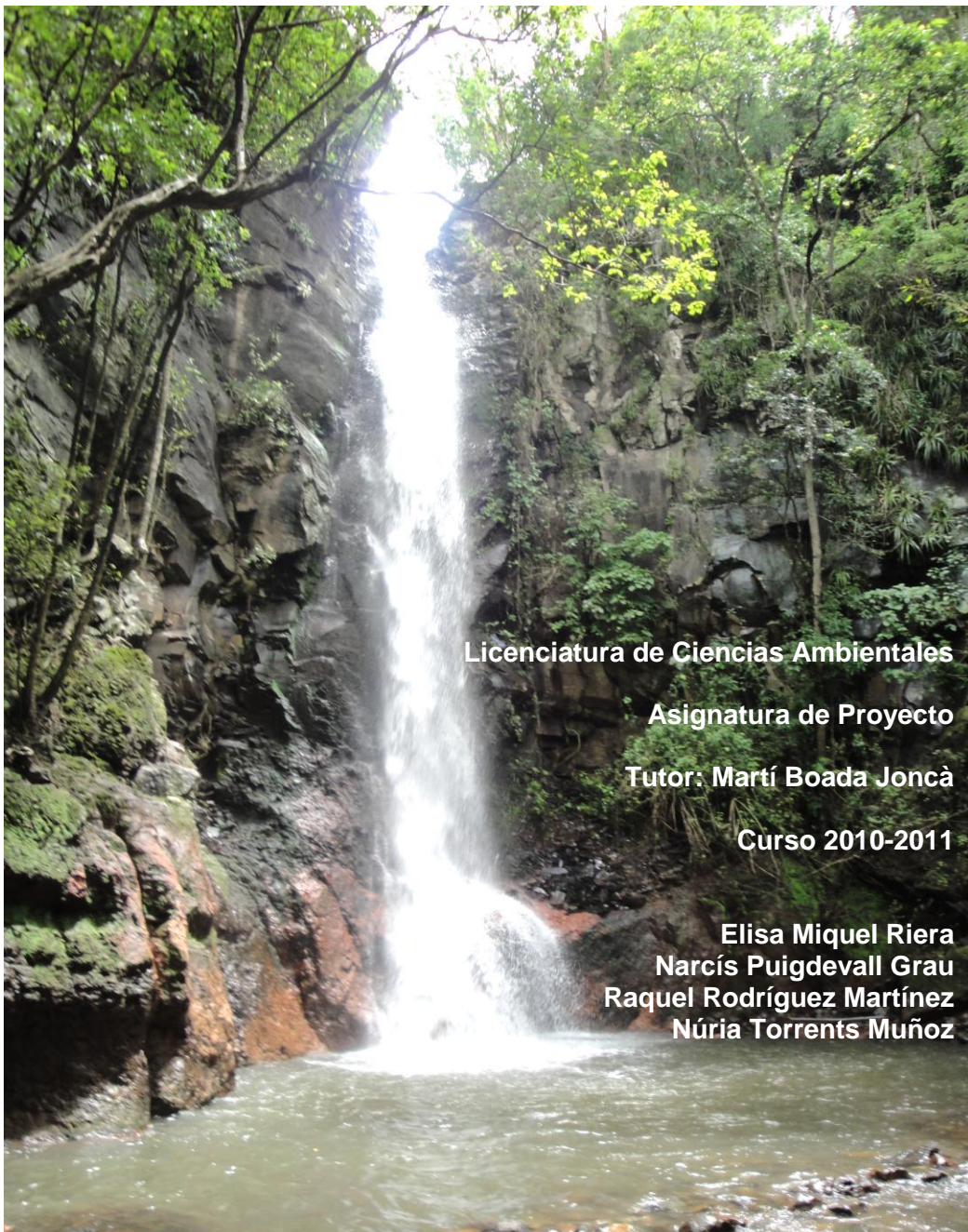


Descripción socioambiental y análisis de las fuentes de agua de la Microcuenca La Jabonera (Estelí, Nicaragua)



Licenciatura de Ciencias Ambientales

Asignatura de Proyecto

Tutor: Martí Boda Joncà

Curso 2010-2011

Elisa Miquel Riera
Narcís Puigdevall Grau
Raquel Rodríguez Martínez
Núria Torrents Muñoz

Agradecimientos

Este proyecto no habría sido posible sin el apoyo de tantísima gente que nos ha ayudado y acompañado durante estos meses de trabajo y aventura.

A Martí Boada, por darnos la oportunidad de hacer realidad esta experiencia que ha ido más allá de lo meramente académico.

A Albert Folch, por ayudarnos en la interpretación del trabajo de campo en temas de hidrogeología y animarnos a continuar cuando más perdidos estábamos.

A Edgardo Palacios, nuestro tutor en Nicaragua, por acogernos y orientarnos siempre en la mejor dirección.

A nuestros compañeros de proyecto de Estelí, Javier, Elgin, Rebeca, Lannier y Gema, por tratarnos como compañeros desde el principio, trabajar codo con codo y enseñarnos a ver las cosas de una manera distinta.

A todos los pobladores de las comunidades, por abrirnos sus puertas y ofrecernos todo lo que tenían y más sin pedir nada a cambio. Por enseñarnos otra forma de vivir y demostrarnos cuales son los valores más importantes.

A nuestros amigos nicas: Los del café Luz, por acogernos día tras día entre **Toña y Toña**. A los **"niños" del Sandino, Axel, David, Danny, Jerald, Gato y el Cubano**, por **enseñarnos lo que significa la palabra "bacanal"**. Y a Alejandro, por mantener nuestra casa segura escopeta en mano y enseñarnos la receta secreta del ayote con dulce.

A Salatinel, el rey de la carretera.

A los **"vecis", Sara, Josep, Laura, Joan, Gemma y Xavi**, nuestra familia, por hacernos sentir como en casa, por compartir el día a día, raids, bacanales, viajes y momentos inolvidables.

A Muntsa y Marina, por ser nuestras compañeras inseparables y obsequiarnos en todo momento con su candencia más disparatada.

A nuestros compañeros de clase con los que hemos compartido los ideales que nos han traído hasta aquí, en especial a Sandra y Marta, que os tuvimos presentes en muchos momentos de nuestro viaje.

A nuestras familias, por dejarnos volar y soportar la distancia con una sonrisa en la cara, porque el sufrimiento ha valido la pena.

Y finalmente a Nicaragua, país vital, libre, alegre y revolucionario que nos ha contagiado para siempre. Volveremos!

Índice general

1	Resumen	6
2	Antecedentes	7
3	Introducción	13
3.1	Contextualización	13
3.2	Tipo de estudio.....	23
4	Justificación	24
5	Objetivos	25
5.1	Objetivo general	25
5.2	Objetivos específicos.....	25
6	Marco metodológico	26
6.1	Etapas del procedimiento metodológico	26
6.2	Metodología para alcanzar los objetivos específicos	27
6.2.1	Bloque I: Caracterización de la Microcuenca	27
6.2.2	Bloque II: Evaluación del estado actual de las fuentes de agua para consumo humano.....	34
6.3	Técnicas e instrumentos.....	42
7	Resultados y discusión	44
7.1	Bloque I: Caracterización de la Microcuenca	44
7.1.1	Definir las características morfológicas	44
7.1.2	Describir los componentes biofísicos.....	58
7.1.3	Describir los aspectos socioeconómicos de la población.....	68
7.2	Bloque II: Evaluación del estado actual de las fuentes de agua para consumo humano.....	87
7.2.1	Identificar las principales fuentes de agua para consumo humano en las comunidades	87
7.2.2	Evaluar la calidad del agua para consumo humano.....	92
7.2.3	Determinar la disponibilidad de agua para consumo humano.....	110
7.2.4	Describir el estado de protección y conservación de las fuentes	120
8	Conclusiones	126
9	Propuestas de mejora	130
10	Bibliografía	132
11	Acrónimos	136
12	Presupuesto	137
13	Programación	138
14	Anexos	139

Índice de tablas

Tabla 1: Clasificación de la forma de la cuenca y la tendencia a las crecidas según el índice de compacidad (Campos 1992)	49
Tabla 2: Clasificación de las pendientes	50
Tabla 3: Clases de valores de pendiente del cauce	55
Tabla 4: Relación de bifurcación	56
Tabla 5: Clases de densidad de drenaje.....	58
Tabla 6: Balance hídrico de la Microcuenca La Jabonera	66
Tabla 7: Distribución de la población	70
Tabla 8: Superficie de los distintos usos del suelo	85
Tabla 9: Inventario de fuentes de agua para consumo humano de la Microcuenca	88
Tabla 10: Número de fuentes con riesgo de contaminación según la presencia de cada indicador en las proximidades de la fuente, por cada tipo de fuente de agua y por cada comunidad.....	93
Tabla 11: Percepción de la población en cuanto a los focos de contaminación y los hábitos de prevención de éstos.	96
Tabla 12: Percepción de la población en cuanto a la presencia de basura alrededor de las fuentes de agua.....	101
Tabla 13: Resultados de los parámetros físicos de calidad del agua del río Estelí.....	102
Tabla 14: Resultados de los parámetros físicoquímicos de calidad del agua de las fuentes de agua para consumo humano de las tres comunidades de la Microcuenca la Jabonera.	105
Tabla 15: Sistema de abastecimiento de las viviendas de la Microcuenca	115
Tabla 16: Sistema de abastecimiento de las viviendas de la Microcuenca.....	117
Tabla 17: Estado de protección de las fuentes de agua de la comunidad de la Almaciguera.....	120
Tabla 18: Estado de protección de las fuentes de agua de la comunidad del Despoblado	128
Tabla 19: Estado de protección de las fuentes de agua de la comunidad de la Estanzuela.....	128
Taula 20: Estado de protección de las fuentes de agua de la Microcuenca	122

Índice de figuras

Figura 1: Localización de Nicaragua en el continente americano.	13
Figura 2: División política del territorio de Nicaragua y localización del municipio de Estelí.....	14
Figura 3: Cuencas hidrográficas del Atlántico de Nicaragua y localización de la subcuenca del río Estelí.	21
Figura 4: Mapa de la subcuenca del río Estelí y localización (verde) de la microcuenca La Jabonera.....	22

Figura 5: Representación del perímetro y el área de la microcuenca La Jabonera sobre hojas topográficas 1:50000.	45
Figura 6: Cauce principal de la Microcuenca.	46
Figura 7: Representación gráfica del pendiente en el área de estudio.....	50
Figura 8: Curva de pendientes medias.	51
Figura 9: Curva hipsométrica de la Microcuenca La Jabonera.....	52
Figura 10: Red de drenaje.....	53
Figura 11: Perfil altimétrico del cauce principal.....	54
Figura 12: Orden de las corrientes.....	55
Figura 13: Estratificación geológica.	64
Figura 14: Piezometría de la Microcuenca La Jabonera.	67
Figura 15: Cocina de leña.	68
Figura 16: Distribución de las distintas actividades económicas.	71
Figura 17: Tipo de agricultura según la comunidad.....	71
Figura 18: Tipo de cultivo según la comunidad.....	72
Figura 19: Campesinos trabajando la tierra.	73
Figura 20: Tipo de ganadería según la comunidad.....	74
Figura 21: Niñas de La Estanzuela.	77
Figura 22: Digitalización de los usos del suelo a partir de una ortofoto.....	84
Figura 23: Uso del suelo agrícola y ganadero.	86
Figura 24: Ojo de agua.....	89
Figura 25: Puesto de agua	90
Figura 26: Pozo	90
Figura 27: Mapa de la localización de las fuentes de agua en la microcuenca.....	91
Figura 28: Letrina	95
Figura 29: Mujeres lavando en el río.....	96
Figura 30: Mapa de usos del suelo con las fuentes de agua georreferenciadas.	100
Figura 31: Restos de envases de plástico	102
Figura 32: Proyectistas realizando los análisis	108
Figura 33: Proyectistas realizando los análisis	108
Figura 34: Mapa de usos del suelo con la localización de las fuentes analizadas.....	109
Figura 35: Mapa de las áreas de recarga de los nacientes de la Microcuenca.....	113
Figura 36: Miniacueducto por bombeo eléctrico	118
Figura 37: Pila de abastecimiento.....	119
Figura 38: Pila de captación.....	119
Figura 39: Cobertura vegetal de un ojo de agua.....	124
Figura 40: Cercas de un puesto de agua.....	125
Figura 41: Pozo tapado	125

1 Resumen

El objetivo principal de este proyecto es la caracterización de la Microcuenca la Jabonera (Estelí, Nicaragua) enfatizando el agua como factor clave que conecta todos los elementos que interaccionan en la Microcuenca y que, además delimita el área de estudio.

El trabajo de campo ha consistido básicamente en la georeferenciación de los puntos de interés, la realización de encuestas a la población y la evaluación de las fuentes de agua y del agua del río mediante análisis fisicoquímicos.

En el procesamiento de la información se ha elaborado cartografía temática mediante la herramienta SIG que ha servido de soporte para la interpretación de los resultados. Las características morfométricas y biofísicas favorecen que el agua precipitada se pierda rápidamente por escorrentía superficial con una tendencia moderada a crecidas e inundaciones. El agua infiltrada circula rápidamente por fracturas del material geológico con tiempos de tránsito cortos, y además, el área de recarga de los nacientes es local por lo que las fuentes son especialmente vulnerables a períodos de sequía y a la contaminación en su entorno cercano. El estudio de usos del suelo junto con la realización de análisis del agua ha permitido determinar que los agroquímicos son la principal fuente potencial de contaminación del agua en la Microcuenca.

Los resultados obtenidos muestran la necesidad de llevar a cabo una gestión integrada del territorio que garantice un desarrollo socioambiental sostenible.

2 Antecedentes

En la Subcuenca del Río Estelí se han realizado en los últimos años una serie de estudios y proyectos encaminados a la protección, recuperación y restauración de las distintas microcuencas; estas iniciativas han sido desarrolladas por diferentes organismos gubernamentales y no gubernamentales, universidades, instituciones y gobiernos locales que tienen incidencia en el área de estudio.

En 1983 INAA-COSUDE construyó un mini-acueducto por gravedad para abastecer a las comunidad de El Despoblado y La Estanzuela; el sistema es utilizado por 711 personas que habitan en 137 viviendas; abasteciendo un 88% de la población total. Durante este proyecto se construyeron 20 puestos públicos y 142 letrinas. Este sistema continúa operativo hoy en día aunque pese a que se le ha dado mantenimiento, desde el Huracán Mitch (1998) no ha vuelto a funcionar al 100%.

En 1994 se elaboró un Plan de Rehabilitación Ambiental de la Cuenca Sur del Río Estelí por el Servicio Nacional de Ordenamiento de Cuencas (SENOC-MARENA). Este plan tenía como objetivo contribuir al desarrollo y rehabilitación de los recursos naturales a través del uso y manejo apropiado de las tierras, logrando a corto, mediano y largo plazo un mejoramiento tecnológico y un aumento del nivel de vida de la población. Como resultado del plan, se elaboraron una cartera de proyectos agroecológicos, de los cuales no se ejecutaron ninguno.

Por su parte el Programa Socioambiental y Desarrollo Forestal (POSAF I) fue una iniciativa para el desarrollo sostenible de los recursos naturales en cuencas prioritarias, donde a través de la difusión de nuevas prácticas productivas sostenibles, se conserva la base productiva y asegura mayores niveles de ingresos y rentabilidad a largo plazo. El POSAF se basó en la aplicación de técnicas de conservación de suelo y aplicación de sistemas productivos agroforestales y silvopastoriles en el territorio comprendido en la cuenca. Su estrategia se basó en proporcionar asistencia técnica intensiva fomentando tecnologías apropiadas, en educar a la población en torno al manejo de las cuencas hidrográficas e incentivarlos hasta lograr resultados económicos rentables. (INAFOR)

A través de los diagnósticos realizados en el año 1999 como parte de la formulación de la Estrategia Nacional de Biodiversidad por parte de MARENA, se identificaron una

serie de problemas socioeconómicos y ambientales para los cuales se especificaron acciones como parte de la estrategia para conservar la biodiversidad en la zona. Los problemas identificados fueron los siguientes:

- Quemadas excesivas e incendios forestales.
- Erosión en los suelos.
- Deforestación.
- Contaminación en las fuentes de agua por el uso de agroquímicos.
- Pérdida de recursos genéticos.
- Piratería y tráfico ilegal de especies.
- Especies animales en peligro de extinción como el Tigrillo.
- Introducción de especies exóticas.
- Utilización de grandes cantidades de agua y químicos para el cultivo de tabaco.

En el año 2000 el Ministerio Agropecuario y Forestal (MAGFOR) realizó un estudio sobre manejo integrado de cuencas hidrográficas de la región de Las Segovias, con el objetivo de contribuir con información base para promover la conservación, restauración y manejo de los recursos naturales. Este estudio puso énfasis en las cuencas hidrográficas altamente intervenidas por la actividad agropecuaria, y pretendió diseñar una estrategia de desarrollo territorial que sirviera de marco para orientar a los actores locales en el proceso de planificación y desarrollo municipal. Utilizando los Sistemas de Información Geográfica como herramienta fundamental de análisis, se creó una base de datos amplia en los departamentos de Madriz, Estelí y Nueva Segovia, quedando el compromiso de estar actualizando periódicamente dicha base de datos. Esta base de datos posee información en formato shapefile para generar mapas sobre usos de suelo, clima, infraestructuras, hidrología, suelo, amenazas y catastro (MAGFOR, 2000).

El MARENA y el POSAF elaboraron en el 2002 el Plan de Ordenamiento de la Subcuenca del Río Estelí como resultado de los estudios realizados previamente sobre el uso y potencial de la tierra, las características agroclimáticas y las condiciones socio-económicas de la parte norte de la subcuenca. Este plan propuso cinco líneas estratégicas de acción, basadas en mecanismos que permitieran aumentar los ingresos de la población, a la vez de mantener la integridad ambiental del área. Las líneas de acción son las siguientes:

- Promoción de Inversiones, Comercialización y Mercado: Determinar y dar a conocer nacional e internacionalmente las ventajas financieras, legales y fiscales de promover inversiones productivas en la subcuenca del río Estelí, así como

apoyar la comercialización y el mercado de los productos agropecuarios producidos en la Cuenca.

- Condicionamiento del Crédito: Asegurar que la banca privada y estatal utilicen el esquema de ordenamiento de uso de la tierra y los requisitos ambientales en la cuenca para aprobar el otorgamiento de los créditos.
- Obras de Infraestructura Ambiental: Apoyar directamente los proyectos municipales para la construcción de infraestructura ambiental como redes de alcantarillado sanitario, plantas de tratamiento de aguas servidas, sistemas de control de basuras y obras de control de erosión en las vertientes y caminos.
- Investigación y Educación Ambiental: Apoyar las iniciativas de investigación y educación ambiental de los OCEs y otras organizaciones locales.
- Control de Factores Externos: Desarrollar procedimientos institucionales que permitan el control de factores externos (intereses creados, corrupción, tráfico de influencias, etc.) que supongan una amenaza para la productividad y la integridad ecológica de la cuenca (MARENA, 2002).

En el 2003, en el marco de una maestría en cuencas hidrográficas, la Universidad Autónoma de Barcelona y la Universidad Politécnica de Nicaragua realizaron un trabajo de investigación sobre la implementación de técnicas de manejo de cuencas hidrográficas en tres comunidades de microcuencas tributarias al río Estelí: La Jabonera, La Majada y Cerro Grande. El objetivo de estas técnicas era la contribución en la protección y conservación de los recursos naturales en el área. Las técnicas utilizadas en las distintas comunidades fueron:

- Barreras muertas y vivas: Son obstáculos físicos que se usan en terrenos cultivables para disminuir el impacto negativo del viento, el agua, y el establecimiento de plagas en los cultivos.
- Cultivos en curvas a nivel: Se realizan en zonas con pendientes en direcciones variadas manejando el suelo en una trayectoria perpendicular a una línea en el plano horizontal. Consiste en trabajar la tierra en dirección perpendicular a la pendiente, de manera que los surcos sigan la trayectoria de las curvas de nivel.
- Reforestación: Repoblar aquellas áreas en las que en un pasado estaban cubiertas de bosque i que en el presente han sido eliminados.
- Gestión de bosques: Gestionar las zonas forestales con la finalidad de protegerlas y regular su uso.
- Siembra de abonos verdes: Sembrar plantas que mejoran el suelo y le aportan elementos nutritivos. Se lleva a cabo un año de cada tres, cuando se deja

descansar la tierra sembrando en ella plantas que permiten que el suelo se airee y aportan humus i nitrógeno una vez enterradas.

