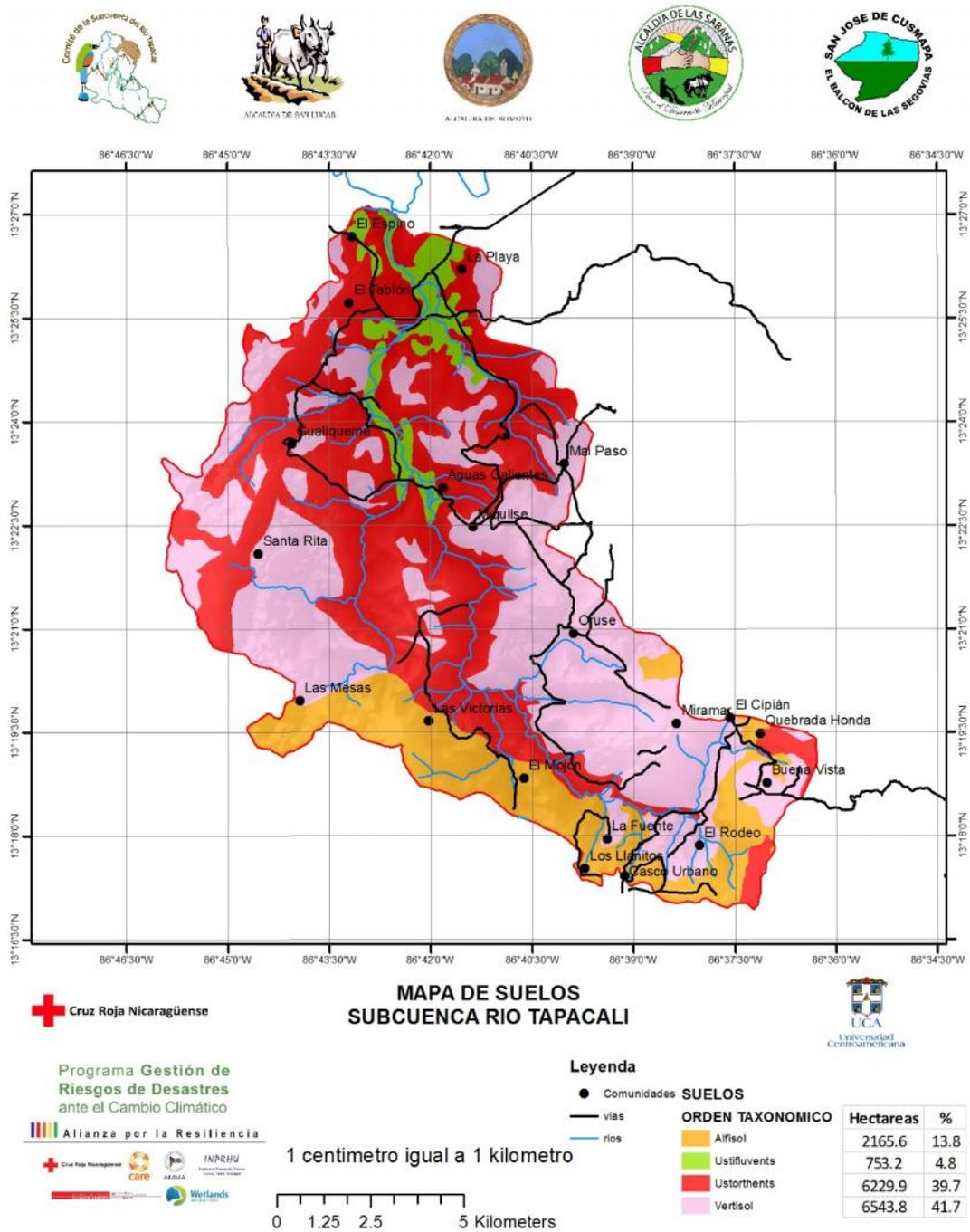
Fuente: Estudio de Calidad de Suelos de la subcuenca del Río Tapacalí, 2013.

A13. Mapa de pendientes de la subcuenca del Río Tapacalí



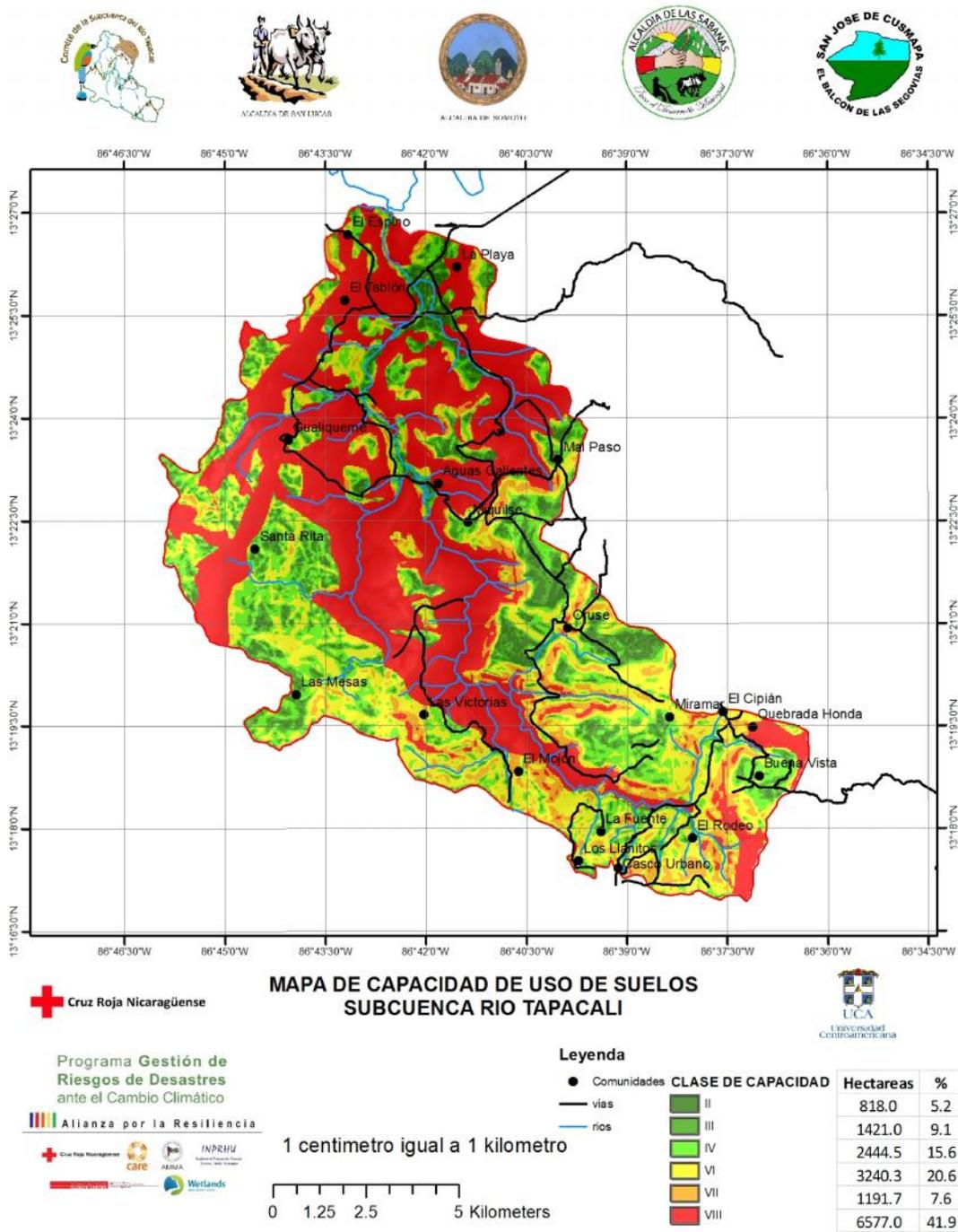
Fuente: Estudio de Calidad de Suelos de la subcuenca del Río Tapacalí, 2013.