- Uso de abonos orgánicos: Abonar la tierra con fertilizantes que provengan de animales, restos vegetales, de alimentos u otra fuente orgánica y natural.
- Rotación de cultivos: alternar plantas de diferentes familias y con necesidades nutritivas diferentes en un mismo lugar durante distintos ciclos con la finalidad de evitar que el suelo se agote y que las enfermedades que afectan a un tipo de plantas se perpetúen en un tiempo determinado.
- Cultivos en asocio: Plantar especies vegetales próximas las unas de las otras para obtener una competencia interespecífica y complementación con la finalidad de estimular los rendimientos de la producción.
- Cercas vivas: Utilizar plantas para proteger los cultivos y mejorar la calidad del suelo.
- Control de incendios forestales: Mantener una vigilancia constante en zonas potenciales de padecer incendios con la finalidad de prevenir-los.
- Diques, acequias: Construir un canal que conduzca el agua para regar.
- Incorporación de rastrojos: Utilizar los restos de tallos y hojas de las plantas para proteger el suelo de la erosión.
- Aplicación de insecticida natural: Usar insecticidas que en lugar de tener un origen sintético tengan origen natural.
- Regeneración natural: integración de árboles y cultivo para conservar y proteger la cobertura vegetal, evitando la erosión y almacenando humedad en las áreas de cultivo.
- Protección de las fuentes de agua: proteger de posibles agentes que puedan alterar la calidad del agua los sitios donde ésta se encuentra.

Los resultados indicaron que las diferentes técnicas puestas en práctica por las comunidades e impulsadas por las instituciones todavía no estaban contribuyendo a la recuperación de los recursos suelos, agua y bosque. Sin embargo, se pudo concluir que la mayor parte de los esfuerzos habían detenido el avance del deterioro de los mismos (Valenzuela, 2003).

En mayo de 2003 el FIDER elaboró el Plan de Manejo de la Reserva Natural Tisey – La Estanzuela. Se trata de un documento muy extenso que trata diferentes aspectos del área protegida. En primer lugar se puede encontrar una descripción del área protegida y su entorno. Define características generales de la zona, del entorno, aspectos físicos y socioeconómicos.

En segundo lugar lleva a cabo un análisis integral del área protegida y su entorno. Sobre los valores del área protegida, los problemas de conservación, análisis específicos de biodiversidad, de recursos hidrológicos, de impacto ambiental, de conectividad, y analiza el potencial de uso de los recursos.

Posteriormente lleva a cabo una síntesis operativa dónde se puede encontrar la zonificación de la reserva natural, analiza y describe distintos programas de manejo que influyen en la reserva, expone un seguimiento y control institucional y finalmente propone una metodología de trabajo (FIDER, 2003).

En el 2008, tomando como punto de partida el diplomado en Manejo Integrado de Cuencas Hidrográficas Agua y Saneamiento (MICHAYS), se actualizó el Plan de la Subcuenca del Río Estelí con participación de organismos y gobiernos locales de los municipios que forman parte de la subcuenca. En dicha actualización se tomaron como insumos importantes los planes ambientales, planes estratégicos de cada municipio, el Plan De Ordenamiento de la Cuenca del Río Estelí del POSAF, las Zonas de Vida de Nicaragua, el Estudio de Ordenamiento de Cuencas Hidrográficas de la región Las Segovias (MAGFOR 2000), el censo poblacional de 2005 y las experiencias de elaboración de planes de manejo de subcuencas realizados por CARE-MARENA-PIMCHAS en el río Viejo y río Jiguina. Posteriormente se realizó un diagnóstico en la subcuenca del Río Estelí, con el objetivo de determinar claramente las vulnerabilidades existentes en aspectos sociales, económicos y ambientales, convirtiéndose de esta manera en un instrumento de consulta de fácil manejo para la toma de decisiones acertadas en la ejecución de proyectos.

Posteriormente a la identificación de las Áreas de Sensibilidad Ambiental y Social (ASAS) y mediante talleres del proceso de “Aprendizaje Vinculado A Resultados” (AVAR) (MARENA-PIMCHAS 2008-2009) los actores locales definieron diferentes líneas estratégicas (PIMCHAS 2008) para ser incorporadas en proyectos para la gestión de microcuencas:

- Uso de leguminosas.
- Sistemas agroforestales.
- Conservación de suelos y agua.
- Rotación de cultivos.
- Diversificación de cultivos de manera orgánica y micro riegos.
- Cadenas de transformación y asistencia técnica.
- Promoción de políticas de género.

- Dotación de servicios de captación agua.
- Protección de fuentes de agua y quebradas.
- Fortalecimiento a los comités de agua potable (CAP'S).
- Monitoreo de calidad de agua.
- Manejo de residuos sólidos y líquidos.
- Manejo y recuperación de áreas ripárias.
- Regeneración natural.
- Aplicación del marco legal.
- Obras de protección y mitigación.
- Sistemas agro-silvo-forestales.
- Obras de conservación de suelo y agua.
- Pago por servicios ambientales.
- Educación ambiental.
- Protección de fuentes de agua y quebradas de consumo humano.
- Implementación de técnicas agroecológicas.

Por último, en 2008 se realizó un estudio hidrogeológico del acuífero de Estelí, cuyos objetivos eran hacer una evaluación hidrogeológica del funcionamiento del acuífero del valle de Estelí, conocer la disponibilidad de agua del acuífero, evaluar el impacto generado por la actividad antrópica en la calidad del agua subterránea del valle y conocer la calidad del agua del acuífero para fines de explotación agrícola y potable (Corrales, 2008).

Una vez analizados y descritos los estudios que se han llevado a cabo en el área de estudio de este proyecto, es interesante destacar que todos ellos se han realizado a nivel de cuenca o subcuenca y que ninguno trata información a nivel de microcuenca. Es decir, a existe bastante información general sobre la zona pero a nivel específico ésta es inexistente.

3 Introducción

3.1 Contextualización

El presente estudio se localiza en la Microcuenca La Jabonera, Nicaragua. Nicaragua se encuentra en el continente americano (imagen x), en la zona de centroamerica. Políticamente esta región se divide en siete países independientes: Guatemala, Belice, Honduras, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica y Panamá.



Figura 1: Localización de Nicaragua en el continente americano.

Fuente: Imágenes depósito.

Nicaragua

Nicaragua es el país más grande de centroamérica. Su capital es Managua, cuenta con una superficie de 130.373 km², y limita al norte con Honduras, al sur con Costa Rica, al este con el océano Atlántico o Mar Caribe y al oeste con el océano Pacífico.

- Territorio

Administrativamente, el país se divide en 15 departamentos que hoy en día sólo tienen propósitos administrativos que no tienen autoridades propias ni delegadas del poder central. Los departamentos se dividen a su vez en municipios regidos por un alcalde y un consejo. Los departamentos son: Boaco,

Carazo, Chinandega, Chontales, Estelí, Granada, Jinotega, León, Madriz, Managua, Masaya, Matagalpa, Nueva Segovia, Rio San Juan y Rivas. (MARENA). Además, en 1987 se crearon dos regiones autónomas a partir del antiguo departamento de Zelaya, las de Atlántico Norte (RAAN) y Atlántico Sur (RAAS), las cuales son regidas por un Coordinador Regional y un Consejo Regional Autónomo. Estas regiones autónomas están pobladas básicamente por poblaciones indígenas y su gobierno local se rige por las normas propias de estas culturas (MARENA). La imagen x muestra la distribución de los departamentos y regiones autónomas de Nicaragua.



Figura 2: División política del territorio de Nicaragua y localización del municipio de Estelí.

Fuente: google

- Población y características

La población de Nicaragua es de 5.603.000 habitantes, según el último censo de 2010. Del total de habitantes del país, un 63% es de raza mestiza, descendiente de indígenas y españoles; un 14% es de origen europeo; un 8% es de origen africano y el 15% restante es indígena constituido por las etnias miskito, sumo, garífuna y rama. La población no está distribuida de forma equitativa, ya que 60% de la población se concentra en la costa del Pacífico, (especialmente en ciudades grandes y densamente pobladas como Managua, Masaya, Granada y León). Esta zona corresponde a la antigua colonia

española. La parte atlántica representa un 49 % del territorio del país, era colonia inglesa y tan solo contiene un 8,2% de la población (MARENA). Como norma general, se puede afirmar que el 57% de la población nicaragüense es considerada urbana mientras que el 43% restante vive en zonas rurales (Calendario Atlante de Agostini, 2010).

La tasa de natalidad en el año 2008 fue del 2,5% mientras que la de mortalidad fue del 0,5%. Referente a la mortalidad infantil, toma un valor del 2,29% en bebés de menos de un año, y del 2,7% en niños de entre 1 y 5 años. Por otro lado, la mortalidad materna está alrededor de 170 mujeres por cada 100.000 partos. La esperanza de vida de la población es mayor en las mujeres, que corresponde a 76,7 años, mientras que en los varones es de 70,5 años (Calendario Atlante de Agostini, 2010).

Si se tiene en cuenta la edad de la población, se puede ver que 1/3 de la población es joven, menor de 15 años, mientras que el 60% se agrupa entre 15 y 59 años.

El idioma oficial es el español, pero en la costa atlántica se hablan idiomas minoritarios como el miskito, el sumo, el garífuna y el rama, y además, también se habla inglés.

- **Educación y sanidad**

El sistema educativo de Nicaragua se divide en educación primaria, secundaria y superior. La educación primaria brinda atención básica a los niños de seis o siete años a los doce años de edad y a los que se encuentran en situación de extra-edad hasta los 15 años. Comprende 6 grados escolares divididos en dos ciclos: educación fundamental (primeros cuatro años) y segundo ciclo (5to. y 6to. grado). La educación primaria es obligatoria y gratuita. La educación secundaria brinda atención educativa a jóvenes y adultos preparándolos para continuar sus estudios a nivel superior o participar eficientemente en la vida del trabajo. Comprende dos niveles: el ciclo básico (3 años de duración, diploma de curso básico) y el ciclo diversificado (dos años, bachillerato en humanidades o ciencias). La educación técnica

secundaria ofrece un programa de tres años de duración a los jóvenes de 15 a 18 años para el título de técnico medio así como para los estudios de formación docente. (MINED). La educación superior comprende las universidades (públicas y privadas), los centros de educación técnica superior (institutos politécnicos y tecnológicos) y los centros de investigación y de capacitación. La educación técnica superior ofrece programas de 2 a 3 años de duración para el título de técnico superior. El título de licenciado requiere normalmente 4 a 5 años de estudios (6 años en el caso de medicina para el título de doctor). Los programas de maestría requieren 2 años adicionales de estudios después de la licenciatura. Además la tasa de analfabetismo es considerable, ya que hasta un 23,3% no sabe leer ni escribir (MINED)

El acceso a la sanidad no es posible para toda la población del país, ya que únicamente tienen el privilegio un 52% de la población. Además, solo hay 1 médico para cada 2500 habitantes, y 1 cama en los hospitales para cada 1000 ingresados (MINSAs).

- **Economía**

La moneda oficial del país es el Córdoba aunque también se puede utilizar el dólar americano. Un dólar equivale aproximadamente 22'26 Córdobas Nicaragüenses. Nicaragua tiene un Producto Interior Bruto de 6151 millones de \$. La población activa del país en 2009 era de 2.282.700 de habitantes, de los cuales un 60% aproximadamente eran varones. La mitad de esta población activa se dedica a actividades del sector terciario, un 30% se dedica a la agricultura y a la ganadería y un 20% al sector secundario. El número de trabajadores sin empleo en 2009 estaba alrededor del 9% del total de la población activa, de los cuales el 38,4% eran mujeres.

Nicaragua es un país que invierte un mayor presupuesto en importaciones del que obtiene con exportaciones, hecho que implica un balance comercial negativo de 2063 millones de \$. Además recibe ayudas exteriores de hasta 740 millones de \$ (un 11% del PIB del país). El presupuesto entrante del estado es de 27042 millones de \$ y los costes están alrededor de los 25032 millones de \$. Las principales exportaciones son café, caña de azúcar, fruta, tabaco y

cacahuetes; para el autoconsumo queda el maíz, el arroz y los frijoles. Nicaragua es en el ranking mundial de productores de café el número 17.

En general, se puede decir que Nicaragua es un país pobre, donde un 16% de la población vive con menos de 1,25\$ al día, y hasta el 31% vive con menos de 2\$ diarios. Según el indicador de pobreza humana, Nicaragua ocupa el puesto 68 en la clasificación mundial, con un 17% de pobreza en el país. Si se considera el Índice de Desarrollo Humano, Nicaragua ocupa el lugar 124 en la clasificación mundial (Calendario Atlante de Agostini, 2010).

- **Historia**

Nicaragua estuvo gobernada de 1527 a 1531 por Pedrarias Dávila, quien se distinguió por su crueldad contra los indígenas. En 1544, después de un periodo de intensa rivalidad entre los españoles, el territorio se incorporó a la Capitanía General de Guatemala. Durante la época colonial el país disfrutaba de una paz y prosperidad relativas, aunque algunos piratas ingleses, como Francis Drake, continuamente intentaban invadir y saquear las poblaciones de la costa. En 1610 la ciudad de León fue trasladada a su emplazamiento actual debido a la erupción del volcán Momotombo, que la destruyó. Durante todo ese siglo es constante la irrupción de corsarios y filibusteros ingleses: en 1643 saquearon Matagalpa y en 1664 y 1685 la ciudad de Granada. En el siglo XVIII los británicos se aliaron con los indígenas miskitos (miskitos) y modificaron notablemente la hegemonía española. En 1748 se apoderan de San Juan del Norte y comienzan a extender su influencia por toda la costa atlántica. Durante la segunda mitad de este siglo el territorio de la Mosquitia o costa de los Mosquitos pasó a ser considerada colonia británica (hasta 1894 Nicaragua no consiguió que los ingleses se ajustaran al Tratado de Versalles y se comprometieran a desocupar la costa. Los primeros brotes independentistas se iniciaron en 1811 en León, Masaya, Granada y Rivas; todos ellos tuvieron un fuerte carácter popular y contaron con una alta participación indígena. La Capitanía General de Guatemala, de la que formaba parte Nicaragua, declaró su independencia de España en 1821; un año después, y junto con las demás provincias vinculadas a Guatemala, quedó anexionada al breve Imperio Mexicano de Agustín de Iturbide; en 1823, después de la caída del emperador,

Nicaragua formó parte de la federación de las Provincias Unidas del Centro de América (integrada, además, por Guatemala, Honduras, El Salvador y Costa Rica). En 1825 Manuel Antonio de la Cerda fue elegido primer presidente del Estado federado de Nicaragua. La lucha sostenida entre los liberales, concentrados en la ciudad de León, y los conservadores, cuyo principal centro era Granada, se convirtió en la característica más sobresaliente de la política nicaragüense. Los liberales, que luchaban para establecer una nación independiente, consiguieron que en 1838 la Asamblea Nacional, reunida en Chinandega, proclamara la independencia de Nicaragua. No obstante, el conflicto civil continuó y en 1855 el aventurero estadounidense William Walker, con una pequeña banda de seguidores, se unió a los liberales para encabezar sus tropas. Walker ocupó y saqueó Granada en 1855, y un año después se convirtió en presidente de Nicaragua y fue reconocido como tal por Estados Unidos. Sin embargo, al apoderarse de una propiedad perteneciente a una compañía de transporte controlada por el industrial estadounidense Cornelius Vanderbilt, se ganó su enemistad. Vanderbilt apoyó a los conservadores, contrarios a Walker, quien huyó del país en 1857. En 1893 una revolución llevó al poder al dirigente liberal José Santos Zelaya, que permaneció como presidente durante los siguientes 16 años, gobernando de forma dictatorial. Zelaya fue derrocado en 1909 y dos años después Adolfo Díaz asumió la presidencia. Durante su mandato contó con el apoyo de Estados Unidos, país que en 1912 intervino por primera vez en Nicaragua con el envío de un contingente de marines. En 1916 entró en vigor el Tratado Bryan-Chamorro, acuerdo por el que Estados Unidos obtuvo el derecho a construir un canal a través del país desde el océano Atlántico hasta el océano Pacífico, tomar en arrendamiento las islas del Maíz y establecer una base naval en el golfo de Fonseca, todo ello a cambio del pago de 3 millones de dólares. El acuerdo desencadenó las protestas de algunos países de Centroamérica y supuso la formación de una guerrilla contraria al acuerdo. Los marines se mantuvieron en Nicaragua hasta 1925 y después de su salida se produjeron nuevas revueltas contra Díaz, por lo que volvieron a intervenir un año después. A partir de ese momento, las tropas estadounidenses lucharon contra la guerrilla del dirigente liberal Augusto César Sandino (AGHN). En 1928 se celebraron nuevas elecciones y el general liberal José María Moncada asumió la presidencia un

año después. Los marines se retiraron en 1933, dejando a Anastasio Somoza como comandante de la Guardia Nacional, quien un año después mandó ejecutar al guerrillero Augusto César Sandino. En 1937 fue elegido presidente, iniciando una dinastía que gobernaría el país durante más de cuarenta años de forma dictatorial que abarcó desde 1936 hasta 1979. En los años siguientes tuvo lugar una larga guerra civil en la que finalmente triunfó el Frente Sandinista de Liberación Nacional. Para tratar de evitar esta victoria EEUU constituyó la Contra, una guerrilla anticomunista destinada acabar con el FSLN. Finalmente en 1988 se firma un acuerdo de paz, y el FSLN gana las elecciones con Violeta Chamorro como presidenta de la República de Nicaragua. En los sucesivos años a la guerra, el FSLN perdió las elecciones hasta 2006, cuando regresó con Daniel Ortega al poder (Calendario Atlante de Agostini, 2010).

- **Medio ambiente**

Entrando en la situación ambiental del país, se puede decir en primer lugar que todavía cuenta con una gran superficie forestal, el 41,5% del país, y el 15,3% es área protegida, lo que ayuda a la preservación del espacio, junto con el hecho de que la deforestación sólo es del 1,3%. Los recursos naturales son principalmente agrícolas. Los depósitos de material volcánico han enriquecido su suelo, por lo que el país es extremadamente fértil. Cerca de la mitad del territorio está cubierto por la selva. Nicaragua cuenta con depósitos de oro, plata, sal y cobre (MARENA).

Referente al clima, la temperatura media anual es de 27,2°C y la precipitación anual es de 1147mm. La distribución de la precipitación no es regular, sino que se pueden diferenciar dos estaciones distintas: la estación seca donde la lluvia es muy escasa (de enero a junio) y la estación húmeda, donde en algunos meses la lluvia es presente de forma diaria (MARENA).

La vegetación de Nicaragua es de naturaleza tropical y subtropical; fuertes aguaceros descargan a lo largo de la costa del Caribe y en las vertientes orientales de la altiplanicie. Abundan los pinos, cedros, caobas, quebrachos, guayacanes y árboles del hule o caucho, así como cerca de 50 variedades de árboles frutales.

Dentro de la fauna de Nicaragua se encuentran el puma, el venado, el jaguar, el pecarí, algunas especies de monos y lagartos, así como una amplia variedad de reptiles; son abundantes los guacamayos —denominados lapas—, los colibríes y los pavos salvajes. El guardabarranco es el pájaro nacional y la zacuanjoche la flor del país (MARENA).

En Nicaragua existen 72 áreas protegidas en diferentes categorías de manejo que buscan asegurar la conservación, la protección y manejo sostenible de los recursos naturales de sus entornos. Las áreas protegidas se componen de zonas núcleos en las que se prohíbe el uso de los recursos de manera intensiva y las zonas de amortiguamiento en las cuales se permite el uso de los recursos de manera controlada y se desarrollan actividades tales como la ganadería y la agricultura controlada. (MARENA) La administración de las áreas protegidas se realiza a través de las delegaciones territoriales de MARENA en los departamentos y a través de la participación de las municipalidades y de las organizaciones no gubernamentales con el modelo de co-manejo (MARENA). La herramienta básica que asegura la óptima administración de las áreas protegidas son los Planes de Manejo. Estos instrumentos legales se elaboran en conjunto con los actores locales de las áreas y en ellos se determina todas las acciones necesarias que se deben realizar para conservar y proteger los recursos naturales a través del manejo integral (MARENA). Las áreas protegidas en la actualidad son valiosos destinos turísticos que se promocionan en conjunto con el Instituto de Turismo (INTUR) y contribuyen en su conjunto en el mejoramiento de la economía local y nacional. Muchas de las Rutas Turísticas impulsadas por los operadores de turismo abarcan áreas protegidas del Centro Norte y Pacífico del país (MARENA). Es importante destacar que Nicaragua cuenta con 8 áreas protegidas que ostentan un reconocimiento internacional, uno de ellos otorgado por el Programa El Hombre y la Biosfera (MAB) de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), el cual ha sido otorgado a dos Reservas de Biosfera: Bosawas y Río San Juan-Nicaragua. Así también la Convención RAMSAR (Convención Relativa a los Humedales de importancia Internacional) ha otorgado reconocimiento internacional a 8 humedales nacionales (MARENA).

En cuanto al agua, Nicaragua consta de 21 cuencas hidrográficas, de las cuales 13 desembocan en el mar atlántico y 8 en el mar Caribe (MARENA). En la imagen X se puede observar las distintas cuencas hidrográficas del atlántico de Nicaragua así como la ubicación de la subcuenca del río Estelí dentro de la cuenca del río Coco.

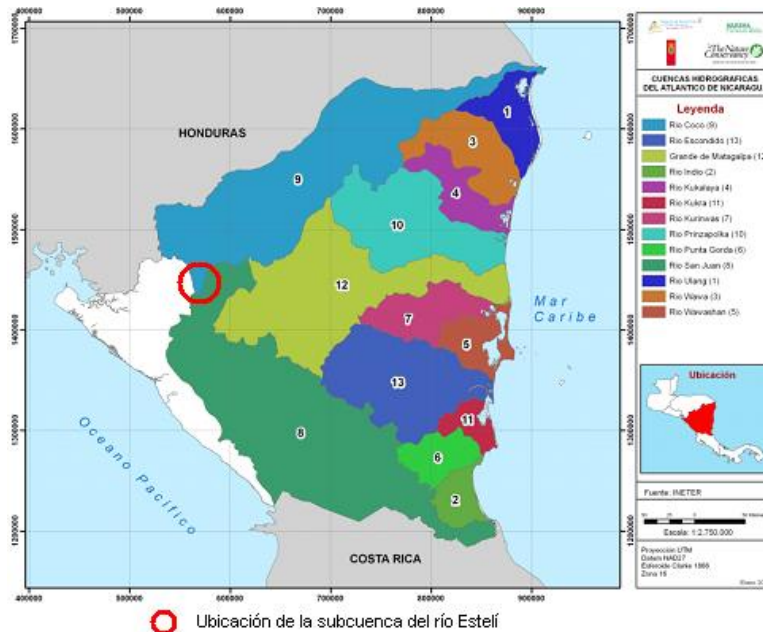


Figura 3: Cuencas hidrográficas del Atlántico de Nicaragua y localización de la subcuenca del río Estelí.

Fuente: MARENA. Elaboración propia.

Estelí

El departamento de Estelí se ubica al norte de la zona central del país. Tiene una población de 215.308 habitantes, una superficie de 2.230 km² y una densidad de 97 hab/km², la quinta más elevada de todo el país. Está dividido en seis municipios: Condega, Estelí, La Trinidad, Pueblo Nuevo, San Juan de Limay y San Nicolás de Oriente, y es en el municipio de Estelí dónde se sitúa el área de estudio. Concretamente, éste municipio tiene 97.167 habitantes. (Calendario Atlante de Agostini, 2010)

Microcuenca La Jabonera

El presente estudio se localiza la microcuenca La Jabonera, ubicada geográficamente entre las coordenadas 571568 N y 1438655 W, con una extensión de 2850 ha. La microcuenca pertenece a la subcuenca del Río Estelí, que pertenece a la cuenca del Río Coco. (MARENA)

Dentro de la subcuenca del río Estelí, la Microcuenca la Jabonera se ubica en la parte sur. (Imagen X)



Figura 4: Mapa de la subcuenca del río Estelí y localización (verde) de la microcuenca La Jabonera.

Fuente: SICRE, FAREM Estelí.

La microcuenca La Jabonera está ubicada dentro de una área protegida, la reserva natural Tisey-Estanzuela. Ésta fue declarada Área Natural Protegida de Interés Nacional en octubre de 1991. El clima del área es de los más templados del país, con temperaturas promedio anual menores a los 24°C, con excepción de pequeños sectores de tierra caliente. Como en las otras cuencas, el clima del área tiene una relación estrecha con la altura. Estelí, a una elevación de 830 m, tiene una precipitación media anual de 860 mm³, con meses lluviosos entre Mayo y Octubre, una canícula fuerte en Julio y Agosto, y menos que 10 mm³ de lluvia por mes durante los meses de Diciembre a Marzo (MARENA).

3.2 Tipo de estudio

El presente proyecto es un trabajo descriptivo que analiza variables de índole cualitativa y cuantitativa. En lo referente a la parte cualitativa, utiliza como método los estudios de casos, dentro de los cuales se utilizan varias técnicas como: la encuesta, la entrevista semi-estructurada, la observación directa y los grupos focales*. En cuanto a la parte cuantitativa, se ha hecho inventario y muestreo de las diferentes fuentes de agua. De manera transversal se han elaborado mapas con la herramienta SIG con la combinación de la información extraída.

* Un grupo focal es una técnica de obtención de información dónde los interesados en llevarlo a cabo organizan una reunión dónde los asistentes debaten y dan su opinión sobre un tema establecido.

4 Justificación

Este estudio se ha realizado en la Microcuenca La Jabonera donde se localiza gran parte de la zona núcleo de la Reserva Natural Tisey-Estanzuela, declarada área protegida según el decreto 296 publicado en el diario La Gaceta del 11 de Noviembre de 1991.

Pese a encontrarse en una zona protegida, el área de estudio se encuentra ambientalmente amenazada y en proceso de deterioro debido a la sobreutilización de tierras agropecuarias y forestales, a la deforestación en zonas de conservación y protección, a la erosión de los suelos y al deterioro de fuentes locales de agua potable. Todos estos aspectos negativos en la Microcuenca repercuten en otras áreas de la subcuenca del río Estelí, puesto que en este sector se encuentra la fuente potencial de suministro de agua (tanto superficial como recarga a las aguas subterráneas) para el consumo humano en la ciudad de Estelí. Es por eso que urge realizar una evaluación integral del espacio con un enfoque de cuencas. Así pues, surgió la necesidad de realizar un estudio que nos acerque a la realidad de la Microcuenca La Jabonera, logrando profundizar al máximo en la caracterización biofísica, morfométrica y socioeconómica de la zona de estudio. A su vez, dado que el principal factor en una Microcuenca es el agua, se ha hecho una aproximación a la caracterización y evaluación de las fuentes de agua para consumo humano. Además, ésta caracterización es el inicio para dar salida a nuevos estudios de la Microcuenca La Jabonera, que permitan la creación de un Plan de Manejo a nivel de Microcuenca. De esta manera, las acciones de conservación se adecuarían a la realidad de la Microcuenca.

Este estudio interdisciplinario pretende unir esfuerzos entre todos los actores para proteger y recuperar la Microcuenca y al mismo tiempo avanzar hacia un manejo sostenible para la perpetuidad de dicha Microcuenca en su estado natural.

5 Objetivos

5.1 Objetivo general

Describir el contexto socioambiental y evaluar la calidad y disponibilidad del agua de la Microcuenca La Jabonera.

5.2 Objetivos específicos

Bloque 1: CARACTERIZACIÓN DE LA MICROCUENCA

- Definir las características morfológicas de la Microcuenca.
- Describir los componentes biofísicos de la Microcuenca.
- Describir los aspectos socioeconómicos de la población de la Microcuenca.

Bloque 2: EVALUACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE LAS FUENTES DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO DE LA MICROCUENCA

- Identificar las principales fuentes de agua para consumo humano en las comunidades El Despoblado, La Almaciguera y La Estanzuela.
- Evaluar la calidad del agua para consumo humano utilizando parámetros físico-químicos.
- Determinar la disponibilidad de agua para consumo humano existente en La Microcuenca.
- Describir el estado de ambiental de las fuentes de agua para consumo humano.

6 Marco metodológico

En este apartado se pretende describir los procedimientos llevados a cabo para la obtención y procesamiento de la información. A continuación se expone la metodología utilizada para desarrollar el presente estudio.

6.1 Etapas del procedimiento metodológico

Para alcanzar los objetivos planteados anteriormente, se ha utilizado un proceso metodológico dividido en cuatro etapas. Estas etapas consisten en:

1- Exploración y observación directa en el área de estudio

La exploración y observación directa se ha aplicado con la finalidad de lograr un reconocimiento y una familiarización con el área de estudio a través de visitas donde se realizan recorridos por los sitios de interés de la zona y conversaciones con los pobladores que la habitan. Para el sondeo del área de estudio se ha elaborado una guía de observación y exploración (Anexo 1) que permite recopilar la información que se desea obtener e identificar los principales objetos de interés en el campo.

Por otro lado, una reunión de presentación a los pobladores, permitió dar a conocer el estudio que se realizaría a la vez que facilitó la identificación de los actores claves de las principales comunidades (La Estanzuela, El Despoblado y La Almaciguera). De esta forma se obtuvo el permiso para acceder a las distintas propiedades privadas y se estableció contacto directo con los pobladores, cuya colaboración ha resultado imprescindible para la realización del estudio.

2- Recopilación de información y documentación existente

Se ha llevado a cabo una búsqueda de información a partir de distintas fuentes. Se han revisado libros, artículos, revistas, páginas web y estudios realizados por instituciones, organismos no gubernamentales, universidades y alcaldías. También se han recogido los datos registrados por la estación meteorológica de la FAREM (Estelí). Así mismo se han considerado las opiniones y

aportaciones de los distintos expertos consultados y los pobladores del área de estudio.

3- Recopilación de información en campo

En esta etapa se da la recogida de datos directamente en el área de estudio ya sea a partir de la realización de grupos focales y encuestas (Anexo 4) a los pobladores o bien mediante la georeferenciación de los elementos de interés. Para facilitar el trabajo se ha utilizado una ficha de recogida de información para cada actividad de campo (Anexo 2) además del soporte de la guía de observación y exploración mencionada anteriormente.

4- Procesamiento y análisis de la información

Esta fase se ha basado en el procesamiento analítico y crítico de los datos e información que han sido consultados tanto de fuentes bibliográficas, así como de fuentes propias obtenidas en campo con el fin de obtener los resultados y posteriormente realizar las conclusiones y recomendaciones pertinentes.

6.2 Metodología para alcanzar los objetivos específicos

Los objetivos específicos abarcan distintas etapas del proceso metodológico descrito anteriormente. Es por este motivo que la metodología no se describe siguiendo el orden de las etapas metodológicas sino que se explica según los distintos objetivos de cada bloque.

6.2.1 Bloque I: Caracterización de la Microcuenca

Los objetivos a cumplir dentro de este bloque son:

1. Definir las características morfométricas de la Microcuenca.

El estudio de las características morfométricas de la Microcuenca se ha dividido en cuatro subapartados distintos: tamaño, forma, relieve y características de la red hídrica. Para cada subapartado se han analizado las siguientes variables:

- Tamaño:
 - o Área y perímetro
- o Longitud de la cuenca de drenaje

- Forma:
 - o Elongación:
 - Amplitud
 - Relación de elongación
 - o Lobulación:
 - Índice de forma
- Relieve:
 - o Pendiente promedio
 - o Curva de pendientes medias
 - o Curva hipsométrica
- Tamaño:
 - o Área y perímetro: El área y el perímetro de la Microcuenca se han determinado mediante la utilización de hojas topográficas a escala 1:50.000 emitidas por el INETER en el año 1986 correspondientes a los municipios de Estelí y San Nicolás. Además, dado que la cartografía no se ha actualizado en los últimos años y se han detectado algunos errores en la delimitación del parteagua, se ha verificado en el campo que los datos existentes se correspondan con la realidad utilizando GPS y posteriormente se han corregido en la etapa de procesamiento de datos. Toda esta información se ha trabajado mediante sistemas de información geográfica (SIG), concretamente Arc View, Arc Gis o Miramon.
 - o Longitud de la cuenca de drenaje: Existen varios criterios para su cálculo, que estarán en relación directa con la característica que se quiera estudiar. De esta forma, si nos proponemos analizar el comportamiento hidrológico de una cuenca, la medida de la longitud de la misma deberá coincidir con el máximo recorrido del agua; es decir, se deberá tomar la longitud del curso principal (Jardí, 1985).
- Forma:

- Características de la red hídrica:
 - o Red de drenaje
 - o Perfil altimétrico y pendiente promedio del cauce principal
 - o Orden de las corrientes
 - o Razón de bifurcación
 - o Densidad de drenaje

- Elongación: El grado de elongación se ha determinado a partir del cálculo de la amplitud de la Microcuenca y la relación de elongación.
 - Amplitud (W): Es la relación entre la superficie i la longitud de la Microcuenca. $W = A / L$
 - Relación de elongación (Re): Esta variable relaciona el diámetro del círculo asociado (D) con la longitud de la cuenca (L). Definimos el círculo asociado como un círculo de igual superficie que la Microcuenca. $R_e = D / L$

- Lobulación:

- Índice de forma (C): Esta variable compara el perímetro de la cuenca (P) con la longitud o perímetro del círculo asociado. La expresión que toma el índice de forma es la siguiente:

$$C = \frac{P}{2 (\pi \cdot A)^{1/2}}$$

- Relieve:

- Pendiente promedio: El pendiente promedio se ha calculado mediante el uso de SIG. En primer lugar se han digitalizado las curvas de nivel y posteriormente se ha obtenido un modelo digital de elevaciones (MDE) en formato de celdas o “raster”. Finalmente, a partir del MDE se ha creado una representación del pendiente en el área de estudio.
- Curva de pendientes medias: La curva de pendientes medias permite observar la distribución de las pendientes en relación con las altitudes. Los datos necesarios para su representación gráfica se han obtenido mediante SIG, a partir del MDE y de las curvas de nivel digitalizadas. En primer lugar se han distribuido las altitudes en intervalos de 20 metros, que coinciden con las curvas de nivel digitalizadas. A continuación se ha tomado el área de cada faja de terreno comprendida entre las distintas curvas de nivel así como la longitud de dichas curvas. Finalmente se ha calculado la distancia media entre las curvas de nivel que delimitan cada faja, es decir, la anchura media de cada faja. La representación gráfica de la curva de pendientes medias se ha obtenido relacionando la altitud de cada faja con su anchura media acumulada (Racca J.M.G.).

- Curva hipsométrica: La curva hipsométrica (Strahler 1952) permite conocer la distribución de masa en la cuenca desde arriba hacia abajo. Se obtiene colocando en las ordenadas los valores correspondientes a las diferentes alturas de la cuenca y, en las abscisas, los valores del área que se encuentran por encima de las alturas correspondientes referidos al área total de la cuenca. Los datos utilizados para la realización de la curva hipsométrica se han obtenido a partir del MDE utilizando SIG (Racca J.M.G.).
- Características de la red hídrica:
 - Red de drenaje: La red de drenaje se ha definido a partir del análisis de hojas topográficas, mapas digitales e imágenes satelitales previamente publicados. Además se ha corroborado la información existente en campo y se ha ampliado mediante la georeferenciación de nuevos elementos que no aparecen en los documentos anteriores (ríos, quebradas, riachuelos, fuentes manantiales...). El uso de la herramienta SIG ha permitido la elaboración de mapas digitales donde se ha modelado la forma y las características principales de la red hidrográfica de la Microcuenca.
 - Perfil altimétrico y pendiente promedio del cauce principal: El perfil altimétrico es el gráfico de altura en función de la longitud a lo largo del río principal. Se ha escogido como cauce principal aquél que presenta un mayor número de afluentes. Para realizar-lo, se han obtenido los datos necesarios a partir del mapa de la red de drenaje elaborado anteriormente. El cálculo del pendiente promedio del cauce principal se ha calculado a partir del método de los valores extremos, que consiste en determinar el desnivel H entre los puntos más elevado y más bajo del río en estudio y luego dividirlo entre la longitud del mismo cauce L, lo que significa:

Donde:

$$S = \frac{H}{L} \times 100$$

S: Pendiente media del cauce
H: Desnivel entre los puntos más elevado y más bajo del cauce
L: Longitud del cauce

- Orden de las corrientes: El orden de la corriente principal es un indicador de la magnitud de la ramificación y de la extensión de la red de drenaje dentro de la cuenca. Además, la forma en que estén conectados los canales en una cuenca determinada, influye en la respuesta de ésta a un evento de precipitación. El valor del orden del canal principal en la boca de la cuenca da una idea de la magnitud del drenaje de la cuenca. Se ha establecido a partir del mapa de la red de drenaje generado anteriormente. Para calcularlo se ha utilizado el método de Strahler donde se han considerado cauces de primer orden los más extremos de la red, que recogen la escorrentía difusa o laminar pero no concentrada. Los de segundo orden son resultado de la unión de dos o más segmentos de primer orden, los de tercer orden son resultado de la unión de dos o más cauces de segundo orden y así sucesivamente. El río colector principal es el cauce que tendrá el mayor orden.
- Razón de bifurcación: La relación de bifurcación se relaciona con el comportamiento de la cuenca referente a las crecidas de caudal después de un periodo de precipitación, más si se combina con otras características morfométricas de la cuenca. La razón de bifurcación se ha obtenido realizando una media aritmética de la relación de bifurcación hallada entre los diferentes órdenes de la Microcuenca. La relación de bifurcación (2) se ha calculado a partir de la fórmula:

Donde:

R_B : Relación de bifurcación

N_i : Número de cauces de orden i

N_{i+1} : Número de cauces de orden $i+1$

$$R_B = \frac{N_i}{N_{i+1}}$$

- Densidad de drenaje: La densidad de drenaje (Horton, 1945) es otra propiedad fundamental de una cuenca, que controla la eficiencia del drenaje y señala el estado erosivo. Se define como la longitud media de curso por unidad de superficie y tiene que ver con la capacidad que tiene la cuenca de evacuar el agua después de una tormenta. (Emilio José Gómez Espigares. Restauración Hidrológico – Forestal de la Cuenca del embalse de Cuevas de Almanzora).

Donde:

Li: Longitud de cada cauce

$$D = \frac{\sum L_i}{A}$$

A: Superficie de la cuenca.

2. Describir los componentes biofísicos de la Microcuenca.

Las características biofísicas de la Microcuenca se han descrito a partir de los siguientes parámetros:

- Clima
- Biodiversidad
- Geología
- Hidrogeología
- Tipo de Suelo
- Relieve
- Pendiente de los cauces

Para el cálculo de ésta variable se han tenido en cuenta la totalidad de los cauces, tanto si resultaban cauces permanentes como si no, dado que en momentos de crecidas todos estos funcionan recolectando y transportando agua.