A14. Mapa de suelos de la subcuenca del Río Tapacalí



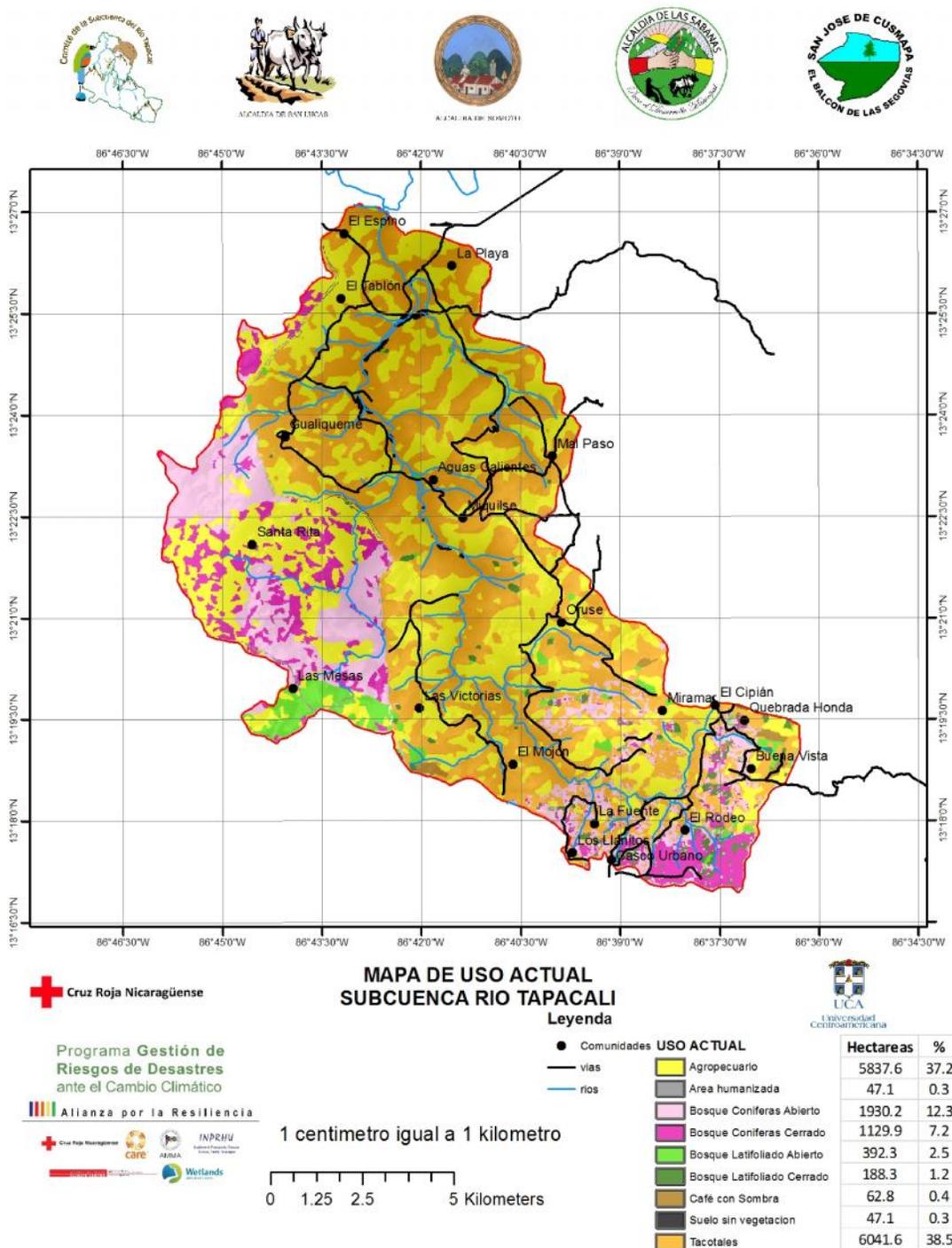
Fuente: Estudio de Calidad de Suelos de la subcuenca del Río Tapacalí, 2013.

A15. Mapa de suelos de capacidad de uso de la tierra del Río Tapacalí



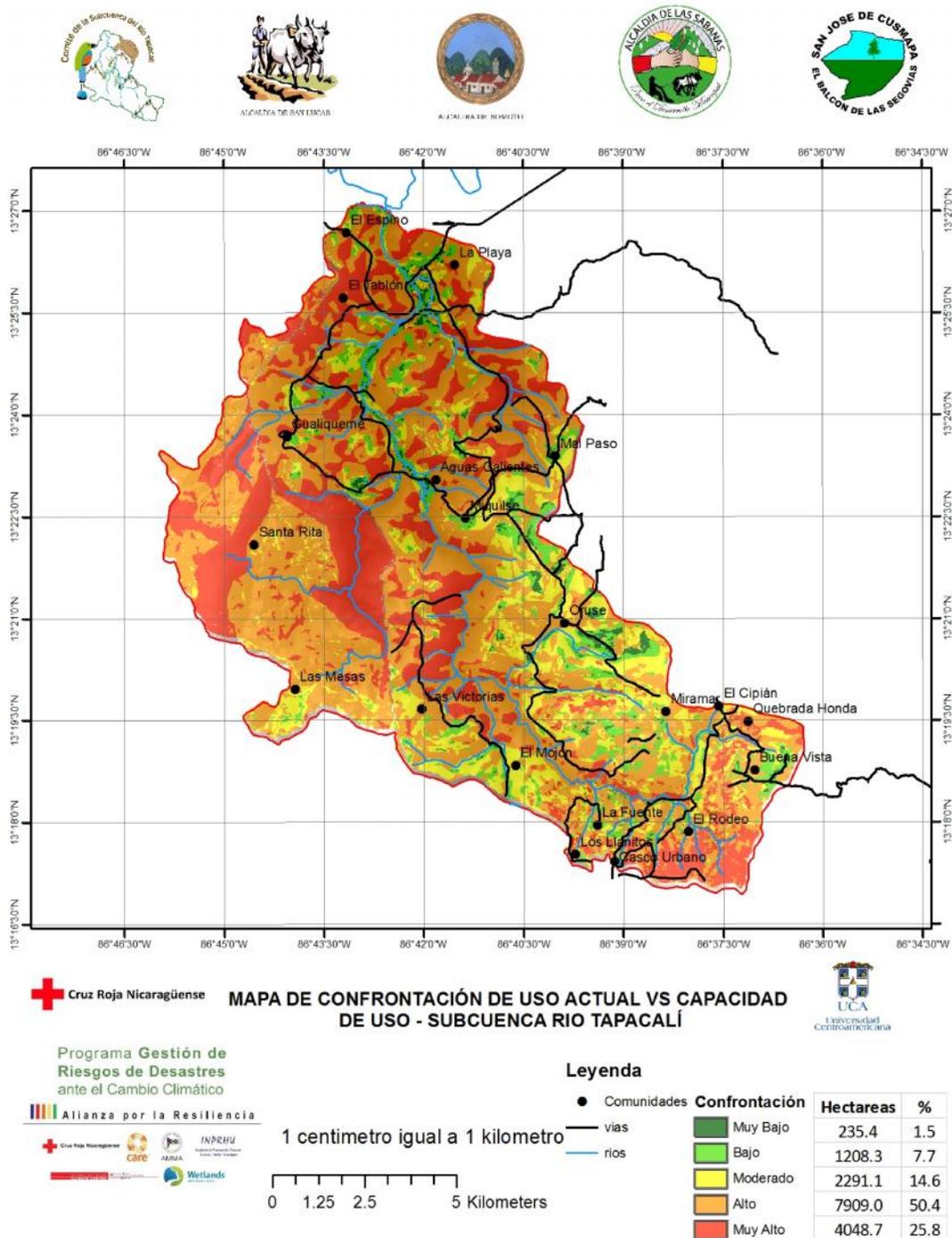
Fuente: Estudio de Calidad de Suelos de la subcuenca del Río Tapacalí, 2013.