El clima se ha descrito a partir de datos bibliográficos del INETER, el MAGFOR y el registro de datos meteorológicos captados por la Estación Experimental de la FAREM-Estelí (UNAN-Managua) en los años 2009 y 2010. La Estación Experimental de la FAREM-Estelí, se localiza a 7 kilómetros al Norte del centro de la Microcuenca La Jabonera.

Los datos utilizados para describir la vegetación y la fauna se obtuvieron mediante la consulta de documentos como: Flora de Nicaragua (Incer Barquero, 1993), Plan de Manejo del Área Protegida Reserva Natural Tisey-La Estanzuela (FIDER, 2003) e imágenes satelitales (Google, 2010).

La geología y el tipo de suelo se han descrito a partir de la consulta de documentos y mapas geológicos de la zona generados por INETER, MAGFOR y FIDER.

La hidrogeología se ha estudiado a partir de la bibliografía existente y se ha complementado la información con la realización de un balance hídrico, y una piezometría en el área de estudio. Los datos necesarios para la realización del balance hídrico han sido obtenidos de la Estación Experimental de la FAREM-Estelí (UNAN-Managua). La piezometría se ha realizado a partir de la medición del nivel piezométrico de los pozos presentes en la Microcuenca para la posterior determinación de las curvas de nivel hidráulico o isopiezas. El fundamento del método es interpolar valores entre puntos cercanos y trazar líneas que unan puntos de igual piezometría. A continuación se han trazado las líneas de flujo perpendiculares a las curvas de nivel hidráulico con el objetivo de obtener una representación en planta. Estas líneas de flujo se corresponden con la dirección del movimiento del agua subterránea. Cuando se trata de conocer la situación piezométrica de un cierto acuífero, es esencial que las medidas a realizar en los distintos puntos de observación sean "simultáneas" entendiendo por tales aquellas que se realizan dentro de un período de tiempo suficientemente corto como para que no se produzcan variaciones del nivel hidráulico debidas a recargas o fuertes bombeos.

3. Describir los aspectos socioeconómicos de la población de la Microcuenca.

Los aspectos socioeconómicos de la población residente en el área de estudio se han definido a partir de los siguientes parámetros:

- Generalidades de la Microcuenca
- Población
- Actividades económicas
- Salud
- Educación
- Transportes y comunicaciones
- Organizaciones presentes en la región
- Usos del suelo

La descripción de los aspectos socioeconómicos solamente se realizó sobre las tres principales comunidades (La Almaciguera, El Despoblado y La Estanzuela), debido a que son las que ocupan casi todo el territorio de la Microcuenca.

La población, las actividades económicas, la salud, la educación, los transportes y comunicaciones y las organizaciones presentes en la región se han descrito mediante la consulta de informes y estudios realizados por distintos organismos. Además se ha complementado la información realizando encuestas (Anexo 4) a un total de 122 viviendas de la Microcuenca, que representan a 518 habitantes, es decir, un 57,5% de la población según el censo de 2006. Además también se han realizado entrevistas a distintas personas de especial interés como profesores o líderes de las comunidades.

Los distintos usos del suelo de la Microcuenca se han determinado primeramente mediante la bibliografía realizada por diferentes instituciones y en un segundo lugar mediante el análisis de imágenes satelitales de la zona tomadas el 2009 utilizando SIG. Concretamente se han georeferenciado un total de 72 ortofotos sobre las cuales se han distinguido los distintos usos del suelo. Para la georeferenciación se ha diseñado una parrilla dividida en 72 celdas de igual tamaño sobre la cual se han ubicado las imágenes satelitales extraídas de Google earth. Posteriormente se han georeferenciado los cuatro extremos de cada imagen para poder localizar-la dentro del espacio de la Microcuenca. La última fase ha consistido en el reconocimiento de los distintos usos del suelo y la digitalización de los polígonos correspondientes.

6.2.2 Bloque II: Evaluación del estado actual de las fuentes de agua para consumo humano

Los objetivos a cumplir dentro de este bloque son:

1. Identificar las principales fuentes de agua para consumo humano en las comunidades El Despoblado, La Almaciguera y La Estanzuela.

Hay una gran cantidad de fuentes de agua en la Microcuenca “La Jabonera”, pero no todas son accesibles para los habitantes de las comunidades del área de estudio. Es por eso que se hace referencia a *fuentes de agua para consumo humano* a aquellas fuentes de agua que utiliza la población para abastecerse, ya sea para tomar, lavarse, lavar la ropa o usos agrícolas y ganaderos. Además, se tienen en cuenta no sólo las formas naturales de almacenamiento,

sino también las infraestructuras construidas para poder disponer directamente del agua y las que forman parte del sistema de abastecimiento. Así, se entienden por fuentes de agua para consumo humano:

1. Fuentes naturales: Ojos de agua, ríos y quebradas
2. Infraestructuras para disponer directamente del agua: Pozo y puesto de agua
3. Infraestructuras del sistema de abastecimiento: Pila de captación y pila de retención

Para llevar a cabo la identificación de las fuentes de agua en las comunidades presentes en la Microcuenca se ha distinguido entre:

- | | |
|---------------------|------------|
| - Ojo de agua | - Pozo |
| - Pila de captación | - Río |
| - Pila de retención | - Quebrada |
| - Puesto de agua | |

Primeramente, se ha consultado bibliografía (Guía de orientación en saneamiento básico, OMS) acerca de los tipos de fuente y algunos registros de fuentes existentes en la zona. A continuación, se ha elaborado la *ficha de campo 1*, una Guía para la exploración y observación en campo (Anexo 1) para llevar a cabo una exploración y observación directa del área de estudio. Además, se han georeferenciado las fuentes mediante GPS utilizando la *ficha de campo 2*, una Guía para la identificación de fuentes de agua (Anexo 2) y la ayuda de un mapa topográfico del área de estudio en campo, con el respaldo de conversaciones informales con los pobladores de las comunidades. Concretamente se han realizado dos campañas de campo, una primera para hacer un sondeo de la zona de estudio, y una segunda para llevar a cabo la identificación de las fuentes de agua para consumo humano.

2. Analizar la calidad del agua para consumo humano de la Microcuenca.

Para determinar la calidad del agua en éste estudio se han tenido en cuenta dos aspectos, las posibles **fuentes de contaminación** y **los parámetros fisicoquímicos de calidad del agua**.

2.1. Fuentes de contaminación

Para determinar las potenciales fuentes de contaminación se han considerado los siguientes indicadores teniendo en cuenta las proximidades de estos a las fuentes de agua naturales, y su influencia según el comportamiento hídrico de la Microcuenca:

- Uso de agroquímicos
- Presencia de letrinas
- Aguas servidas
- Presencia de corrales

Para empezar se ha realizado una búsqueda bibliográfica de posibles causas de contaminación de aguas en una zona agrícola para definir dichos indicadores (MARENA (2003), *Plan de Manejo Tisey-Estanzuela*; MATAMOROS J.I., 2000; PERDOMOS C. 1996; MARENA (2000), *Diagnóstico de la Exploración y Efectos del Uso de los Plaguicidas: Estelí, Nicaragua*). Seguidamente se ha procedido a una exploración y observación directa de las fuentes y de su entorno utilizando la *ficha de campo 2* (Anexo 2), poniendo énfasis en los indicadores que permitirán determinar el estado potencial de contaminación. Así mismo, se ha ampliado la información en campo a través de una encuesta (Anexo 4) a los pobladores de las comunidades de la Reserva y de conversaciones informales con estos. Además, para corroborar el efecto de estos indicadores a las fuentes de agua naturales se ha elaborado un mapa con la herramienta SIG superponiendo los puntos georeferenciados de las fuentes de agua naturales al mapa de usos del suelo de elaboración propia. Por último se ha realizado el procesamiento de la información recopilada por tal de determinar las posibles causas de contaminación que disminuyen la calidad del agua y conocer así el riesgo potencial de contaminación de las fuentes.

Además, mediante la *ficha de campo 2* se ha tenido en cuenta la observación de la presencia de basura alrededor de las fuentes y, en las encuestas a los pobladores, se ha preguntado por su percepción en cuanto a la conservación de las fuentes. Así, se ha hecho una aproximación al estado de saneamiento de las fuentes estudiadas.

2.2. Parámetros fisicoquímicos

Los análisis de los parámetros fisicoquímicos de calidad del agua se han focalizado en dos ámbitos. Por un lado, se han estudiado tres tramos (parte alta, media y baja) del río principal de la Microcuenca y, por otro, el estado de las fuentes de agua para consumo humano.

Los parámetros a estudiar por tal de diagnosticar la calidad del agua se subdividen en tres: bacteriológicos, químicos y físicos. . (OMS, *Guías para la calidad del agua potable*). La interpretación de los resultados analíticos se hará según lo definido en las normas CAPRE (Anexo 6).

Debido a las limitaciones económicas los análisis bacteriológicos no se han podido realizar pero, mediante un análisis químico, se ha determinado presencia o ausencia de coliformes fecales. En cuanto a los **indicadores físicos y químicos** se han utilizado los siguientes:

Químicos:

- Alcalinidad
- Salinidad
- Cloruros
- Fosfatos
- Oxígeno disuelto
- Presencia de colibacilos

Físicos:

- Conductividad
- Sólidos Disueltos Totales
- pH
- Temperatura
- Olor
- Color

Estos indicadores se han seleccionado a partir de la consulta de bibliografía referente a parámetros físicos y químicos y de la legislación actual de las Normas CAPRE y OMS, y siempre teniendo en cuenta las limitaciones de recursos económicos en que se ha desarrollado el proyecto. Para llevar a cabo esta acción en campo se han seguido los siguientes pasos:

- 1. Preparación del material:** se han esterilizado los instrumentos lavando con agua destilada y enjuagando hasta tres veces cada instrumento con agua del lugar a muestrear.
- 2. Recolección de muestras:** se ha tomado una muestra en el lugar seleccionado.
- 3. Análisis de las muestras de agua:** se ha seguido la metodología de los manuales sobre técnicas de análisis Test Kit-HANNA (Anexo 5); y se ha usado el equipo proporcionado por la FAREM-Estelí: TDS-Cmeter, conductímetro y pH-metro.
- 4. Elaboración de base de datos en Excel:** con los resultados obtenidos en los análisis se ha elaborado una base de datos en Excel para su mejor comprensión y análisis, y la futura monitorización de los resultados.

Dado que se han localizado anteriormente todas las fuentes de agua de consumo humano mediante un sondeo de la zona de estudio, se ha procedido a formalizar un criterio de selección (Anexo 3) de las fuentes de agua más significativas debido a la falta de presupuesto para analizarlas todas. Se ha procurado en todo momento reflejar al máximo la representatividad de todos los elementos de la Microcuenca en el muestreo de las fuentes. Además, debido a la situación del país, la universidad no se ha podido hacer cargo del gasto material de los análisis. De aquí que los resultados de los parámetros se han visto condicionados y limitados al material que la empresa ENACAL nos ha administrado. Por todo esto se han tenido que reducir la cantidad de análisis a mínimos, sobretodo los químicos.

Este procedimiento debe llevarse a cabo tanto en invierno como en verano por tal de incorporar el factor de estacionalidad y ver su influencia en la calidad del agua. En el presente estudio, debido al factor limitante tiempo, sólo se ha

podido realizar el muestreo en octubre empezando así con la elaboración de una posible base de datos de monitoreo de calidad del agua de la Microcuenca La Jabonera.

Concretamente se han seguido los procedimientos expuestos a continuación para medir cada uno de los indicadores:

Físicos:

- **Conductividad:** Se ha utilizado un conductímetro. En primer lugar se enciende el equipo y se introduce el sensor del conductímetro en el agua de la fuente. A continuación se mueve el sensor con cuidado haciendo remolinos suavemente sin golpear ningún obstáculo y se espera hasta que se estabilice la lectura. Una vez realizada la medición se anota el resultado y se apaga el aparato.

- **Sólidos Disueltos Totales:** Se ha utilizado el TDS-Cmeter. Para empezar se debe sumergir el sensor del dispositivo dentro del agua y obtener así el resultado.

- **pH:** Se ha medido mediante un pH-metro. El procedimiento consiste en sumergir el sensor del dispositivo dentro del agua de la fuente una vez encendido, y esperar un tiempo determinado para que se estabilice y obtener así el resultado.

- **Temperatura:** Se han empleado el conductímetro, el pH-metro y el TDS-Cmeter que son aparatos que adicionalmente miden la temperatura. Se introducen en el agua de interés, una vez estabilizada la medición se anota la media de los tres resultados.

- **Color:** Partiendo del hecho que el agua es incolora, cualquier desviación en este aspecto será anotado y evaluado.

- **Olor:** Considerando el agua es inodora, cualquier desviación en este aspecto será anotado y evaluado.

Químicos:

- **Alcalinidad:** Se ha medido con el Kit Test HANNA HI 3811. Los pasos a seguir quedan detallados en las instrucciones del manual del test mencionado. (Anexo 5)

- **Salinidad:** Se ha medido con el Kit Test HANNA HI 3835. Los pasos a seguir quedan detallados en las instrucciones del manual del test mencionado. (Anexo 5)

- **Cloruro:** Se ha determinado mediante el Kit Test HANNA 38061. Los pasos a seguir quedan detallados en las instrucciones del manual del test mencionado. (Anexo 5)

- **Fosfato:** Se ha calculado mediante el Kit Test HANNA HI 38077. Los pasos a seguir quedan detallados en las instrucciones del manual del test mencionado. (Anexo 5)

- **Oxígeno disuelto:** Se ha calculado mediante el Kit Test HANNA HI 3810. Los pasos a seguir quedan detallados en las instrucciones del manual del test mencionado. (Anexo 5)

- **Presencia de colibacilos:** Se han detectado mediante una reacción química siguiendo siempre el manual para el uso de Reactivo Químico de Colibacilos ANALEMA. (Anexo 5)

3. Determinar la disponibilidad de agua para consumo humano existente en La Microcuenca.

Para alcanzar este objetivo se deben tener en cuenta dos aspectos distintos. Por un lado la **cantidad de agua** disponible para consumo humano y por otro lado el **sistema de abastecimiento** que distribuye el agua en las comunidades de la Microcuenca.

3.1. Cantidad de agua disponible

El estudio de cantidad se ha realizado mediante el aforo de la pila de captación de la Estanzuela (E026). De esta manera se ha determinado la cantidad de agua disponible de dicho ojo de agua y se ha comparado con los requerimientos diarios de agua por parte de los habitantes.

Seguidamente, para determinar la cantidad de agua disponible a nivel de Microcuenca se han realizado cálculos aproximados a partir del caudal anual conocido de la pila de captación de la Estanzuela, la precipitación anual

registrada y mediante las áreas de recarga de los ojos de agua determinados a partir del mapa topográfico de la Microcuenca usando la herramienta SIG.

Para el cumplimiento de dicho objetivo, se ha consultado información bibliográfica sobre los métodos de aforo establecidas por la OMS. (OMS (2009), *Guía de orientación en Saneamiento Básico*,) En cualquier caso se debe tener en cuenta el factor estacionalidad (invierno/verano).

La determinación de las áreas de recarga se ha hecho utilizando SIG. En un mapa topográfico se han superpuesto las fuentes de agua naturales (ojos de aguas) potenciales superficies de recarga para cada fuente. Sabiendo las áreas de recarga, se puede intuir si se trata de áreas muy locales y, en consecuencia, más vulnerables y con elevadas posibilidades de secarse o si serán menos locales proporcionando agua todo el año gracias a la mayor superficie de recarga.

3.2. Sistema de abastecimiento

En la realización de esta parte se deben detectar los diferentes sistemas de distribución de agua que estén presentes en cada espacio. Primeramente se ha buscado información sobre los sistemas de abastecimiento que se dan en zonas rurales (Anexo 8). A continuación se ha llevado a cabo una observación directa en campo de las fuentes y sistemas de abastecimiento utilizando la *ficha de campo 2* (Anexo 2). Los sistemas observados en la Microcuenca son:

1. Sistema de miniacueducto por gravedad
2. Sistema de miniacueducto por bombeo eléctrico
3. Pozos

Además, se ha realizado una encuesta a los pobladores de las comunidades de la Microcuenca para complementar la información y saber de primera mano la percepción de los habitantes respecto al estado y funcionamiento de dichas infraestructuras.

Una vez recogidos todos los datos en campo, se ha podido procesar la información para establecer y determinar la disponibilidad de agua y proponer recomendaciones para mejorar las situaciones más críticas.

4. Describir el estado de protección y conservación ambiental de las fuentes de agua para consumo humano.

El estado de protección y conservación se debe determinar según el tipo de protección que tiene cada fuente, en este caso concreto se han considerado los siguientes tipos de protección:

- 1- Cercas
- 2- Rótulos
- 3- Cobertura vegetal
- 4- Obras de conservación de suelo
- 5- Limpieza

Para empezar se ha consultado bibliografía referente a los diferentes tipos de protección de las fuentes. (OMS (2009), *Guía de orientación en Saneamiento Básico*). Además, se ha obtenido información mediante la exploración y observación directa de las fuentes y de su entorno respecto a los tipos de protección propuestos. Así mismo, se ha ampliado la información en campo a través de encuestas (Anexo 4) a pobladores de las comunidades de la Microcuenca para tener en cuenta el estado de protección que perciben.

A partir de aquí se ha procesado toda la información para llegar a conocer la situación en la que se encuentran todas las fuentes, y poder proponer soluciones para mejorar las fuentes que se encuentren en peor estado de protección ambiental.

6.3 Técnicas e instrumentos

Las técnicas utilizadas para desarrollar el presente estudio son las siguientes:

- Sondeo del espacio geográfico
- Conversaciones informales con los pobladores
- Encuestas* (Anexo 4)

- Georeferenciación mediante GPS
- Elaboración de mapas temáticos en la Microcuenca La Jabonera con ayuda de GPS y los programas Arc Gis 9.2, Arc View y Miramon.
- Análisis físico-químico del agua en el campo por medio de manuales Test Kit HANNA (Anexo 5) , conductímetro y pH-metro y TSD-Cmeter.
- Revisión bibliográfica.

*Es importante destacar que respecto en la Microcuenca habitan 212 familias según el censo de 2005. Se han realizado 122 encuestas a familias que viven en la Microcuenca y que son una muestra de 518 habitantes, del total de habitantes actuales a fecha de 2010. Estas encuestas representan el 57,5% de las familias según el censo de 2005. La representatividad de las encuestas por comunidad es similar, en la Almaciguera es del 61,7% de las familias, en el Despoblado es del 52% y en la Estanzuela es del 51,4%. Estos porcentajes se explican por el hecho que las encuestas se han realizado equitativamente manteniendo constante el esfuerzo de muestreo.

En la presentación de resultados de las encuestas se habla indistintamente de familias o de población dado que la variación del tamaño de las familias se distribuye homogéneamente a lo largo de la Microcuenca, y además los hábitos socioculturales del encuestado son extrapolables al resto de la unidad familiar.

7 Resultados y discusión

7.1 Bloque I: Caracterización de la Microcuenca

7.1.1 Definir las características morfométricas

La morfometría de cuencas hidrográficas es una herramienta que permite determinar características de forma y comportamiento del flujo hídrico a partir de parámetros que sirven para caracterizar el ambiente geomorfológico.

Una vez efectuada la selección de las variables morfométricas de mayor aplicación y significado, se ha realizado el cálculo de las mismas para la cuenca objeto de estudio. Ello ha aportado información referente a su tamaño, forma, relieve y características de la red hídrica que se han podido relacionar con ciertos aspectos referentes a su comportamiento hidrológico.

- Tamaño:

Las variables utilizadas para describir el tamaño de la Microcuenca son el área, el perímetro y la longitud de la cuenca de drenaje.