A16. Mapa de suelos de uso actual del Río Tapacalí



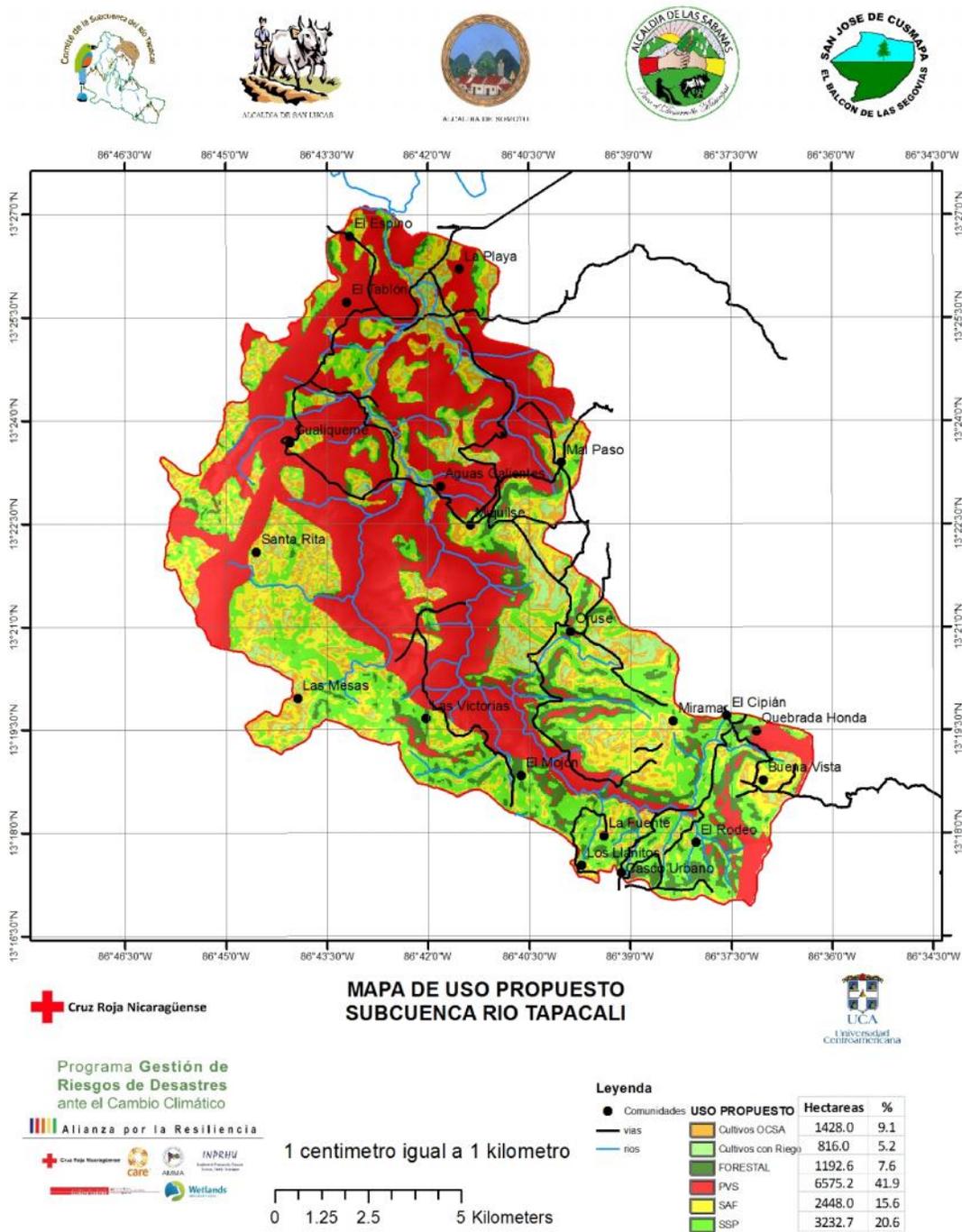
Fuente: Estudio de Calidad de Suelos de la subcuenca del Río Tapacalí, 2013.

A17. Mapa de confrontación de uso de la tierra de la subcuenca del Río Tapacalí



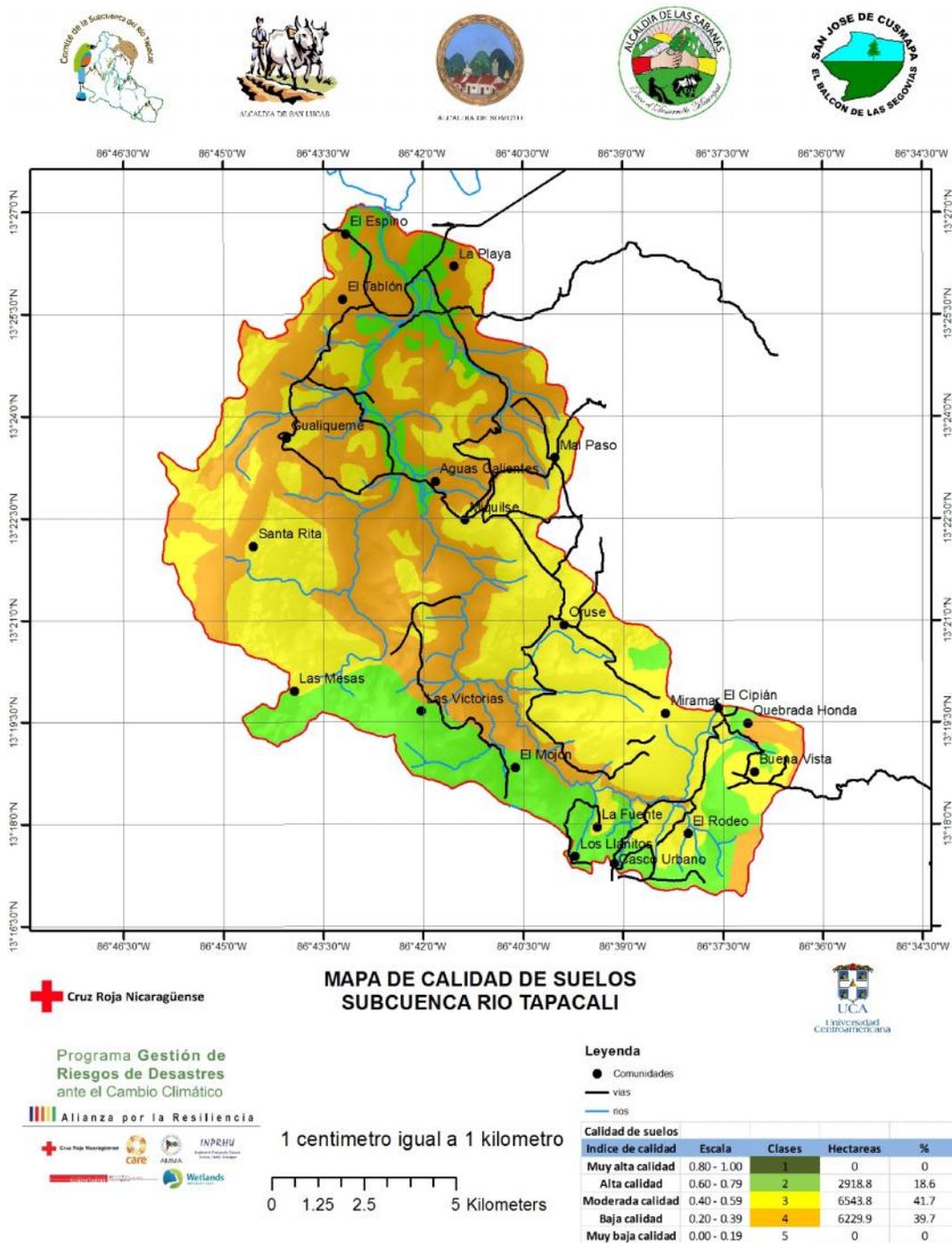
Fuente: Estudio de Calidad de Suelos de la subcuenca del Río Tapacalí, 2013.

A18. Mapa de confrontación de uso de la tierra de la subcuenca del Río Tapacalí



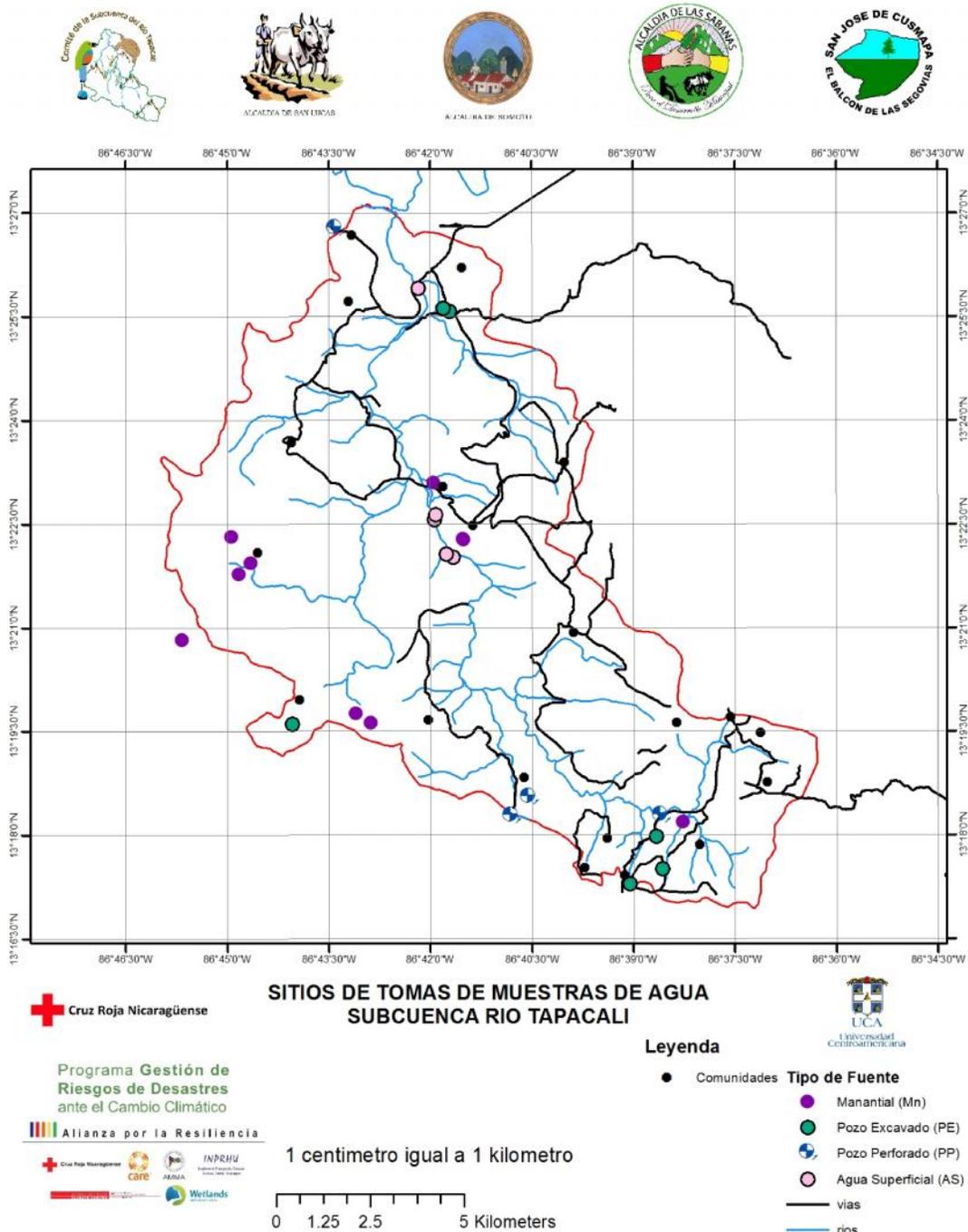
Fuente: Estudio de Calidad de Suelos de la subcuenca del Río Tapacalí, 2013.

A19. Mapa de calidad de suelos de la subcuenca del Río Tapacalí



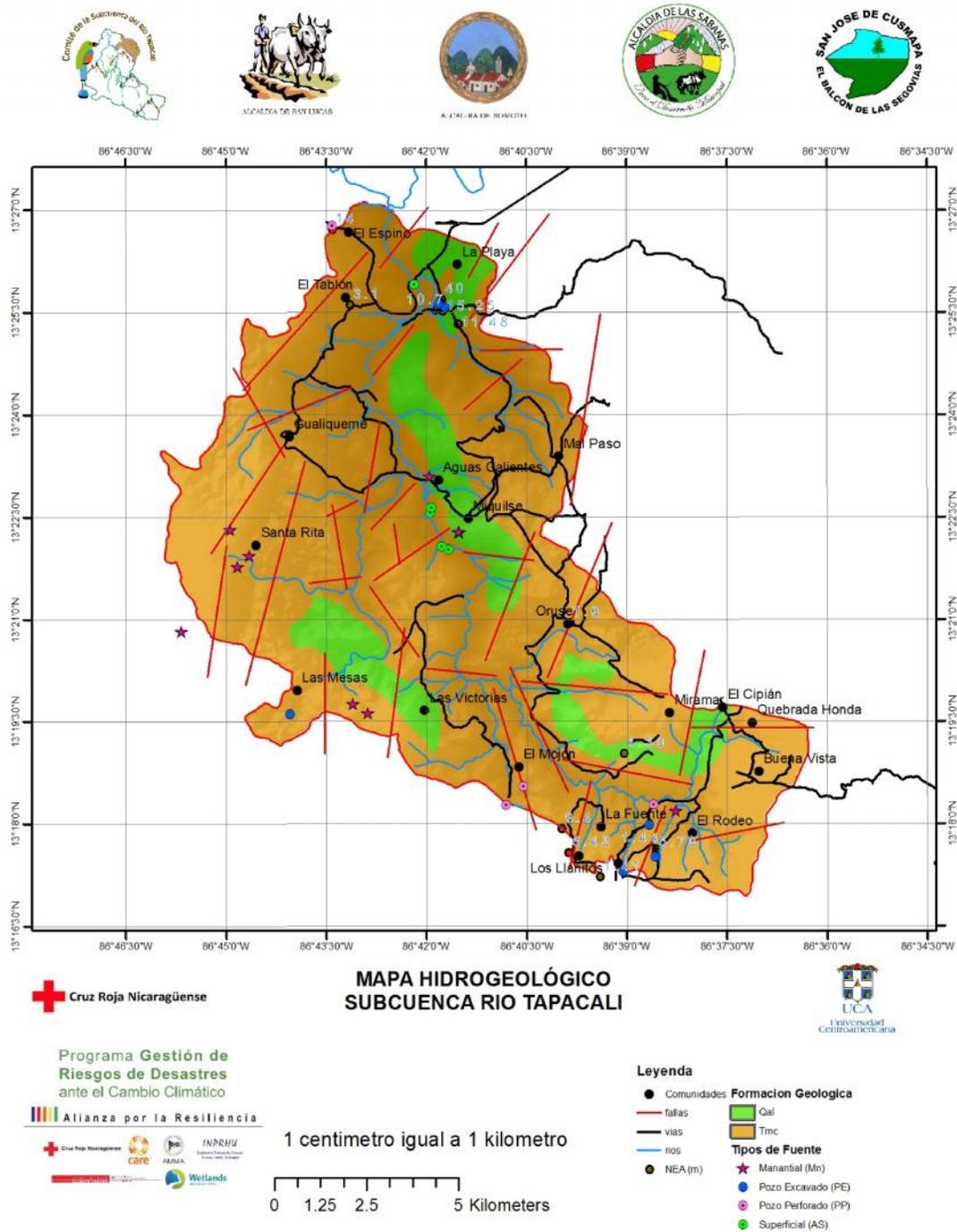
Fuente: Estudio de Calidad de Suelos de la subcuenca del Río Tapacalí, 2013.

A20. Mapa de sitios de toma de muestras de agua en la subcuenca del Río Tapacalí



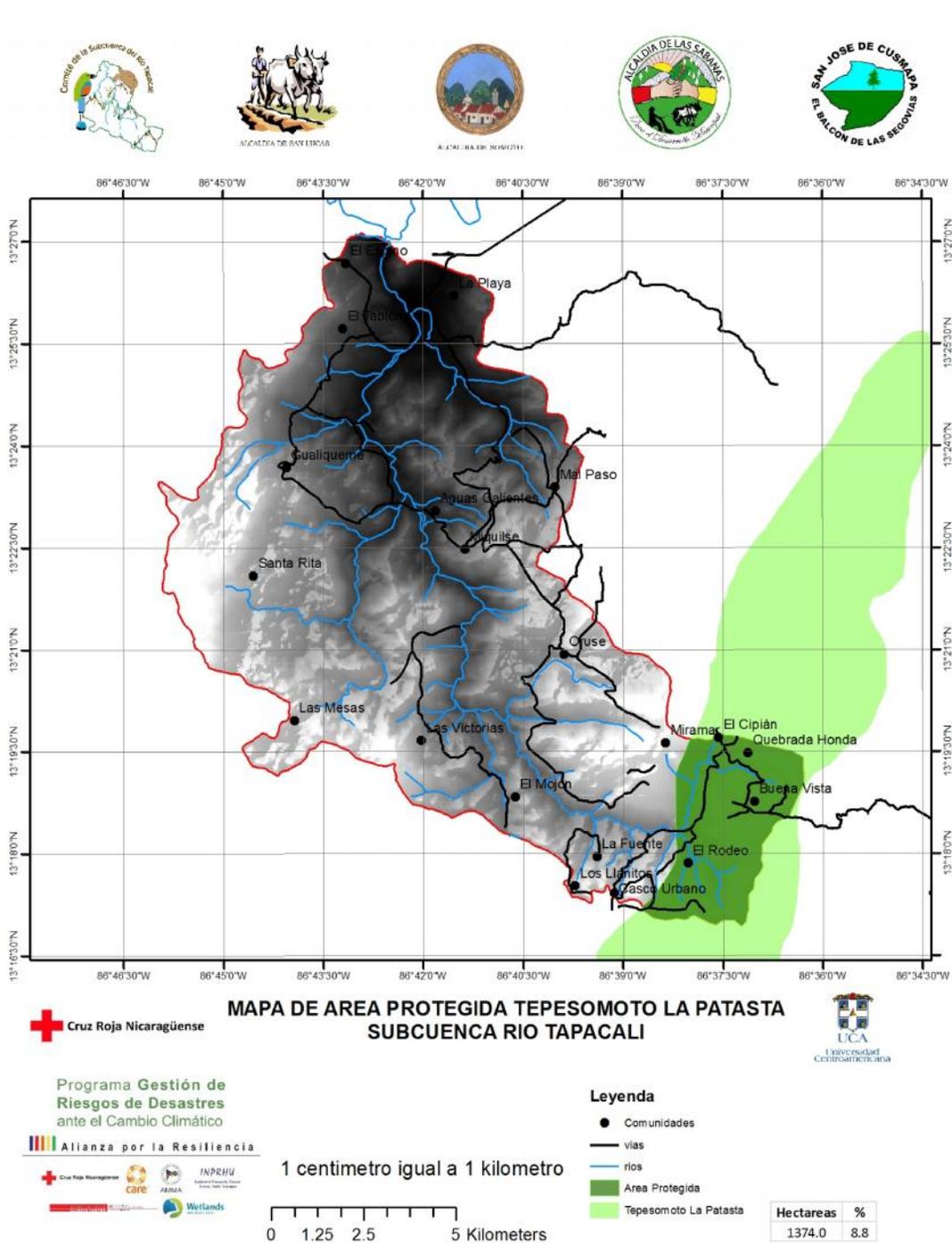
Fuente: Estudio de Calidad de los Recursos Hídricos de la subcuenca del Río Tapacalí, 2013.