- Área (A) y Perímetro (P):

El perímetro (P) y su forma están íntimamente relacionados con la litología y edad de la cuenca de drenaje. Materiales blandos darán formas redondeadas, mientras que materiales más duros darán formas más quebradas o lobuladas. Igualmente, ya que la tendencia de las cuencas es conseguir formas redondeadas, a igual litología, una cuenca redondeada implicará un mayor tiempo de desarrollo.

En el caso de La Jabonera, el perímetro mide un total de 23,3 km rodeando un área de 2657.2 ha (Anexo 11). A primera vista, la Microcuenca presenta una forma redondeada ligeramente alargada alrededor del curso del río. El contorno no presenta demasiadas irregularidades. En general, se trata de un gran elipsoide sesgado en su lado sur oeste debido a la presencia de los cerros

Divisadero (1.547 msnm) y Tisey (1.550 msnm) siendo éste último el punto más alto de las cordilleras centrales del país (Figura 5).

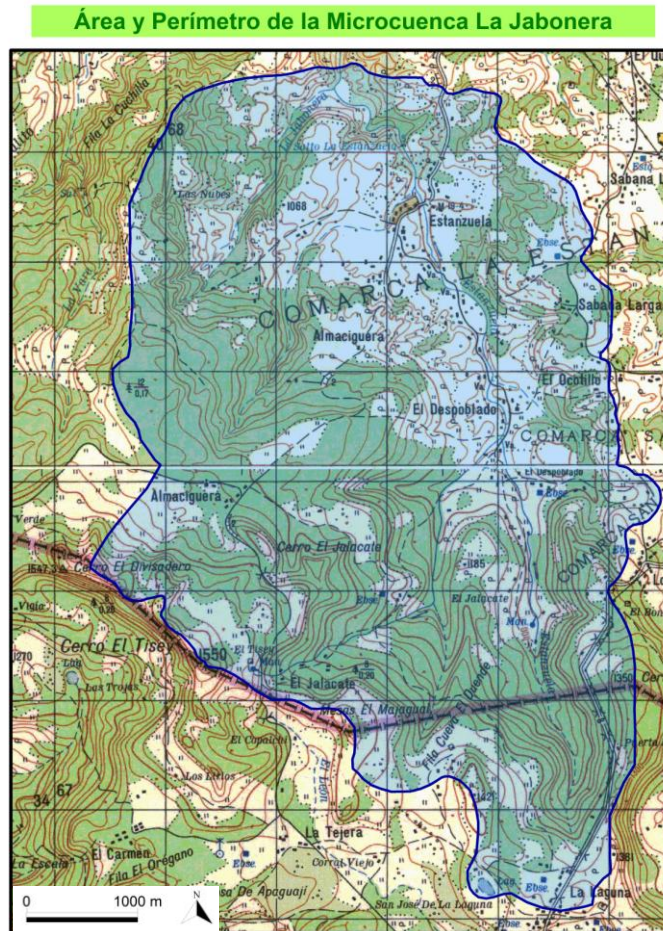
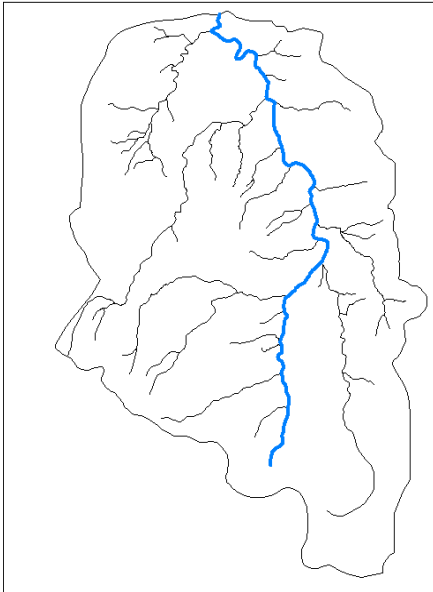


Figura 5: Representación del perímetro y el área de la microcuenca La Jabonera sobre hojas topográficas 1:50000.

Fuente: Elaboración propia mediante Arc View y Miramon 7.

- Longitud de la cuenca de drenaje (L):

La longitud de la cuenca de drenaje es la única variable que define en cierto modo su elongación y que es, a la vez, de medición directa. En este caso la longitud de la cuenca se corresponde con la longitud del cauce principal. Por sí sola, la variable nos proporciona poca información sobre la elongación de la cuenca, ya que, a mayor área, es evidente y lógico que se tendrá mayor longitud. De todas formas, si relacionamos dicha variable con el área o con el diámetro del círculo asociado, obtendremos una serie de índices que, por sí solos, nos darán idea de la elongación de la cuenca y que definimos y analizamos a continuación.



El criterio utilizado para identificar el cauce principal no es en base a su longitud sino al número de afluentes que recibe. Así pues, gracias a la digitalización de los cauces que conforman la red de drenaje (Anexo 12) se ha establecido que la longitud del cauce principal es de 8159 m.

Figura 6: Cauce principal de la Microcuenca.

Fuente: Elaboración propia mediante

- Forma:

En cuanto al análisis más detallado de la forma de la Microcuenca, es necesario diferenciar entre elongación y lobulación. Entendemos por elongación de una cuenca de drenaje la forma más o menos alargada de la misma, independientemente de las formas redondeadas o lobuladas del perímetro de ésta. Los índices que se aplican para determinar la forma de la cuenca tienen como objetivo parametrizar la misma y, a partir de las figuras geométricas resultantes, proporcionar información referente al riesgo de inundación y erosión.

Para medir el grado de elongación se ha utilizado el cálculo de la amplitud de la Microcuenca y la relación de elongación.

- Amplitud (W):

La amplitud de la cuenca de drenaje nos informa de la superficie de la cuenca (2657,20 ha) por unidad de longitud de la misma.

$$W = A / L = 26,57 \text{ km}^2 / 8,12 \text{ km} = 3,26 \text{ km}$$

La tendencia de esta variable es que, a mayor elongación de la cuenca, menor será el valor que tome W , que siempre será superior a 1. Es decir, los valores altos de W implicarán cuencas más anchas y valores bajos de W , pero siempre por encima de 1, implicarán cuencas elongadas.

En el caso que nos ocupa, se ha obtenido una amplitud de 3,26. Este resultado indica que la forma de la Microcuenca no es especialmente elongada sino que se trata de una cuenca más bien ancha.

- Razón de elongación (R_e):

Esta variable, introducida por Schumm en 1956, relaciona el diámetro del círculo asociado con la longitud de la cuenca. La relación que establece entre el diámetro del círculo asociado (D) y la longitud de la cuenca (L) es la de una sencilla proporción; es decir

$$R_e = D / L = 5,82 \text{ km} / 8,16 \text{ km} = 0,71$$

Si definimos el círculo asociado como un círculo de igual superficie a la de la cuenca, dada una superficie de 2657,20 ha y una longitud de la cuenca de 8,16 km se ha obtenido un diámetro del círculo asociado de 5,82 km i una razón de elongación de 0,71.

Para interpretar este resultado se toma el 1 como valor de referencia, resultado que se correspondería con una cuenca redonda. Cuanto más inferior a 1 sea R_e más alargada será la forma de la cuenca. Según el resultado obtenido, la cuenca no es especialmente alargada, es decir, la forma tiende a ser más bien compacta, resultado que a su vez concuerda con la interpretación de la amplitud.

Las cuencas más alargadas tienden a una respuesta más difusa, en comparación con la respuesta a tormentas intensas en cuencas compactas. Esto se debe a que la esorrentía que drena todos los límites de una cuenca compacta tiene distancias similares de trayecto desde todos los cuadrantes y

llega al colector principal al mismo tiempo, mientras que en cuencas de forma alargada al agua le cuesta bastante más circular desde la parte alta de la cuenca hasta el final. Cuanto más redonda es una cuenca más tarda en llegar la onda de crecida a la desembocadura, pero al mismo tiempo más acusado es el caudal punta.

La forma del contorno de la Microcuenca, se refiere a la más o menos lobulación que ésta pueda presentar, independientemente de que en su conjunto sea alargada o redondeada. Una cuenca muy lobulada tendrá un perímetro (P) muy superior a otra de forma similar, pero cuyo contorno sea liso, sin entrantes ni salientes.

Una forma del contorno u otra en una cuenca de drenaje apenas tendrá importancia por si misma en su comportamiento hidrológico, pero, sin duda, nos indicará relieves altos y litología dura, características que sí tienen importancia en el funcionamiento hidrológico.

En general, las variables que estudian la forma del contorno de una cuenca lo hacen en función de comparar la longitud del perímetro (P) con la longitud del círculo asociado, analizando, de este modo, el índice de forma o la razón de circularidad, las variables más utilizadas en los estudios morfométricos. En este caso se ha utilizado el índice de forma.

- Índice de forma (C):

Esta variable, introducida por Magette en 1976, compara el perímetro de la cuenca (P) con la longitud o perímetro del círculo asociado. La expresión que toma el índice de forma es la siguiente:

$$C = \frac{P}{2 (\pi \cdot A)^{1/2}}$$

Cuanto mayor sea el valor que tome C, indicará un perímetro superior al que le correspondería al círculo asociado; es decir, indicará cuencas muy lobuladas. Concretamente, C toma valores entre 1, que correspondería a una cuenca

perfectamente circular, y un valor cercano a 2, que implicaría un perímetro doble al del círculo asociado, por lo que el campo de variabilidad del índice de forma es pequeño (Romero Díaz, A., 1987).

Dado un perímetro de 23,30 km y una área de 2657,20 ha (26,572 km²) se ha obtenido un resultado de 1,28. Este valor indica que nos encontramos ante un contorno más bien liso sin demasiadas lobulaciones. De acuerdo con la siguiente clasificación, nos encontramos ante una forma oval-redonda que se corresponde con una tendencia media a las crecidas.

Tabla 1: Clasificación de la forma de la cuenca y la tendencia a las crecidas según el índice de compacidad (Campos 1992).

Índice de Forma (C)	Forma de la Cuenca	Tendencia a crecidas
1,0 a 1,25	Casi redonda a oval-redonda	Alta
1,26 a 1,50	Oval redonda a oval-oblonga	Media
1,51 a más de 2	Oval oblonga a rectangular-oblonga	Baja

Fuente: Campos 1992

- **Relieve:**

Las variables de relieve, entendidas como la tercera dimensión de una cuenca, son consideradas de gran importancia debido a su influencia directa sobre el tipo de drenaje, forma de los canales, velocidad y tipo de escorrentía o el potencial erosivo de las corrientes. Concretamente se han analizado las siguientes variables:

- Pendiente promedio:

Este parámetro es de importancia ya que proporciona una idea de la velocidad media de la escorrentía y su poder de arrastre y de la erosión sobre la cuenca.

Las cuencas de mayores pendientes tienen una escorrentía más veloz y sus hidrogramas, por tanto, tienden a responder más rápidamente a la precipitación, incrementando los caudales punta (HORTON, 1945).

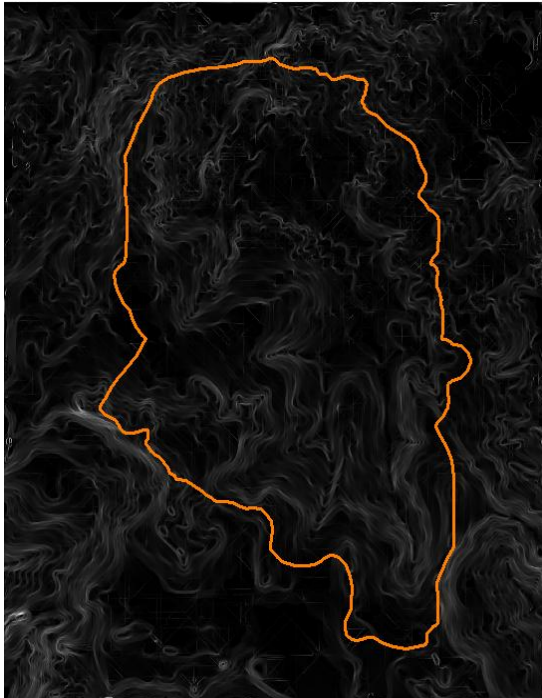


Figura 7: Representación gráfica del pendiente en el área de estudio.

Fuente: Elaboración propia mediante SIG

La Microcuenca La Jabonera tiene una altitud máxima de 1550 msnm y un desnivel absoluto de 634 m hasta su punto más bajo, que se encuentra a unos 916 msnm.

Mediante el tratamiento de datos a través de SIG se ha realizado un modelo digital de elevaciones (MDE) (Anexo 13) y se ha obtenido una representación del pendiente en el área de estudio (Anexo 14). Los pendientes se encuentran entre 0% y 191,2%. El pendiente promedio calculado dentro

del espacio delimitado por el perímetro de la Microcuenca es del 22,7%. Según la siguiente tabla, se asocia un valor de pendiente de esta magnitud con un relieve fuerte.

Tabla 2: Clasificación de las pendientes.

Pendientes promedio (%)	Relieve
0 – 3	Plano
3 – 7	Suave
7 – 12	Mediano
12 – 20	Accidentado
20 – 35	Fuerte
35 – 50	Muy fuerte
50 – 75	Escarpado
>75	Muy escarpado

Fuente: Henao (1988)

- Curva de pendientes medias:

La curva de pendientes medias permite observar la distribución de las pendientes en relación con las altitudes. Las pendientes medias variarán de acuerdo con las geoformas y con las características propias del sistema de avenamiento.

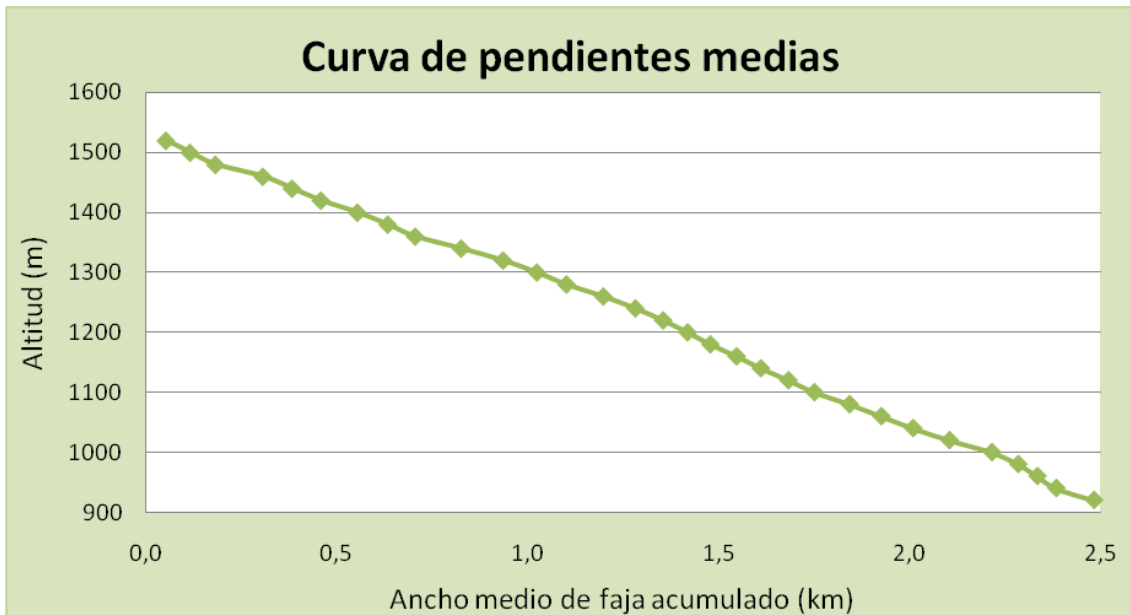


Figura 8: Curva de pendientes medias.

Fuente: elaboración propia mediante SIG y Excel.

Si nos referimos al gráfico, podemos observar una evolución prácticamente constante del pendiente medio respecto a la altitud. El hecho de que no se observe ninguna alteración pronunciada indica que nos encontramos ante una microcuenca con desniveles muy parecidos a lo largo de toda su área exceptuando la suavización del pendiente en su extremo más bajo.

- Curva hipsométrica:

La curva hipsométrica permite conocer la distribución de masa en la cuenca desde arriba hacia abajo. Se obtiene colocando en las ordenadas los valores correspondientes a las diferentes alturas de la cuenca y, en las abscisas, los

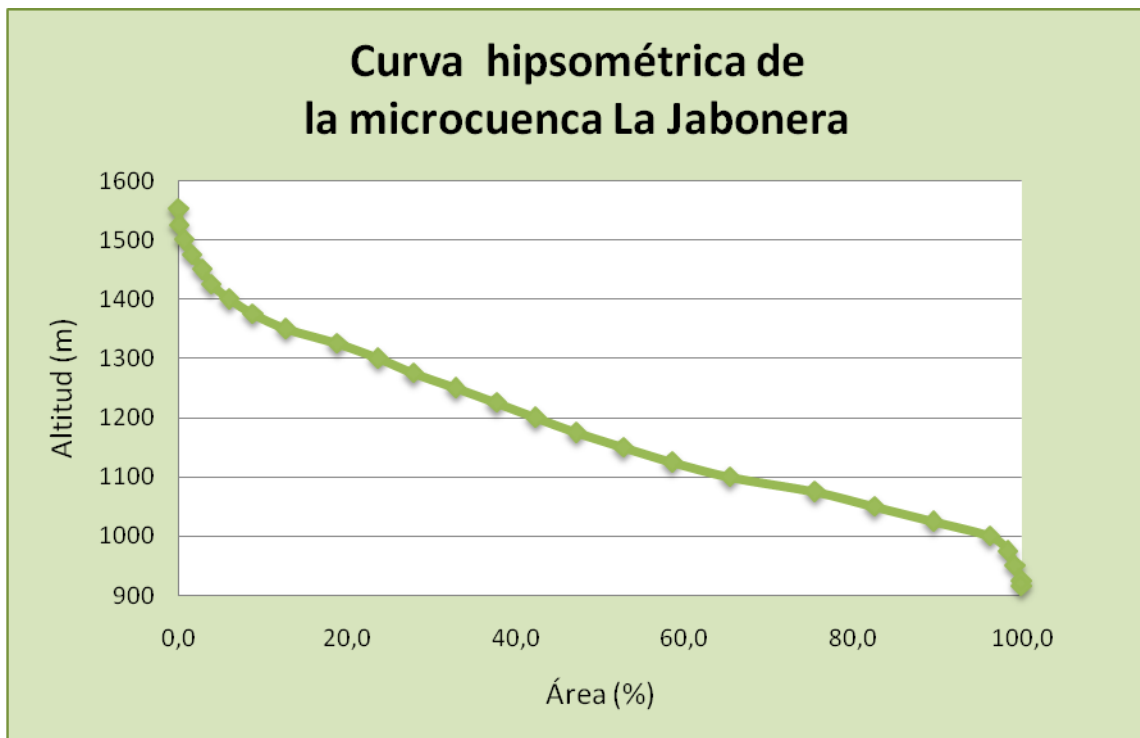
valores de área que se encuentran por encima de las alturas correspondientes referidos al área total de la cuenca.

Cuando las curvas hipsométricas presentan variaciones, ya sea por apartarse de las teóricas o por presentar más de un punto de inflexión, ello puede relacionarse con controles tectónicos o litológicos.

En la gráfica se observa una forma sigmoideal, cóncava hacia arriba en la parte superior y convexa en la parte baja, que se corresponde con la forma esperada a nivel teórico, por lo tanto, no denota ninguna anomalía de carácter tectónico.

Figura 9: Curva hipsométrica de la Microcuenca La Jabonera.

Fuente: Elaboración propia mediante SIG y Excel.



- Características de la red hídrica:

- Red de drenaje:

La red de drenaje de la Microcuenca la Jabonera (Anexo 12) está formada por 48 ríos y quebradas. El cauce principal se ha determinado según el río que presenta un mayor número de afluentes.

En este caso, el cauce principal presenta un total de 18 afluentes y a lo largo de su recorrido alcanza los 8159,18 m de longitud.