A21. Mapa hidrogeológico de la subcuenca del Río Tapacalí



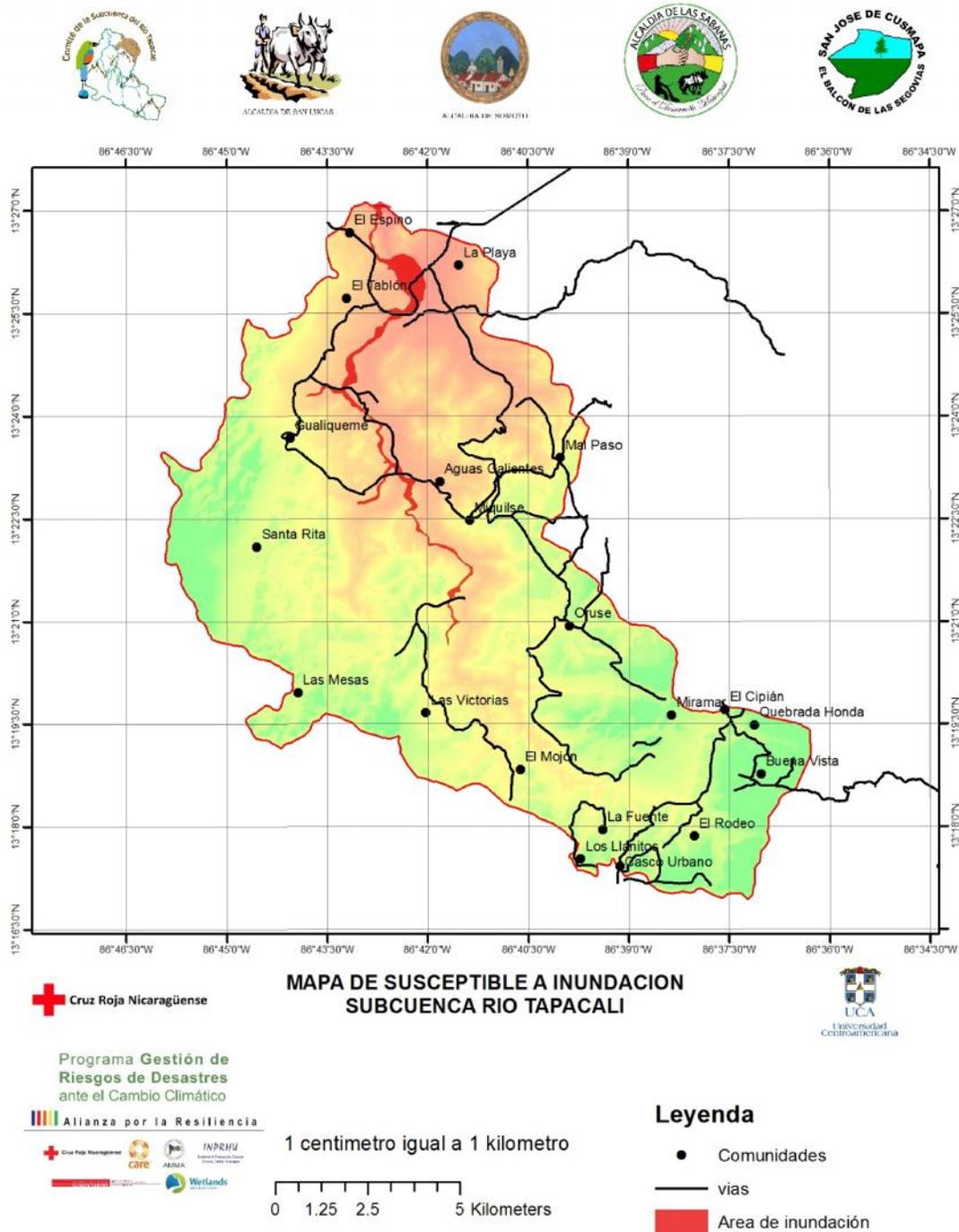
Fuente: Estudio de Caracterización de Recursos Hídricos de la subcuenca del Río Tapacalí, 2013.

A22. Mapa de área protegida de la subcuenca del Río Tapacalí



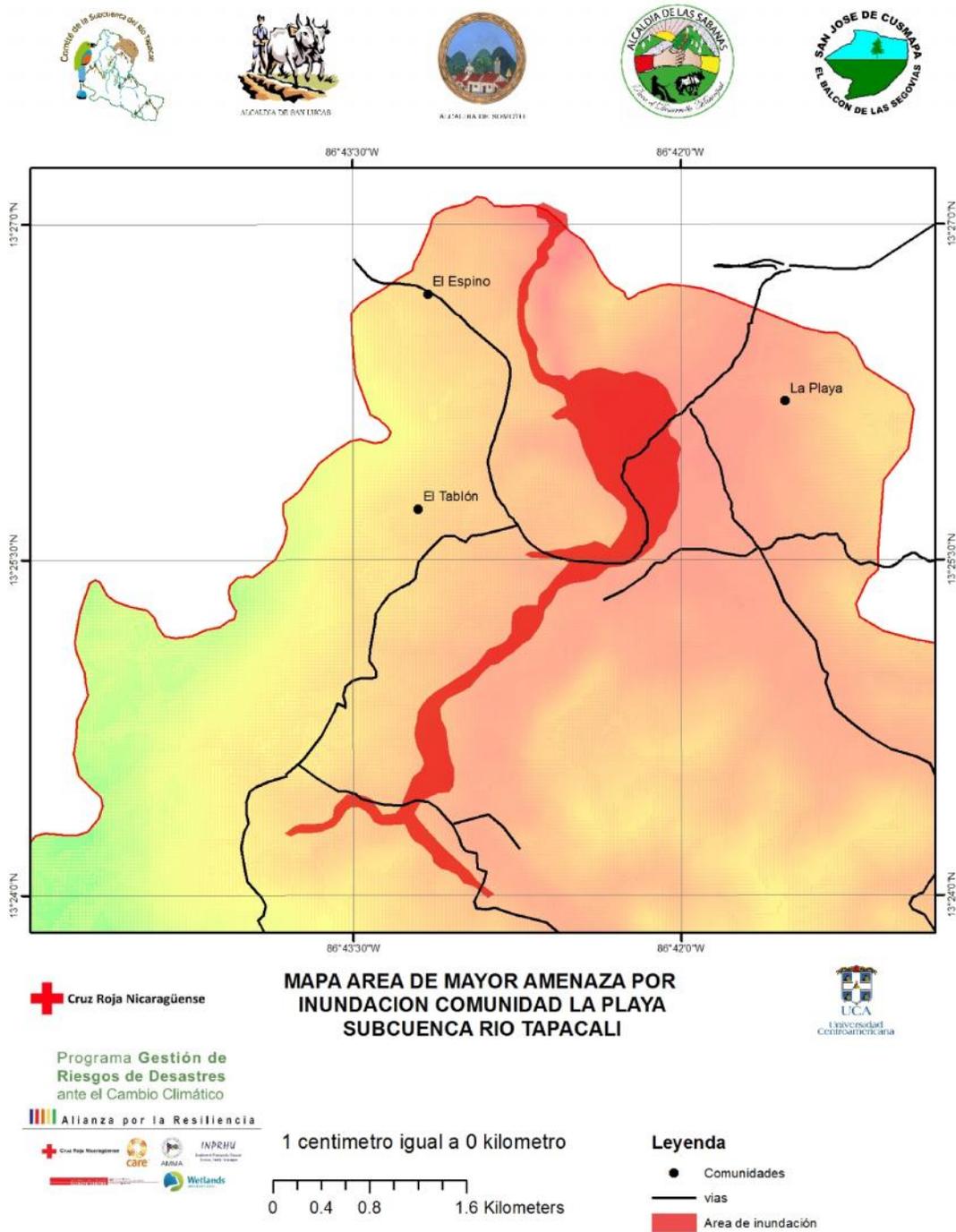
Fuente: Estudio de Calidad de Suelos de la subcuenca del Río Tapacalí, 2013.

A23. Mapa de susceptibilidad a inundación de la subcuenca del Río Tapacalí



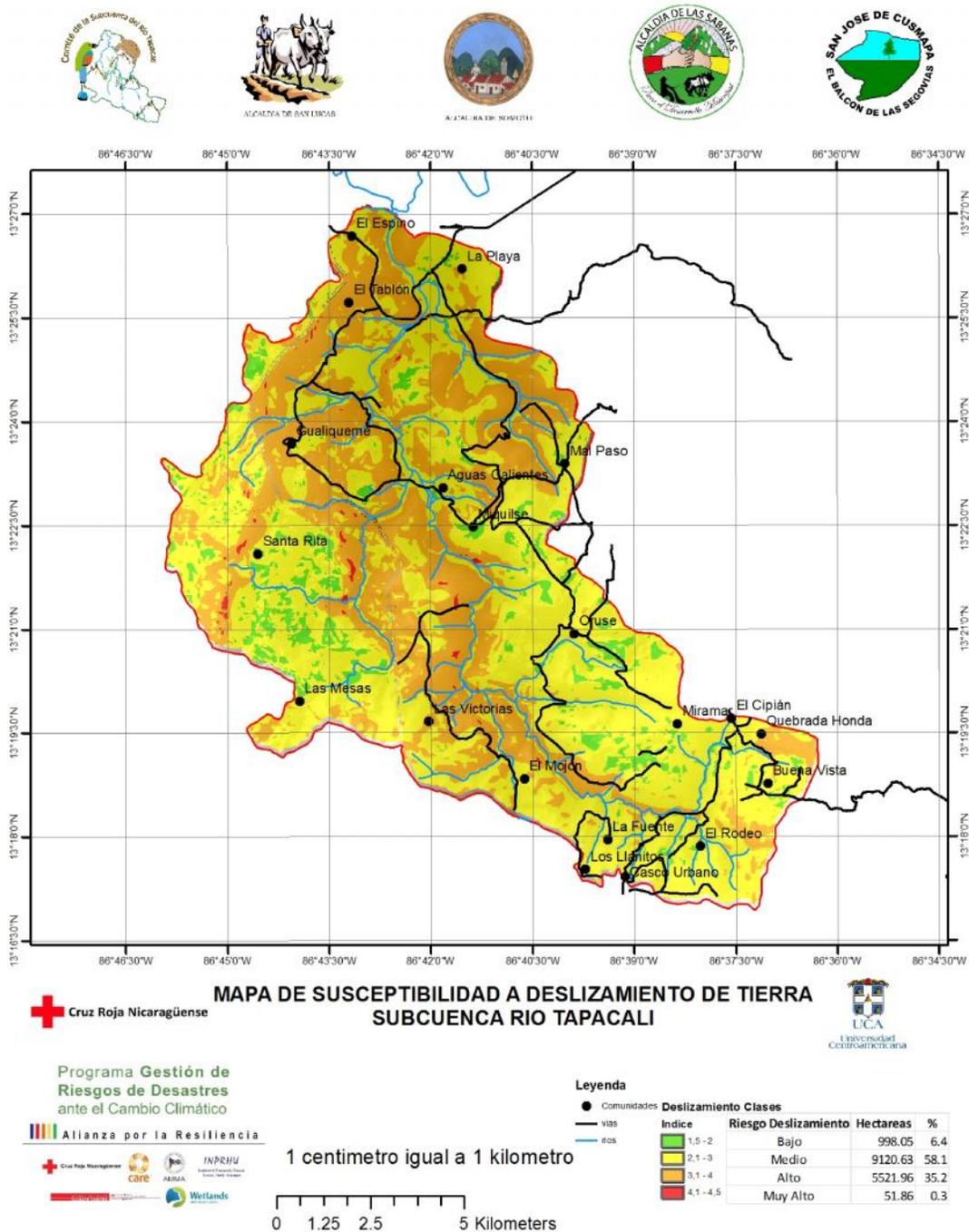
Fuente: Estudio de Susceptibilidad a Inundaciones de la subcuenca del Río Tapacalí, 2013.

A24. Mapa de amenaza a inundación en la comunidad La Playa de la subcuenca del Río Tapacalí



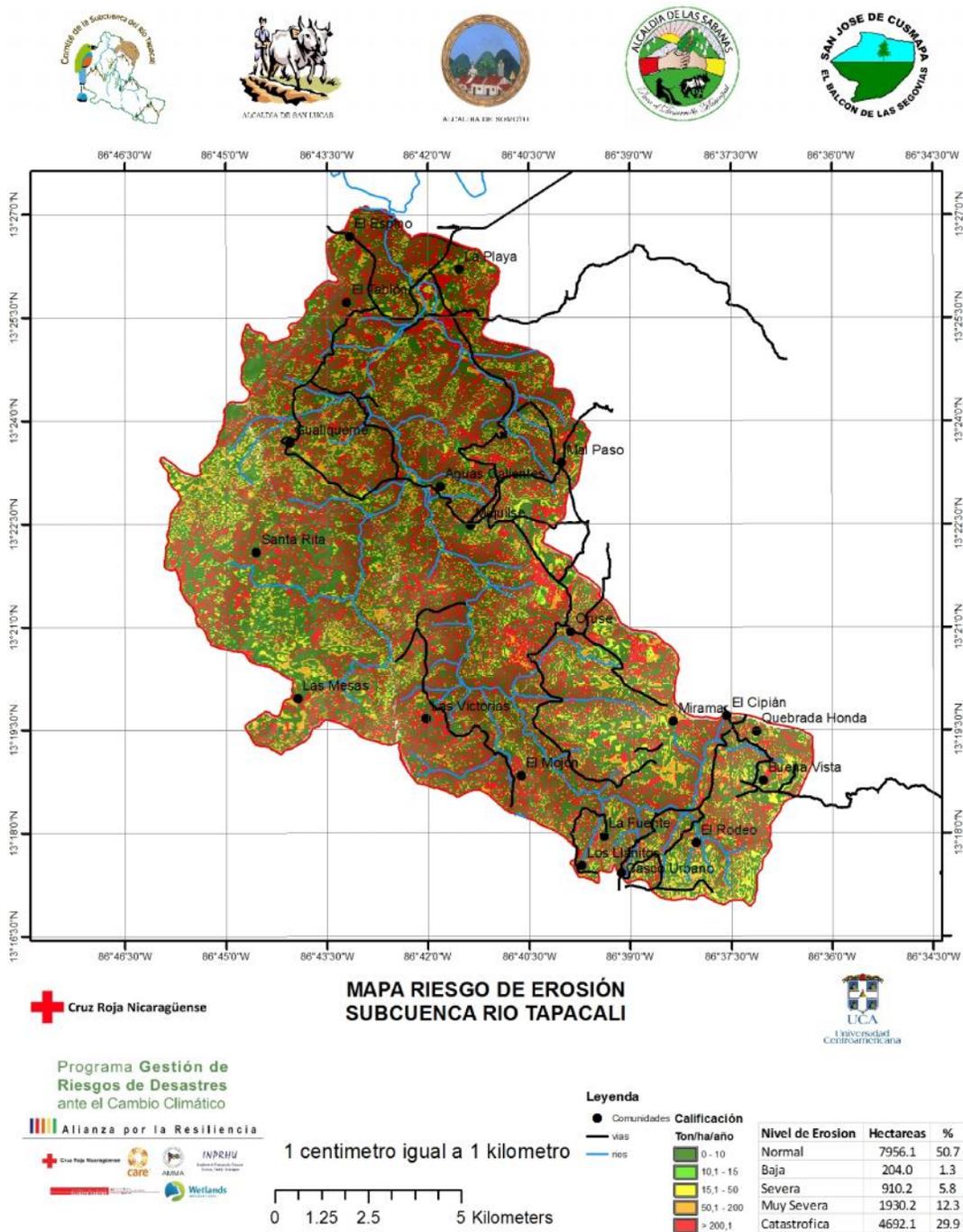
Fuente: Estudio de Susceptibilidad a Inundaciones de la subcuenca del Río Tapacalí, 2013.

A25. Mapa de susceptibilidad a deslizamientos de tierra de la subcuenca del Río Tapacalí