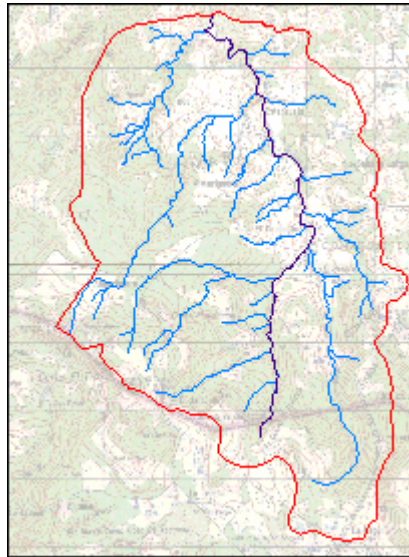


Figura 10: Red de drenaje.

Fuente: Elaboración propia mediante SIG.

- Perfil altimétrico y pendiente promedio del cauce principal:

Aplicando la metodología descrita, el perfil altimétrico que se ha obtenido del cauce principal es el siguiente (Figura 11):

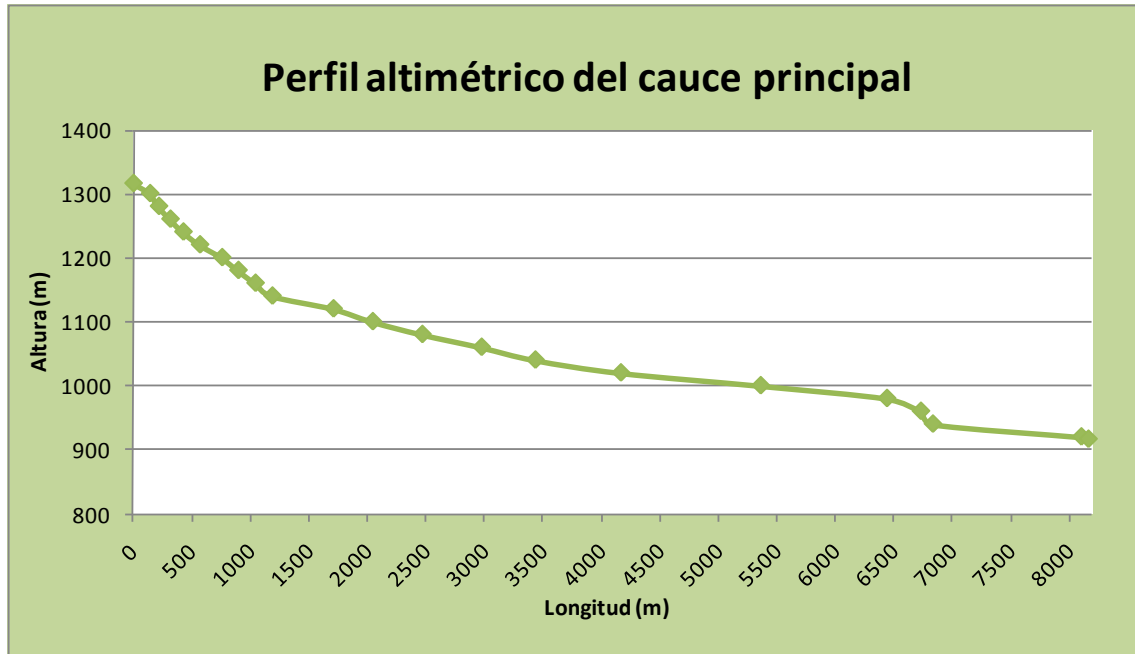


Figura 11: Perfil altimétrico del cauce principal.

Fuente: Elaboración propia mediante SIG y Excel.

En base a la forma del perfil altimétrico del río se pueden inferir rasgos generales de la respuesta hidrológica de la cuenca en su expresión de la hidrógrafa, o sea, la variación del caudal con el tiempo. Generalmente cuencas con pendientes altas en el cauce principal tienden a tener hidrógrafas más picudas y más cortas que cuencas con pendientes menores.

El perfil altimétrico del cauce principal de la Microcuenca la Jabonera muestra, en general, un pendiente suave a lo largo de toda la Microcuenca a excepción de la parte más alta, que se corresponde con un relieve más escarpado que en el resto de la zona de estudio.

Esto se traduce en que la velocidad del agua en la parte más elevada del río principal es superior que la velocidad que alcanza en el resto de su recorrido. Así pues, el agua llega antes a la zona media del cauce y como ésta tiene una velocidad inferior, se puede producir un aumento de caudal en esta zona en períodos de lluvias fuertes.

Por otra parte, referente al pendiente del cauce principal i teniendo en cuenta que en la zona de estudio la altura máxima del cauce principal es de 1316m, la altura mínima es de 916m y la longitud del cauce es de 8159m, el resultado obtenido del pendiente promedio es de 4'9%.

Tal y como se puede observar en el perfil altimétrico, se pueden diferenciar claramente dos zonas con pendientes distintas. La primera va des de los 1315m de altura hasta los 1140m. La segunda de 1140m hasta 916m.

Así pues, el pendiente para el primer tramo, que tiene una longitud de 1186m es de un 14% mientras que para el segundo tramo, que abarca una longitud de 6973m presenta un pendiente del 3,2%.

Tabla 3: Clases de valores de pendiente del cauce.

Rangos de pendiente %	Clases
1 a 5	Suave
6 a 11	Moderada
12 a 17	Fuerte

Fuente: Fuentes Junco, J. (2004).

Según la tabla anterior, el río principal de la Jabonera tiene, de forma general, un pendiente entre suave y moderado. Aunque si lo analizamos por tramos, hay zonas dónde éste es del 14%, es decir, es fuerte, mientras que en otro tramo es del 3'2%, es decir, suave.

- Orden de las corrientes:

El orden de las corrientes de la Microcuenca la Jabonera en la boca de la cuenca utilizando el método de Strahler (1957) es de 4 tal y como se muestra en la figura 12 (Anexo 15).

En total, la Microcuenca presenta 48 tramos de orden 1, 13 de orden 2, 3 de orden 3 y 1 de orden 4.

El Orden 4 indica que la estructura de la red hídrica está bien definida, y que la geomorfología existente ha permitido la fácil formación de cauces donde, al no existir una cobertura vegetal apropiada, se pueden presentar altos niveles de erosión del suelo e incrementar la sedimentación en los lugares más bajos de la Microcuenca.

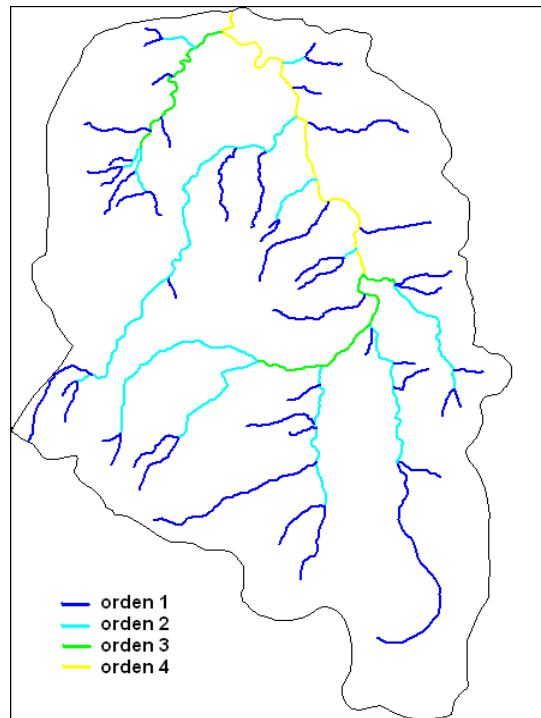


Figura 12: Orden de las corrientes.
Fuente: Elaboración propia mediante SIG.

- Razón de bifurcación:

Si se calcula la relación de bifurcación para la microcuenca la Jabonera, se obtiene la siguiente tabla:

Tabla 4: Relación de bifurcación.

Orden de las corrientes	Nº de corrientes	Relación de bifurcación
orden 1	48	3,6
orden 2	13	4,3
orden 3	3	3
orden 4	1	---

Fuente: Elaboración propia mediante SIG.

Si una vez calculada la relación de bifurcación para cada orden se calcula la mediana, se obtiene un valor de 3,66.

Valores de bifurcación próximos a 2 indican cuencas con escaso relieve, valores entre 3 y 5 definen a cuencas de montaña, pero en las cuales las estructuras geológicas no influyen demasiado en la forma del drenaje, estando por lo general formados sobre rocas homogéneas. Los valores superiores a 5 y sobre todo aquellos que exceden de 10, indican cuencas donde los caracteres estructurales condicionan fuertemente la instalación de cuencas estrechas y alargadas. Por otra parte, valores de bifurcación bajos suelen corresponderse con formas redondeadas, comportando riesgo de inundación por concentración rápida de escorrentías, como así lo han señalado Strahler (1964) y Sala (1980) entre otros. Por último, la disminución de la relación de bifurcación lleva consigo un aumento del orden de la cuenca.

Según los datos anteriores, la Microcuenca de estudio es una cuenca de montaña donde las estructuras geológicas no influyen en la forma de drenaje. Además, al ser un valor bastante bajo, se puede concluir que la forma es bastante redondeada y con riesgo de inundación.

Horton determinó en una de sus leyes que la relación de bifurcación es un parámetro que permanece constante de un orden a otro de una cuenca.

En el caso de la Jabonera, se puede observar que la relación de bifurcación no es constante de un orden a otro. Esto indica que no se trata de una cuenca madura, y como consecuencia, seguirá actuando la erosión e irán apareciendo nuevos cauces a lo largo del tiempo hasta que se cumpla la ley.

- Densidad de drenaje:

En la Microcuenca la Jabonera, ΣL_i es de 52,499km y el A es de 26,572 Km². Utilizando estos datos con la ecuación de la densidad de drenaje se obtiene un valor de 1,98 Km⁻¹.

La siguiente tabla muestra las clases de densidad de drenaje.

Tabla 5: Clases de densidad de drenaje.

Rangos de densidad	Clases
0,1 - 1,8	Baja
1,9 - 3,6	Moderada
3,7 - 5,6	Alta

Fuente: Fuentes Junco, J. (2004).

Según la tabla anterior, la Microcuenca presenta una densidad de drenaje moderada y posee una red de drenaje bien definida; no presenta grandes posibilidades primarias de infiltración de agua en relación a las precipitaciones, permitiendo evacuaciones rápidas por el sistema de cauces y por la existencia de suelos con características de dureza y con posibilidades de erosión.

7.1.2 Describir los componentes biofísicos

- Clima:

Las características climáticas de la Región varían en función de la precipitación media anual, la altitud y la presencia de períodos caniculares. El valle de Estelí se caracteriza por una distribución irregular de las lluvias con meses lluviosos entre Mayo y Octubre, un período seco en los meses de Julio y Agosto llamado canícula, y menos de 10 mm de lluvia por mes durante los meses de Diciembre a Marzo, siendo la precipitación promedio anual de 825 mm. Se encuentra influenciado por una de las zonas más secas del país en la parte norte mientras que hacia el sur, en San Nicolás,

las precipitaciones anuales oscilan entre 500 y 1,000 mm³. (MAGFOR, 2000).

Si nos centramos en el área de estudio comprendida dentro de la Microcuenca La Jabonera podemos ubicar el clima dentro de la Zona Ecológica II (Salas 1993), la cual se describe como la más templada del país con temperaturas que oscilan entre los 22 y 27°C (Incer Barquero, 2000), una temperatura promedio de 24.5°C, y precipitaciones anuales que oscilan entre los 1,000 y los 1,200 mm anuales (FIDER, 2003). También ésta zona es conocida como la zona Sub-tropical de Transición entre Trópico Seco y El Sub-trópico Húmedo (Incer Barquero, 2000).

Para el año 2010 se registró una temperatura media anual de 22.8°C. Fue diciembre el mes más frío con 12.6°C de temperatura mínima promedio mensual y marzo el que registró las temperaturas más altas con máximas mensuales promedio de 31.2°C.

En el año 2009 se registró una precipitación acumulada de 770 mm. Mayo fue el mes con mayor precipitación (292.5 mm) mientras que en abril no se registró precipitación alguna. Según las clasificaciones que establece el MAGFOR (2000), este año presentó una estación lluviosa irregular con canícula acentuada y severa (más de 30 días consecutivos sin precipitación), debido a las afectaciones producidas por el fenómeno climático “El Niño”, que también generó pérdidas en las cosechas por sequía.

Para el año 2010, en cambio, se registró una precipitación acumulada de 1,938 mm. El mes con mayor precipitación fue septiembre (513.0 mm) mientras que en enero se produjo la menor precipitación registrada (0.2 mm). Este año presentó una estación lluviosa uniforme sin periodo canicular, debido a las afectaciones por tormentas tropicales en la estación de huracanes y las afectaciones por el fenómeno climático “La Niña”. A finales

de septiembre se padecieron los efectos del Huracán Mateo, que provocó pérdidas en las cosechas de los productores.

En La Jabonera se presentan vientos alisios, vientos de montaña y vientos del norte; los cuales son característicos del municipio de Estelí.

Los vientos alisios soplan todo el año con dos direcciones Noreste y Sureste. Los vientos de montaña se encuentran influenciados por la geomorfología de la Microcuenca y son de carácter local. Los vientos del norte provienen de los departamentos de Madriz y Nueva Segovia.

En los años 2009 y 2010, la Estación Experimental de la FAREM-Estelí, registró velocidades promedio anuales de 1.3 m/s (4.68 km/h), que se pueden clasificar según la escala de Beaufort como ventolina (brisa ligera).

- Biodiversidad:

La geomorfología, las condiciones climáticas y las características de los suelos que presenta La Jabonera, han permitido formaciones vegetales naturales propias de la Zona Ecológica II (Salas, 1993). Esta zona se caracteriza por tener un clima generalmente fresco con precipitaciones durante períodos de seis meses de lluvia, permitiendo la ocurrencia de especies latifoliadas y coníferas. Éstas varían en composición y distribución según el patrón de las pendientes y la tipología del suelo. Concretamente podemos distinguir Bosques Medianos o Altos Perennifolios de Zonas Muy Frescas y Húmedas, con precipitaciones que oscilan entre 800 y 1,880 mm anuales, con una temperatura promedio anual de 24°C y con rangos de altura de 300 a 1,150 msnm (aplicable a la Parte Media); y Bosques Medianos o Altos Perennifolios de Zonas Muy Frescas y Húmedas (Nebliselvas de Altura), con precipitaciones entre 1,250 y 1,500 mm anuales, con temperaturas entre 20 y 22°C y una altura promedio que va de 1,000 a 1,745 msnm (aplicable a la Parte Alta) (MARENA 1999).

En el área predomina un paisaje fragmentado por la actividad agrícola y el pastoreo extensivo. Los distintos tipos de bosques presentan parches de forma irregular, lo que ocasiona, en su mayoría, hábitat de borde en todo el paisaje. A pesar de la fragmentación existe una masa boscosa de considerable continuidad en la parte Suroeste de la Microcuenca.

Concretamente podemos distinguir:

- Bosque latifoliado: El bosque latifoliado presenta una dominancia de latifoliadas de bosque seco en proceso de regeneración natural. Las especies más dominantes presentan un comportamiento heliófito requiriendo mucha luz para su crecimiento óptimo, como el Capulín (*Trema micrantha*), Carbón (*Acacia pennatula*), Guácimo de ternero (*Guazuma ulmifolia*), Guanacaste blanco (*Albizia caribaea*) y Majagua (*Heliocarpus appendiculatus*). En la actualidad se encuentra muy fragmentado y distribuido por toda la Microcuenca.

- Bosque de pino: El bosque de pino se localiza principalmente en el sector El Divisadero. La especie que predominante es el *Pinus oocarpa*, combinada con *Quercus sapotifolia* y *Pinus maximinoi*.

Entre los arbustos y herbáceas acompañantes de pinares se encuentran *Sporobolus*, *Pseudoelephantopus*, *Gnaphalium*, *Eclipta*, *Tridax* y *Conizia*. Entre las leguminosas podemos encontrar *Desmodium barabatum*, *Desmodium carum* y *Desmodium sericophyllum*, *Teramnus uncinatum* y *Macroptilium atropurpureus*, Trencilla (*Zornia*) *Eriosema*, y la Zarza común (FIDER 2003).

- Bosque de roble y bosque de roble mixto: El bosque de roble se encuentra principalmente en el área núcleo de la Reserva Natural, en el sector de Cañones y entre los sectores Cerros Ondulados Norcentrales y Fila La Cuchilla. Las especies de roble que predominan son *Quercus segoviensis* y *Quercus sapotifolium*. También, ha distinguido el Bosque de

Roble Mixto en las zonas donde el roble tiene una dominancia de aproximadamente un 70% (FIDER, 2003). Éste tipo de vegetación se encuentra al Sureste de la Microcuenca, en el sector de Cañones, al Noroeste entre el sector Fila La Cuchilla y el sector de Ondulaciones Norcentrales y al Noreste en el sector de Cerros Ondulados del Noreste.

- Bosque mixto: Éste tipo de bosque está conformado por un 50% de pino y un 50% de roble, se encuentra en la parte Central-este de la Microcuenca. Predominan especies como *Quercus segoviensis*, *Quercus sapotifolia*, *Pinus oocarpa*, *Lysiloma auritum* y *Myrsine pelucido-punctata*. La asociación de pino (*Pinus oocarpa*) con roble amarillo (*Quercus segoviensis*) es de particular importancia, dado que el área de estudio representa el límite sur de ésta asociación en el Continente Americano (MARENA, 1999).

- Bosque de galería: En el bosque de galería se incluye la vegetación registrada a la orilla de ríos y quebradas que en este caso se compone mayoritariamente por especies del género *Ficus* y *Cecropia*.

No se han realizado estudios específicos de vegetación o composición florística como tal, pero en el área protegida se han registrado 160 especies entre árboles, arbustos, hierbas, epífitas (bromelias y orquídeas) y bejucos; estas especies se concentran en 57 familias botánicas, entre las que podemos mencionar por su dominancia: *Mimosaceae*, *Euphorbiaceae*, *Fabaceae*, *Myrtaceae* y *Moraceae*. En los lechos de los bosques de la Reserva Natural Tisey-Estanzuela se han identificado 115 especies de macrohongos agrupadas en 36 familias y 57 géneros, principalmente en áreas muestreadas pertenecientes a la Microcuenca (Hernández, et al.; 2010).

En cuanto a la diversidad faunística, en la evaluación ecológica rápida fueron registradas un total de 62 especies de aves. Según los índices de diversidad de Shannon y de Simpson, es el robledal el ecosistema donde se observa una mayor diversidad de aves, seguido del bosque seco. La cantidad de

aves encontradas en el área, se corresponde al 10% de la cantidad de aves reportadas en la Lista de Aves de Nicaragua de Martínez-Sánchez (2000) - la más completa publicada hasta la actualidad.

Se reportaron además 28 especies de mamíferos; siendo los murciélagos el grupo más importante con un total de 15 especies capturadas. Los géneros de murciélago *Artibeus* y *Carollia* son muy comunes en el bosque tropical y actúan como los más importantes dispersores de semillas debido a su adaptabilidad a distintos tipos de hábitat y a sus hábitos frugívoros. Por otro lado, las especies nectarívoras cumplen mayormente su papel en el bosque como polinizador y las cantidades de estos animales así como de colibríes llama la atención sobre el grado de especialización de las comunidades vegetales en sus estrategias reproductivas.

Cabe resaltar la abundancia de individuos de Ratón común (*Peromyscus mexicanus*). La relativa gran abundancia de ratones puede estar ligada directamente a la escasez de serpientes, su principal depredador potencial. La falta de sapos y reptiles pequeños en la mayor parte del área de estudio sugiere un posible problema de calidad de aguas debido al uso indebido de agroquímicos. En consecuencia, la presencia de serpientes que se alimentan de sapos o reptiles pequeños es también sumamente escasa y los ratones tienen vía libre para proliferar.