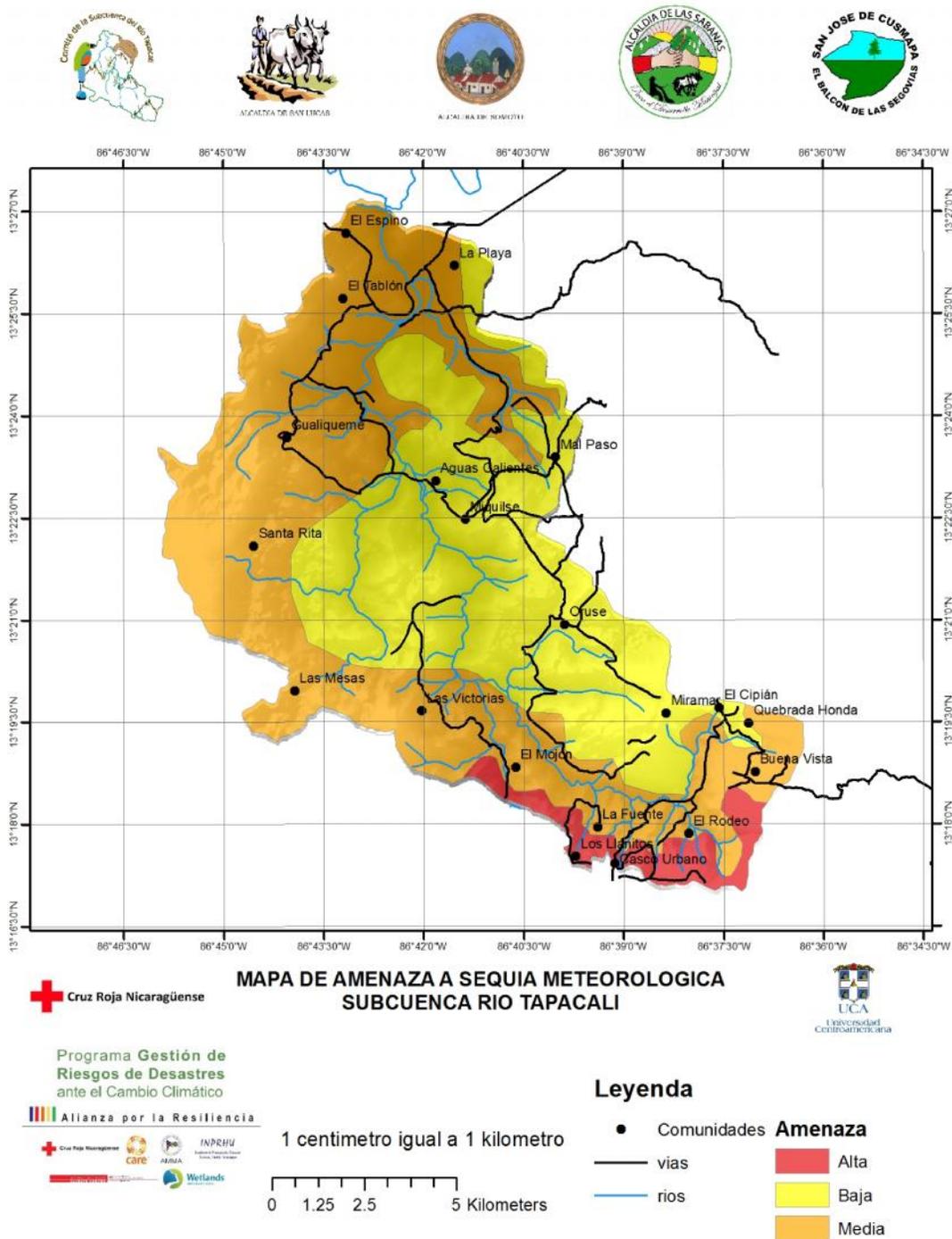
Fuente: Estudio de Modelación de Riesgos a Deslizamientos de Tierra en la subcuenca del Río Tapacalí, 2013.

A26. Mapa de riesgo de erosión de la subcuenca del Río Tapacalí



Fuente: Estudio de Modelamiento del Riesgo de Erosión Hídrica de los Suelos de la subcuenca del Río Tapacalí, 2013.

A27. Mapa de riesgo de amenaza a sequía meteorológica de la subcuenca del Río Tapacalí



Fuente: Estudio de Amenaza a Sequía de la subcuenca del Río Tapacalí, 2013.

A28. Cálculo del componente Sistema Productivo Agroforestal para tres hectáreas.

| Concepto | Unidad de Medida | Cantidad | Costo Unitario US \$ | Costo Total US \$ |
|---|------------------|----------|----------------------|-------------------|
| Material vegetativo | | | | |
| Plantas de especies forestales | Planta | 600 | 0.20 | 120.00 |
| Plantas de especies frutales | Planta | 70 | 1.00 | 70.00 |
| Bulbos de Vetiver* | Bulbo | 4,000 | 0.05 | 200.00 |
| Frijol abono "Semilla" | Kg | 50 | 1.00 | 50.00 |
| Estacas prendedizas | Estaca | 160 | 0.20 | 32.00 |
| Plantas de musáceas | Cormo | 300 | 0.35 | 105.00 |
| Sub-Total | | | | 577.00 |
| Lombricultura | | | | |
| Lombriz | Kg | 3 | 25 | 75.00 |
| Caja de madera | Caja | 1 | 10 | 10.00 |
| Sub-Total | | | | 85.00 |
| Material no vegetativo | | | | |
| Rollo de alambre de púa | Rollo | 2 | 25.00 | 50.00 |
| Grapas | Kg | 2 | 1.00 | 2.00 |
| Martillo | Unidad | 1 | 3.60 | 3.60 |
| Postes jaloneros | Poste | 60 | 1.50 | 90.00 |
| Pala | Unidad | 2 | 6.50 | 13.00 |
| Azadón | Unidad | 2 | 3.50 | 7.50 |
| Carretilla | Unidad | 1 | 50.00 | 50.00 |
| Machete | Unidad | 2 | 3.50 | 7.00 |
| Lima | Unidad | 2 | 2.00 | 4.00 |
| Insecticida orgánico | Kg | 5 | 10.00 | 50.00 |
| Sub-Total | | | | 277.10 |
| Obra de prevención y mitigación de desastres | | | | |
| Diques de madera | Unidad | 3 | 15.00 | 45.00 |
| Diques de piedra | Unidad | 3 | 25.00 | 75.00 |
| Sub-Total | | | | 120.00 |
| Cosecha de agua | | | | |
| Reservorio de agua | Unidad | 1 | 100.00 | 100.00 |
| Cubeta de infiltración | Unidad | 9 | 3.00 | 27.00 |
| Sub-Total | | | | 127.00 |
| Obra de conservación de suelos* | | | | |
| Acequias de laderas | | | | |
| Curvas a nivel | | | | |
| Sub-Total | | | | |
| Cocina mejorada | | | | |
| Cocina ahorradora de leña | Unidad | 1 | 90.00 | 90.00 |
| Sub-Total | | | | 90.00 |
| Práctica de post-cosecha | | | | |
| Silo de almacenamiento | Unidad | 1 | 100.0 | 100.00 |
| Total | | | | 1,376.10 |
| Total en Dólares/ha | | | | 458.7 |

*: El productor aporta mano de obra.

Comité de la subcuenca facilitará materiales y herramientas para la adopción de la práctica

A29. Cálculo del componente Sistema Productivo de Café Ecoforestal para dos hectáreas

| Concepto | Unidad de Medida | Cantidad | Costo Unitario US \$ | Costo Total US \$ |
|--|------------------|----------|----------------------|-------------------|
| Material vegetativo | | | | |
| Semilla de café | Lb | 7.0 | 51.20 | 358.40 |
| Plantas de especies forestales (Guaba) | Planta | 210 | 0.30 | 63.00 |
| Plantas de especies maderables (Laurel) | planta | 140 | 0.20 | 28.00 |
| Plantas de especies frutales (Naranja) | Planta | 50 | 1.00 | 50.00 |
| Plantas de musáceas | Cormo | 100 | 0.35 | 35.00 |
| Semilla de cultivo de cobertura (Cannavalia) | Kg | 154 | 1.00 | 154.00 |
| Sub-Total | | | | 638.4 |
| Lombricultura | | | | |
| Lombriz | Kg | 3 | 25 | 75.00 |
| Caja de madera | Caja | 1 | 10 | 10.00 |
| Sub-Total | | | | 85.00 |
| Material no vegetativo | | | | |
| Rollo de alambre de púa | Rollo | 2 | 25.00 | 50.00 |
| Grapas | Kg | 2 | 1.00 | 2.00 |
| Martillo | Unidad | 1 | 3.60 | 3.60 |
| Pala | Unidad | 2 | 6.50 | 13.00 |
| Azadón | Unidad | 2 | 3.50 | 7.50 |
| Carretilla | Unidad | 1 | 50.00 | 50.00 |
| Machete | Unidad | 2 | 3.50 | 7.00 |
| Lima | Unidad | 2 | 2.00 | 4.00 |
| Sub-Total | | | | 137.10 |
| Obra de conservación de suelos* | | | | |
| Acequias de laderas | Mt | 800 | | |
| Total | | | | 860.00 |
| Total en Dólares/ha | | | | 430.00 |

*: El productor aporta mano de obra.

Comité de la subcuenca facilitará materiales y herramientas para la adopción de la práctica

A30. Cálculo del componente Sistema Productivo Silvopastoril para siete hectáreas

| Concepto | Unidad de Medida | Cantidad | Costo Unitario US \$ | Costo Total US \$ |
|---|------------------|----------|----------------------|-------------------|
| Material vegetativo | | | | |
| Plantas de especies forestales forrajeras | Planta | 2 500 | 0.20 | 500.00 |
| Plantas de especies forestales | Planta | 120 | 0.20 | 24.00 |
| Plantas de especies frutales | Planta | 48 | 1.00 | 48.00 |
| Semilla de pasto mejorado (Brachiaria, Brizanta Tanzania) | Kg | 18 | 25 | 450.00 |
| Estacas prendedizas | Estaca | 440 | 0.20 | 88.00 |
| Sub-Total | | | | 1,110.00 |
| Material no vegetativo | | | | |
| Rollo de alambre de púa | Rollo | 12 | 25 | 300.00 |
| Grapas | Kg | 12 | 1.00 | 12.00 |
| Martillo | Unidad | 1 | 3.60 | 3.60 |
| Pala | Unidad | 1 | 6.50 | 6.50 |
| Rastrillo | Unidad | 2 | 3.50 | 7.00 |
| Carretilla | Unidad | 1 | 50.00 | 50.00 |
| Machete | Unidad | 2 | 3.50 | 7.00 |
| Lima | Unidad | 2 | 2.00 | 4.00 |
| Insecticida orgánico | Kg | 2 | 10.00 | 20.00 |
| Sub-Total | | | | 410.10 |
| Obra de prevención y mitigación de desastres | | | | |
| Dique de madera | Unidad | 7 | 10.00 | 70.00 |
| Dique de piedra | Unidad | 7 | 25.00 | 175.00 |
| Sub-Total | | | | 245.00 |
| Cocina mejorada | | | | |
| Cocina ahorradora de leña | Unidad | 1 | 90.00 | 90.00 |
| Sub-Total | | | | 90.00 |
| Total | | | | 1, 855.10 |
| Total en Dólares/ha | | | | 265.01 |

A31. Cálculo del componente Sistema Manejo de Bosque para diez hectáreas

| Concepto | Unidad de Medida | Cantidad | Costo Unitario US \$ | Costo Total US \$ |
|---|------------------|----------|----------------------|-------------------|
| Material vegetativo | | | | |
| Plantas de especies forestales | Planta | 1 000 | 0.20 | 200.00 |
| Plantas de especies frutales | Planta | 50 | 1.00 | 50.00 |
| Estacas prendedizas | Estaca | 480 | 0.20 | 96.00 |
| Sub-Total | | | | 346.00 |
| Material no vegetativo | | | | |
| Rollo de alambre de púa | Rollo | 10 | 25 | 250.00 |
| Grapas | Kg | 12 | 1.00 | 12.00 |
| Martillo | Unidad | 2 | 3.60 | 7.20 |
| Coba | Unidad | 2 | 3.50 | 7.00 |
| Rastrillo | Unidad | 2 | 3.50 | 7.00 |
| Carretilla | Unidad | 2 | 50.00 | 100.00 |
| Machete | Unidad | 2 | 3.50 | 7.00 |
| Lima | Unidad | 2 | 2.00 | 4.00 |
| Insecticida orgánico | Kg | 3 | 10.00 | 30.00 |
| Sub-Total | | | | 424.20 |
| Obra de prevención y mitigación de desastres | | | | |
| Dique de madera | Unidad | 5 | 10.00 | 50.00 |
| Dique de piedra | Unidad | 5 | 25.00 | 125.00 |
| Sub-Total | | | | 175.00 |
| Cocina mejorada | | | | |
| Cocina ahorradora de leña | Unidad | 1 | 90.00 | 90.00 |
| Sub-Total | | | | 90.00 |
| Documento del Plan de Manejo | | | | |
| Elaboración del Plan de Manejo | Unidad | 10 | 39.0 | 390.0 |
| Sub-Total | | | | 390.0 |
| Inspección del Plan de Manejo | | | | |
| Inspección del área | Unidad | 1 | 14.0 | 14.0 |
| Sub-Total | | | | 14.0 |
| Total | | | | 1,439.20 |
| Total en Dólares/ha | | | | 143.92 |

A32. Cálculo del componente Sistema Manejo de Regeneración Natural para diez hectáreas

| Concepto | Unidad de Medida | Cantidad | Costo Unitario US \$ | Costo Total US \$ |
|---|------------------|----------|----------------------|-------------------|
| Material vegetativo | | | | |
| Plantas de especies forestal | Planta | 1,000 | 0.20 | 200.00 |
| Plantas de especies frutales | Planta | 50 | 1.00 | 50.00 |
| Estacas prendedizas | Estaca | 480 | 0.20 | 96.00 |
| Sub-Total | | | | 346.00 |
| Material no vegetativo | | | | |
| Rollo de alambre de púa | Rollo | 10 | 25 | 250.00 |
| Grapas | Kg | 12 | 1.00 | 12.00 |
| Martillo | Unidad | 2 | 3.60 | 7.20 |
| Coba | Unidad | 2 | 3.50 | 7.00 |
| Rastrillo | Unidad | 2 | 3.50 | 7.00 |
| Carretilla | Unidad | 2 | 50.00 | 100.00 |
| Machete | Unidad | 2 | 3.50 | 7.00 |
| Lima | Unidad | 2 | 2.00 | 4.00 |
| Insecticida orgánico | Kg | 3 | 10.00 | 30.00 |
| Sub-Total | | | | 437.20 |
| Obra de prevención y mitigación de desastres | | | | |
| Dique de madera | Unidad | 5 | 10.00 | 50.00 |
| Dique de piedra | Unidad | 5 | 25.00 | 125.00 |
| Sub-Total | | | | 175.00 |
| Cocina mejorada | | | | |
| Cocina ahorradora de leña | Unidad | 1 | 90.00 | 90.00 |
| Sub-Total | | | | 90.00 |
| Documento del Plan de Manejo | | | | |
| Elaboración del Plan de Manejo | Unidad | 10 | 39.00 | 390.00 |
| Sub-Total | | | | 390.00 |
| Inspección del Plan de Manejo | | | | |
| Inspección del área | Unidad | 1 | 14.00 | 14.00 |
| Sub-Total | | | | 14.00 |
| Total | | | | 1,439.20 |
| Total en Dólares/ha | | | | 143.92 |

A33. Cálculo del componente Huertos Familiares

| Concepto | Unidad de Medida | Cantidad | Costo Unitario US \$ | Costo Total US \$ |
|---|------------------|----------|----------------------|-------------------|
| Material vegetativo | | | | |
| Plantas de especies forestales | Plantas | 10,000 | 0.2 | 2,000.00 |
| Plantas de especies frutales | Plantas | 5,000 | 1.00 | 5,000.00 |
| Plantas de musáceas | Plantas | 5,000 | 0.35 | 1,750.00 |
| Semilla y/o plantas de especies medicinales | Global | | | 5,000.00 |
| Semillas de hortalizas | Global | | | 10,000.00 |
| Sub-Total | | | | 23,750.00 |
| Especies menores | | | | |
| Gallina | Unidad | 2,400 | 10.00 | 24,000.00 |
| Cerdo | Unidad | 600 | 85.00 | 51,000.00 |
| Sub-Total | | | | 75,000.00 |
| Total | | | | 98,750.00 |

A34. Participantes de la elaboración del Plan de Manejo de Subcuenca del Río Tapacalí, en el marco del convenio de colaboración UCA-CRN

Equipo Consultor – UCA:

MSc. Elizabeth de los Ángeles Peña Solano
MSc. Jamil Antonio Robleto Molina
MSc. Jairo José Morales Mendoza
Ing. Luis Mariano Gutiérrez Cruz
PhD. Carlos Ramón Zelaya Martínez
PhD. Martha Orozco Izaguirre
PhD. Indiana Auxiliadora García Granados

Estudiantes, Diplomado Superior en Manejo y Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas en la Adaptación al Cambio Climático (I Edición y participantes en la elaboración del Plan de Manejo), Período de Ejecución: 05 de abril al 30 de octubre de 2013:

Aguirre Zelaya Danelia Dolores
Corrales Huete Juan Alberto
Corrales Tiguant Alma Suyapa
Díaz Altamirano Leonel
Estrada Gómez Rigoberto
Espinoza Moreno Marlon Efrem
González López Valeska Saraí
Gutiérrez Sánchez Raisha Dánae
Hernández Alfaro Walter Emiliano
Huete Huete Jasmina del Carmen
Huete Rodríguez Juan Ángel
Jiménez García Omar Edgardo
Jiménez Santos Iván
Marín Vásquez Arlen Damarys
Matute Monge Doris Amelia
Moncada Castellón Donald Francisco
Montero José Baltazar
Obando Osmara del Carmen
Obando Ruíz Lesbia de los Ángeles
Pérez Álvarez Joel Alalí
Reyes Pérez William Manuel
Rodríguez Díaz Jessica Vanesa
Ruíz Méndez Pedro Celestino
Salinas Gómez Esperanza María
Salvador Rivera Miguel Isaías
Sánchez Díaz Marlon Antonio
Sánchez Gabriel Ramón
Valdivia Lorente Marvin Ulises
Vásquez Hoyes Fredman Orlando
Zelaya Flores Felipe

Equipo por Cruz Roja

Apoyo técnico:

Maya Schaerer, Delegada Cruz Roja Holandesa

Ansia Álvarez Estrada, Coordinadora Nacional de Proyectos, Cruz Roja Nicaragüense

Apoyo logístico:

Elizabeth Potoy

Onelia Fuentes

Rafael Velasquez