- Geología y suelo:

La Jabonera se encuentra en la Provincia Geológica Central (Provincia Volcánica Terciaria), conocida geográficamente y geomorfológicamente como provincia Tierras Altas del Interior (Región Montañosa del Interior o Provincia Central de las Cordilleras), y en la sub-provincia Meseta de Estrada y Estelí (Fenzl, 1988; INETER-COSUDE, 2004). También es parte de la Provincia Volcánica del Coyol, que conforma la Provincia Geoestructural Ignimbrítica.

En la Microcuenca se pueden encontrar tres formaciones del tipo Coyol Superior y un único tipo de formación Coyol Inferior, que son:

- Coyol Superior Andesita, Dacita y Aglomerado (Tpcl): se encuentra en la parte más al Sur de la Microcuenca (Parte Alta), donde se encuentran las máximas alturas de La Jabonera (sector El Divisadero).

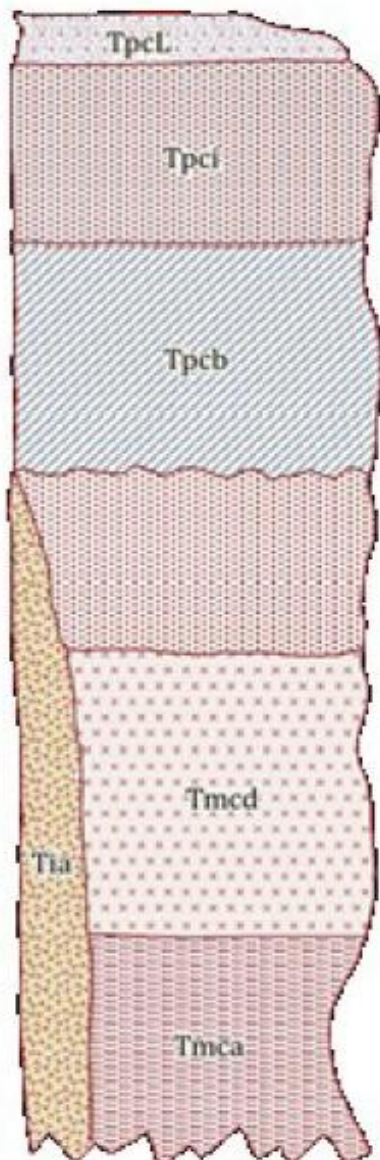


Figura 13: Estratificación geológica.

Fuente: (INETER, 1970).

- Coyol Superior Ignimbrita (Tpci): es la que ocupa un mayor territorio en la Microcuenca y además ocupa gran área de la Parte Alta. Se encuentra desde la parte Noroeste hacia el Suroeste, y en la parte Sureste, en donde es atravesada por la única falla geológica presente.
- Coyol Superior Basalto (Tpcb): es la formación geológica que se encuentra en la Parte Media, en las áreas central, Norcentral y Noreste. Encierra en su centro al único tipo de formación del Tipo Coyol Inferior, y es atravesada por una falla geológica, que sirve como límite con la formación de Coyol Inferior.
- Coyol Inferior Dacita (Tmcd): Es la única formación del tipo Coyol Inferior, se localiza en la Parte Media. Se encuentra en la parte Noreste rodeada por la formación Coyol Superior Basalto con la cual tiene como límite al Oeste la única falla geológica presente.

La Microcuenca presenta una falla geológica que la atraviesa de Sur a Norte en la parte Este y continúa hasta el valle de Estelí. La falla, desde la parte central de la Microcuenca, moldea el territorio por donde transcurre el río principal de la Microcuenca. Además, la Microcuenca presenta una serie de fracturas que han permitido la geomorfología actual, presentando delineaciones, principalmente, de Este a Oeste y viceversa.

La descomposición del material litológico ha dado lugar a Molisoles y Alfisoles, presentando texturas en la superficie de tipo Franco-Arcillosa y en el subsuelo Franco-Arcillosa y Arcillosa.

Los suelos de la Reserva Natural Tisey-La Estanzuela y por consiguiente La Jabonera por ser parte del Área Protegida, se caracterizan por los por el elevado grado de pedregosidad tanto en superficie como a lo largo del perfil del suelo (FIDER, 2003).

- Hidrogeología:

La Jabonera es de vital importancia para la recarga del acuífero que abastece a los habitantes de la ciudad de Estelí, ya que es una Microcuenca ubicada en el área de recarga de la parte alta de la Subcuenca del Río Estelí, ubicada en el sector sur del valle de su mismo nombre. A pesar de que la Microcuenca está formada por rocas de las formaciones geológicas del Grupo Coyol Superior e Inferior de propiedades acuíferas desfavorables para la infiltración del agua, presenta un cierto grado de permeabilidad secundaria que contribuye a la recarga de dicho acuífero y al nacimiento de fuentes u ojos de agua debido a la existencia de fracturas o diaclasas (Corrales, 2004).

Tabla 6: Balance hídrico de la Microcuenca La Jabonera.

		gener	febrer	març	abril	maig	juny	juliol	agost	setembre	octubre	novembre	desembre	ANY
T	°C	20,9	23,0	23,7	24,9	23,9	23,6	23,4	23,1	23,4	21,0	19,5	22,8	22,77
i		8,55	9,87	10,32	11,11	10,45	10,25	10,12	9,93	10,12	8,61	7,70	9,74	
ETP	mm	73,0	93,8	101,4	115,3	103,6	100,3	98,1	94,8	98,1	74,0	61,0	91,6	
Factor (13°)		0,98	0,9	1,04	1,03	1,1	1,08	1,11	1,09	1,02	1,02	0,95	0,96	
P	mm	0,2	6,0	0,8	106,5	388,7	199,8	226,1	335,0	513,0	116,7	45,3	0,6	1938,7
ETP corr	mm	71,6	84,4	105,4	118,8	114,0	108,3	108,9	103,4	100,0	75,4	57,9	88,0	1136,0
P-ETP	mm	-71,4	-78,4	-104,6	-12,3	274,7	91,5	117,2	231,6	413,0	41,3	-12,6	-87,4	802,7
		I =	116,78											
		α =	2,609											

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos registrados en la estación meteorológica de la FAREM el año 2010.

Se ha realizado un balance hídrico sencillo para mostrar cómo se distribuyen y evolucionan las temperaturas y las precipitaciones a lo largo del año y la presión que ejerce la evapotranspiración potencial (ETP) sobre las reservas de agua precipitada. Para el área de estudio únicamente se dispone de los datos pertenecientes al año 2010, un año especialmente lluvioso con registros de precipitación muy superiores a los normales. Concretamente, se alcanzó un valor anual de precipitación de 1938,7 mm. Esta cantidad representa un total de 51,5 hm³ para el área comprendida dentro de la Microcuenca (2657,2 ha).

El balance presentado es incompleto debido al desconocimiento de la capacidad de almacenamiento de agua, por lo que se hace imposible determinar qué parte del agua precipitada y no evaporada se puede infiltrar quedando almacenada como reserva o qué parte se pierde por escorrentía una vez las reservas están saturadas. De todas formas, podemos apreciar la estacionalidad especialmente marcada en cuanto a las precipitaciones con valores que oscilan entre los 0,2 mm i los 513 mm mensuales para el año 2010. Las temperaturas, en cambio, se mantienen entre los 19'5 °C y los 24,9 °C, hecho que permite un nivel de ETP relativamente elevado a lo largo del año. Suponiendo una baja capacidad de infiltración y almacenamiento de agua debido a la naturaleza de los materiales geológicos del subsuelo comentada anteriormente, es de esperar, y así lo corroboran los habitantes

de la zona, que la mayor parte del agua precipitada se pierda rápidamente por escorrentía superficial y que se produzcan períodos de déficit hídrico severo durante la estación seca.

Gracias a la medición del nivel hidráulico de los pozos de la zona y a su relación con el nivel del agua de los cauces se ha podido trazar el nivel piezométrico y la consecuente dirección del flujo subterráneo.

La representación gráfica de las líneas de flujo ha permitido establecer una relación río-acuífero influente, es decir, el agua subterránea circula desde el río hacia el acuífero de manera que el río alimenta el acuífero. Es importante

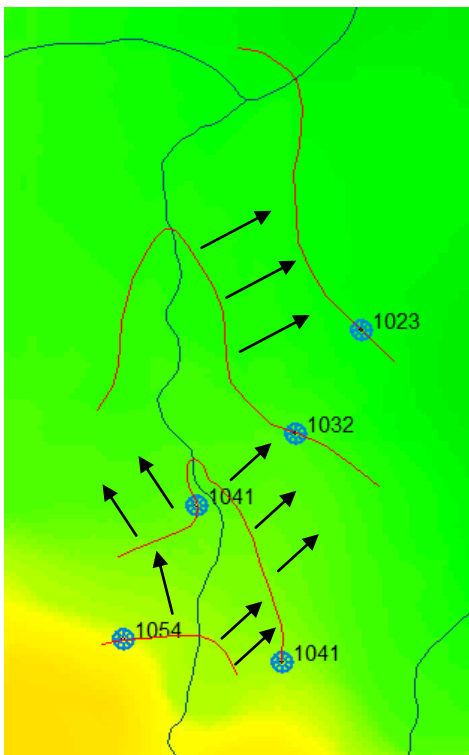


Figura 14: Piezometría de la Microcuenca La Jabonera.
Fuente: Elaboración propia mediante SIG.

tener en cuenta que la toma de datos se efectuó a finales de la época de lluvias. Esta relación podría cambiar drásticamente durante la estación seca y ser, en esta ocasión, la reserva de agua almacenada en el acuífero la que alimente el río estableciendo una relación efluente.

En el momento en que la reserva se agote, es probable que se sequen gran cantidad de cauces que renacerán con la llegada de las precipitaciones abundantes propias de la época de lluvias.

No se ha podido realizar la piezometría completa de la Microcuenca debido a la escasez y mala distribución de los pozos existentes y al error derivado de la estimación de la altitud de los cauces, ya que el modelo digital de elevaciones se ha obtenido a partir de la digitalización de curvas de nivel de 20 m de equidistancia.

7.1.3 Describir los aspectos socioeconómicos de la población

Generalidades de la Microcuenca la Jabonera

En La Microcuenca la Jabonera se encuentran tres comunidades de población: La Almaciguera, el Despoblado y la Estanzuela. Entre ellas no existen límites político-administrativos y para delimitar-las se utilizan puntos de referencia naturales.



Figura 15: Cocina de leña.
Fuente: Elaboración propia.

De las tres comunidades, solo la Almaciguera conserva las características rurales, mientras que el Despoblado y la Estanzuela presentan características de un medio suburbano. Las dos últimas cuentan con servicios básicos y los caseríos están ubicados en forma de barrios. Ninguna de las tres comunidades ofrece el servicio de recogida de basura y como norma general, la mayor parte de hogares utiliza la leña como principal combustible para cocinar.

- La Almaciguera

Se localiza en el núcleo del Área Protegida Tisey-Estanzuela, en la parte Suroeste de la Microcuenca. En el 2005 las viviendas presentes en la comunidad eran 38, de las cuales 34 estaban ocupadas. Actualmente, la mayoría de ellas cuenta con letrinas, energía eléctrica, agua potable y suelo de tierra y algunas se consideran como viviendas inadecuadas ya que están construidas con materiales poco resistentes como madera o adobe.

El conjunto de casas principal se encuentra a una altura aproximada de 1325 metros de altura, y está situado próximo a las carreteras que comunican con la ciudad de Estelí. Al oeste y al sur del caserío principal se pueden encontrar casas dispersas.

- El Despoblado

Esta comunidad está ubicada en el límite entre el área núcleo y el área de amortiguamiento del Área Protegida, concretamente en la parte media de la Microcuenca.

En el año 2005 había 79 viviendas en esta comunidad, 73 de las cuales estaban ocupadas. La mayoría de ellas tienen agua potable y energía eléctrica i aproximadamente la mitad se consideran inadecuadas a causa de las condiciones de sus paredes y techos y por tener el suelo de tierra.

El conjunto de viviendas principal se encuentra a una altura de 1050 msnm. Además, en la parte Sur, también se puede encontrar alguna vivienda dispersa.

- La Estanzuela

Es la comunidad que ocupa un mayor territorio en la Microcuenca y además es la que más viviendas presenta. Se ubica entre el área núcleo y el área de amortiguamiento de Reserva Natural Tysey-Estanzuela. Está formada por cuatro núcleos de casas distintos. Tres de ellos se sitúan paralelos a la carretera principal, a una altura de 1020 msnm y el cuarto está ubicado al oeste de los demás, a una altura de 1070 metros. Hacia el sur de la comunidad también se pueden encontrar viviendas ubicadas de forma dispersa.

En el año 2005 había 130 viviendas en la comunidad. De éstas, 105 estaban ocupadas. La mayoría de las casas cuenta con agua potable y energía

eléctrica, y pocas de ellas se consideran como inadecuadas por tener paredes inconsistentes y suelos de tierra.

Población

- Habitantes

En el año 2005 los habitantes de las principales comunidades de la Microcuenca eran 986 (INIDE, 2008). Su distribución no es homogénea sino que la comunidad más poblada es la Estanzuela (45,64% de la población de la Microcuenca) y la menos poblada es la Almaciguera (15,82% de la población).

El número de habitantes de La Jabonera representa un 4.35% de la población rural del municipio y un 0,92% de toda la población de Estelí (AMUNIC, 2006).

Tabla 7: Distribución de la población.

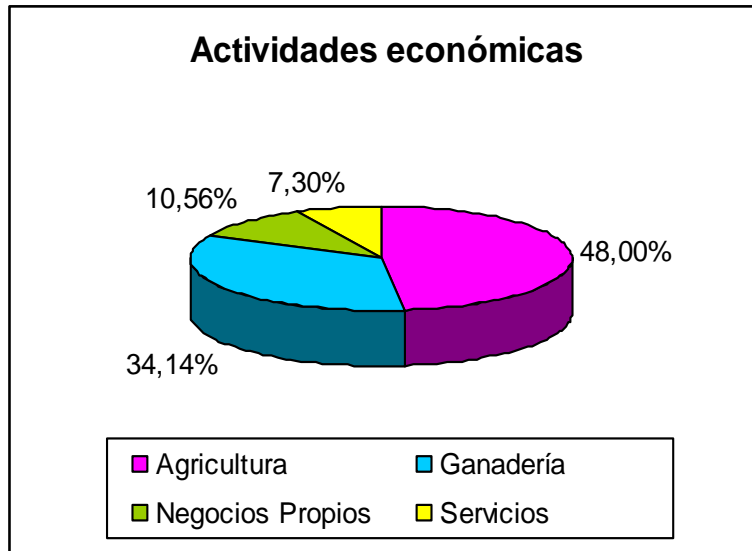
	Hombres		Mujeres		Total	
Despoblado	191	50,26%	189	49,74%	380	38,54%
Almaciguera	84	53,85%	72	56,15%	156	15,82%
Estanzuela	230	51,11%	220	48,89%	450	45,64%
Toda la Microcuenca	505	52,22%	481	48,78%	986	100%

Fuente: Elaboración propia a partir del censo del 2005.

Nicaragua, de forma general, es un país que se caracteriza por tener más habitantes del sexo femenino que del sexo masculino, pero en nuestra área de estudio y, en concreto, en las tres comunidades principales de la Jabonera, este rasgo no se cumple, ya que el número de hombres es mas elevado que el de mujeres.

Actividades económicas

De entre todas las actividades económicas que se desarrollan en la Microcuenca, las más importantes son las actividades agrarias, seguidas de



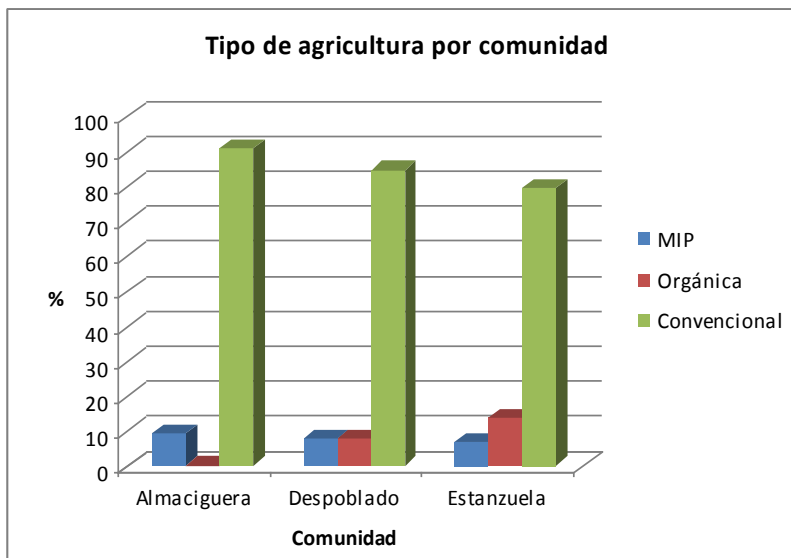
la ganadería bovina. Algunos de los habitantes de las comunidades trabajan en pequeños negocios propios y en los últimos años el ecoturismo ha ganado importancia en la comunidad de la Almaciguera.

Figura 16: Distribución de las distintas actividades económicas.

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados extraídos de las encuestas.

- Agricultura

El 48% de los pobladores de la Jabonera se dedican a la agricultura y la



mayoría de ellos no ha recibido ningún tipo de formación referente a esta actividad. Un 83% de los agricultores practica una agricultura convencional, un 8,53% implementa el manejo integrado de plagas (MIP) y el

Figura 17: Tipo de agricultura según la comunidad.

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados extraídos de las encuestas.

8,47% restante practica la agricultura orgánica.

La figura 17 muestra el tipo de agricultura utilizado dividido en las tres comunidades principales de la Microcuenca. En las tres comunidades la agricultura convencional es la más utilizada. La orgánica no es utilizada en la almaciguera pero se convierte en la segunda técnica mas usada en la Estanzuela (13,79%). Por otro lado, el manejo integrado de plagas es el menos usado en la Estanzuela (6,90%) y empata con los agricultores que utilizan la orgánica en el Despoblado (7,69%).

De entre los cultivos más comunes se pueden encontrar granos básicos (83,05%), hortalizas (3,39%) y plantas medicinales (3,39%). En cuanto a los granos básicos se cultiva el maíz y el frijol; de hortalizas, patata, lechuga y repollo; y de plantas medicinales, manzanilla.

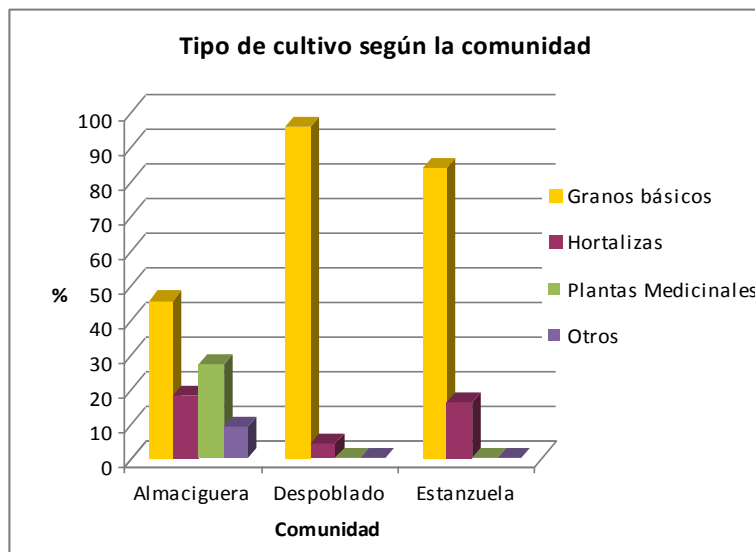


Figura 18: Tipo de cultivo según la comunidad.

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados extraídos de las encuestas.

Si se divide el tipo de cultivo por comunidad (figura 18) se deduce que la Almaciguera es la comunidad que presenta una diversidad mas elevada, ya que se cultivan granos básicos (45,45%), plantas medicinales (27,27%), hortalizas (18,18%) y otros cultivos (9,09%). En el Despoblado y la Estanzuela, en cambio, sólo se cultivan granos básicos y hortalizas, siendo

el Despoblado la comunidad en la que más granos básicos se cultivan (95,83%).

Referente al destino final de las cosechas, el 42,37% de las familias que se dedican a la agricultura destinan su producción para el autoconsumo, el 3,38% lo destina para la comercialización y el 35,59% restante lo destina



Figura 19: Campesinos trabajando la tierra con animales.

Fuente. Elaboración propia.

para ambos fines. Los productos que se comercializan principalmente son el maíz, el frijol, la patata, el repollo, la lechuga y la manzanilla, y se comercializan básicamente en el mercado local o nacional.

La mayoría de los agricultores, concretamente un 70%, obtuvo ganancias con la comercialización de sus productos y los que no las obtuvieron fue a causa del alto coste de los insumos y por el bajo precio de algunos productos en el mercado.

- Ganadería

De la población de las tres comunidades principales de la Microcuenca, un 15,90% se dedica a la ganadería bovina de forma extensiva, un 13,64 de forma intensiva y el resto practica ganadería de supervivencia. Además, un 77,14% de las familias que se dedican a esta actividad utiliza los subproductos de la ganadería (leche, cuajada y queso) para el

autoconsumo, un 5,71% los comercializa y un 17,14% los utiliza para ambas finalidades. Cuando se comercializan los subproductos ganaderos se lleva a cabo en la misma comunidad y la mayoría de familias que los comercializa obtiene beneficios.

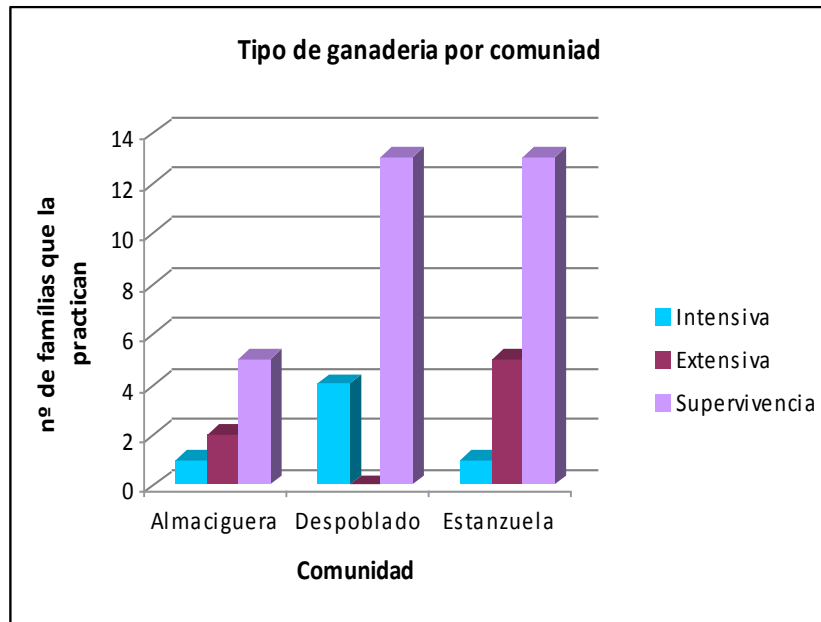


Figura 20: Tipo de ganadería según la comunidad.

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados extraídos de las encuestas.

- Otras actividades económicas

El 10,56% de la población de la Microcuenca se dedica a actividades económicas que no son del sector primario. Entre estas actividades se pueden encontrar negocios como pulperías, talleres, actividades relacionadas con el turismo y cooperativas.

Las pulperías ofrecen a los habitantes productos alimenticios y de necesidad para el hogar. Los pequeños talleres se dedican a la carpintería. La cooperativa Multisectorial Pablo Umanzor La Estanzuela R.L. está formada por 39 socios y se dedica a la producción y comercialización de lechones y venta de carne de cerdo.

Finalmente, 7,30% de la población restante trabaja como jornalero en fincas de mayor extensión o en fábricas de puros u otros servicios en la ciudad de Estelí.

Salud

Ninguna de las tres comunidades presentes en la Microcuenca presenta atención médica permanente y tampoco existen centros médicos privados en la zona. Cuando tienen necesidad de visitar a un médico, los pobladores pueden ser atendidos en las Casas Base, una en cada comunidad, en el Puesto de Salud, en la Estanzuela, y en el Hospital Regional San Juan de Dios, en Estelí.

- Centros de atención médica
 - o Casas Base

Consisten en centros de atención médica que se encuentran cerca de los principales grupos de casas de cada comunidad y son atendidos por brigadistas voluntarios. Forman parte del proyecto Enlace para la Salud Comunitaria en la que participan el MINSA i la Cruz Roja Filial Estelí. En ellos se trabaja para mejorar la salud de los niños y niñas menores de cinco años y mujeres y hombres en edad reproductiva, con la finalidad de disminuir la mortalidad materna, pre-natal e infantil, mediante la expansión e implementación de estrategias comunitarias oficiales del MINSA: Programa Comunitario de Salud y Nutrición (PROCOSAN), Plan de Parto para una Maternidad Segura (PPMS), Entrega Comunitaria de Métodos Anti-Conceptivos (ECMAC) y Sistema de Información Comunitaria (SICO), todas acompañadas con enfoque de género y de fortalecimiento institucional.

- o Puesto de Salud

Se ubica en la Estanzuela y se construyó con la finalidad de atender a los pobladores de las tres comunidades principales de la Microcuenca. El puesto de salud es atendido por una enfermera que atiende a la población una vez por semana y es utilizado como centro para vacunación y control pre-natal y de infantes. Éste Puesto de Salud es poco visitado por los pobladores de las tres comunidades, ya que los pobladores de las comunidades de La Almaciguera y de El Despoblado que desean asistir, tienen que trasladarse aproximadamente 3.7 y 2.2 km respectivamente.

- Hospital Regional San Juan de Dios

Los pobladores, al no tener servicio de atención médica permanente en las comunidades, hacen uso de los servicios que ofrece el Hospital Regional San Juan de Dios por ser el centro que presta los recursos necesarios para los diferentes tipos de atención médica por problemas de salud, consultas y controles médicos. Se localiza aproximadamente a 9.30 km de La Almaciguera, 5.36 km de La Estanzuela y 7.52 km de El Despoblado, en la ciudad de Estelí.

- Frecuencia de visita al centro médico:

Referente a la frecuencia en que los habitantes de la Microcuenca visitan algún centro médico, la mayoría de los pobladores lo hace de forma mensual o anual.

Las visitas a los centros médicos están asociadas a malestares espontáneos (principalmente), chequeos médicos y algunos casos de complicaciones crónicas. Los medicamentos recetados por los médicos son adquiridos de forma gratuita cuando se encuentran disponibles en los centros de atención, o bien son comprados, y cuando no se dispone de medicamentos, se hace uso de remedios caseros.

Educación

La Microcuenca dispone de diferentes centros de educación para los habitantes que la ocupan. Cada comunidad tiene un centro de educación preescolar y en el Despoblado y la Estanzuela se puede encontrar un centro de educación primaria. Si los habitantes desean realizar estudios de secundaria en adelante, tienen que marcharse de la Microcuenca para poder realizarlos.

- Centros de educación
 - o Escuela de La Estanzuela

Se localiza en el empalme de las carreteras que comunican hacia la ciudad de Estelí y la comunidad El Despoblado. Fue construida en el año 1972 por el organismo no gubernamental CARE y se realizaron mejoras en el año 1998. Cuenta con dos aulas de clases construidas de ladrillo y suelo de cemento, una mini biblioteca, servicios higiénicos, una cancha deportiva y áreas verdes en proceso de reforestación.



Figura 21: Niñas de La Estanzuela.

Fuente: Elaboración propia.

En la escuela se ofrece educación preescolar y primaria completa con modalidad multigrado (de 1° a 3° grado y de 4° a 6° grado). Esta modalidad de educación implica que el 1r, el 2do i el 3r grado se imparten de forma conjunta y el 4rto, 5to y el 6to grado también se imparten de forma conjunta. La escuela es atendida de forma permanente por 2 maestras y en el curso 2010 la matrícula escolar fue de 55 estudiantes en la educación primaria y 50 niños en educación preescolar.

- Escuela de El Despoblado

Se localiza en el centro del caserío de El Despoblado, cuenta con 4 aulas de clases construidas de ladrillo y suelo de cemento, un comedor infantil, servicios higiénicos, una cancha deportiva y áreas verdes.

En esta escuela se imparte la educación preescolar y primaria completa con la modalidad multigrado (de 1° a 3° grado y de 4° a 6° grado). La escuela es atendida por dos maestras (una por aula) y en el curso escolar 2010 la matrícula fue de 120 estudiantes entre preescolar y primaria.

- Pre-escolar de La Almaciguera

Es el único centro escolar que existe en La Almaciguera y se localiza en el centro del conjunto de casas principal. Está construido de bloques de concreto y cuenta con 2 aulas de las cuales solo 1 está en funcionamiento. Éste centro es atendido por 1 maestra y hasta el año 2010 atendía entre 5 y 12 niños y niñas anualmente. El MINED ha decidido clausurar el centro para el curso escolar 2011 por falta de usuarios.

- Valoración de los centros de educación

Las escuelas de El Desdoblado y La Estanzuela, son valoradas por los maestros y pobladores como centros que presentan la estructura básica adecuada para la enseñanza pre-escolar y primaria, ambas cuentan con el apoyo del MINED y el Instituto de Promoción Humana (IMPRHU). La Escuela El Despoblado cuenta además con el apoyo de organismo no gubernamental Familias Unidas, con el Proyecto Más Vida, y el Colegio Belén Fe y Alegría (FEA). El apoyo consiste en ofrecer formación para las educadoras, padres de familias y estudiantes además de proveer alimentos y material escolar.

Los estudiantes de primaria de La Almaciguera se trasladan hasta la escuela primaria de la comunidad La Tejera ubicada hacia el sur, para lo cual tienen que caminar sobre la carretera por aproximadamente 2 km.

Al no existir centro de educación secundaria en ninguna de las tres comunidades los estudiantes deben movilizarse a centros de educación cercanos a su comunidad. Los estudiantes de La Estanzuela caminan por aproximadamente 6 km hacia la ciudad de Estelí, para recibir enseñanzas en el Instituto Nacional Francisco Luis Espinosa (INFLE), localizado en la salida Sur de la ciudad. Los estudiantes de El Despoblado caminan aproximadamente 5.5 km para asistir a clases en el Instituto Autónomo Santa Cruz (IASC) en la comunidad Santa Cruz.

Los estudiantes universitarios viajan hasta las universidades de la ciudad de Estelí, entre las que se encuentran: Universidad Católica del Trópico Seco (UCATSE), Universidad Politécnica de Nicaragua (UPONIC), Facultad Regional Multidisciplinaria de Estelí (FAREM-Estelí/UNAN-Managua), entre otras.

- Nivel de escolarización

Para el año 2005, según el INEC en las tres comunidades el 14.71% de la población no sabía leer ni escribir y la mitad de estos, aproximadamente, tenían edades entre 14 y 29 años de edad; el 13.79% asistía a la primaria, principalmente eran niños entre los 6 y 12 años de edad; y el 9.43% de la población tenía primaria incompleta.

El 9.13% de los pobladores asistían a la secundaria, de los cuales la mayoría que se encontraban activos eran adolescentes entre 12 y 18 años de edad; y 11.26% del total de los pobladores presentaban los estudios de secundaria incompletos. El 2.33% de los pobladores asistían a la universidad y el 1.62% tenían estudios universitarios, de ambos la mayoría son de la comunidad El Despoblado. El 37.73% de la población son pobladores que

fueron alfabetizados en los años ochenta y personas que no continuaron estudios universitarios después de concluir la secundaria.

Comunicación y transporte

La Microcuenca presenta una red vial que permite el acceso a casi todos los lugares en vehículos automotor, sistemas de telecomunicaciones ante cualquier necesidad y medios de transporte públicos y privados.

- Comunicaciones
 - o Red vial

La red vial de la Microcuenca tiene una extensión de 47.48 km, a lo largo de los que se pueden encontrar carreteras principales, caminos públicos y caminos privados. De carreteras principales hay tres. La primera une la ciudad de Estelí con las comunidades de La Estanzuela, La Almaciguera y La Tejera, la segunda es la que comunica las comunidades de La Estanzuela y el Despoblado, y la tercera comunica la comunidad de Santa Cruz con el municipio de San Nicolás.

En la Microcuenca hay caminos públicos por donde pueden circular vehículos automotores, personas y animales de carga, que no se encuentran en propiedades privadas. Estos caminos son un porcentaje bajo referente a la totalidad de los caminos, ya que la mayoría de ellos son de acceso privado.

- o Telecomunicaciones

Los pobladores de las comunidades principales de la Microcuenca cuentan con medios de telecomunicación tales como: radio, televisión, radio comunicadores y teléfonos celulares. El 86.55% de los poseen receptores de radio y televisión, que son utilizados como medio de información y

recreativo. La telefonía móvil es el medio de comunicación más utilizado por la gran mayoría de los pobladores ya que un 96,56% de la población tiene este tipo de tecnología.

Además, en la Microcuenca existen 2 radio comunicadores, uno en la Eco Posada Tisey en la comunidad La Almaciguera y otro en la casa de un profesora de La Estanzuela, que se encuentra cercana al puente principal de La Estanzuela. Éstos son parte del Sistema de Alerta Temprana del SINAPRED, y deben usarse ante cualquier situación de desastre que pueda causar daño a los asentamientos humanos y los recursos naturales que se encuentran en la Microcuenca o en sus alrededores.

- Transporte

o Privado

El 19.29% de los pobladores de las tres comunidades principales de la Microcuenca tiene acceso a medios de transporte privado. De entre los vehículos privados se encuentran principalmente motocicletas y camionetas. Además el 20% de toda la población cuenta con bicicletas y un 14.54% utiliza animales equinos como medio de transporte.

o Público

Existen dos rutas que comunican la ciudad de Estelí con la Microcuenca La Jabonera. La primera pasa por el centro de la Microcuenca y tiene parada en dos de las tres comunidades principales de la Microcuenca (La Estanzuela y La Almaciguera) La segunda ruta solo comunica con la parte Sureste de la Microcuenca, que pertenece al municipio de San Nicolás.

Referente a la calidad del servicio que brinda el transporte público, el 33.31%, de los pobladores valoran que el servicio que se brinda es bueno, un 41.88% (alrededor de la mitad de la población) expresan que el servicio

es regular debido a que los buses frecuentemente presenta fallas mecánicas y el 24.78 % opina que el servicio es malo.

Organizaciones

En las tres principales comunidades de la Microcuenca existen organizaciones comunitarias, representantes de instituciones estatales y organismos no gubernamentales que tienen la finalidad de contribuir al desarrollo sostenible de la población para una mejor calidad de vida, teniendo en cuenta los aspectos sociales, ambientales y productivos.

- Organizaciones comunitarias

Las organizaciones comunitarias que existen en La Almaciguera, El Despoblado y La Estanzuela son: Gabinete del Poder Ciudadano (GPC), Comité de Agua Potable (CAP), Comité Escolar de Padres de Familias y organizaciones religiosas.

Los Gabinetes del Poder Ciudadano (GPC) tienen como objetivo la organización de los pobladores y la participación de los mismos en coordinación con el Gobierno Municipal y Gobierno Nacional. Los Comités de Agua Potable (CAP) tiene la función de servir como foro de consulta entre los pobladores, instituciones estatales y organismos no gubernamentales en temáticas afines al agua.

El Comité Escolar de Padres de Familia funciona con el propósito de velar por el buen desarrollo de la actividad escolar y el rendimiento académico de los niños con el apoyo de las educadoras, el MINED y los organismos no gubernamentales (ONG´s).

Las organizaciones religiosas que existen en las comunidades forman parte de las religiones Católica y Evangélica, principalmente, enfocándose en el fomento de valores morales y espirituales de los pobladores.

- Instituciones estatales

Las instituciones estatales inciden a través de diversos programas y proyectos en las tres comunidades, a veces en coordinación de los pobladores y organismos no gubernamentales (ONG's). Las instituciones que tienen presencia son: el MINSA, MINED, Cruz Roja (CR), IDR, MARENA y el SINAPRED.

- Organismos no gubernamentales (ONG's)

Inciden a través de diferentes proyectos para fortalecer las diferentes competencias de las organizaciones comunitarias y las instituciones del Estado, con el fin fomentar el desarrollo de las actitudes y aptitudes de los pobladores o sectores beneficiarios. Los organismos no gubernamentales que inciden en las tres comunidades son: CARE, Caritas Diocesanas, Familias Unidas, Instituto de Promoción Humana (INPRHU), Instituto de Formación Permanente (INSFOP), Agro-Acción Alemana y Colegio Fe y Alegría (FEA).

Es importante mencionar que al existir una buena organización en las comunidades aumenta las posibilidades de recibir apoyo de instituciones estatales y organizaciones no gubernamentales para así garantizar un buen desarrollo de las mismas.

Usos del suelo

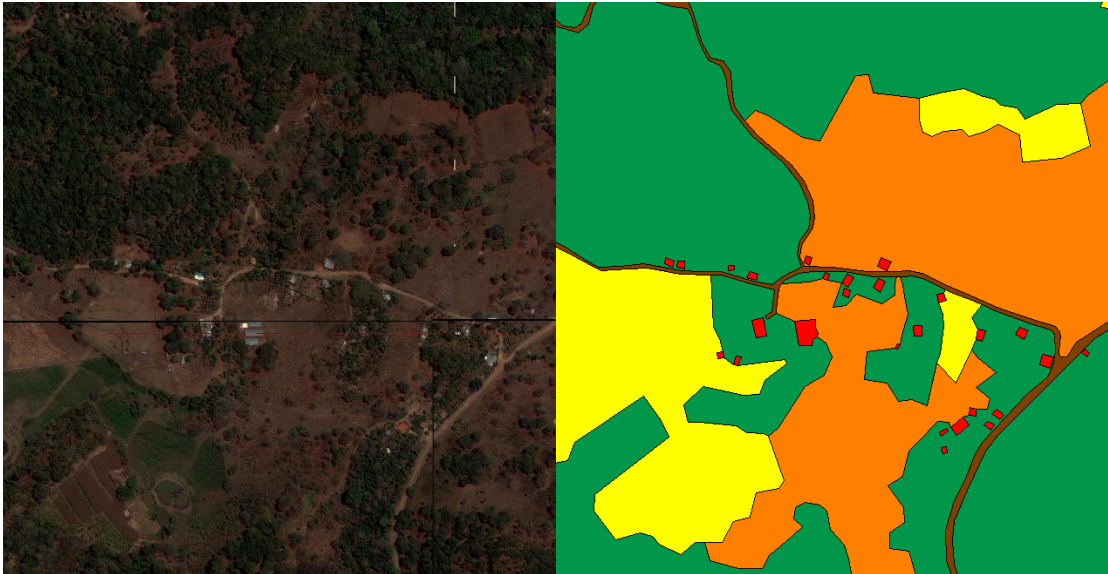


Figura 22: Digitalización de los usos del suelo a partir de una ortofoto.

Fuente: Elaboración propia

La digitalización de los usos del suelo (Anexo 16) ha permitido conocer la superficie y la distribución de las distintas categorías de uso dentro de la Microcuenca. Concretamente se han distinguido un total de siete categorías: asentamientos humanos, campos de cultivo, pastos y otros usos agropecuarios, masa forestal, vías de comunicación, red hídrica y zonas rocosas.

En la siguiente tabla se puede observar la superficie que ocupa cada uso y su proporción respecto el total.

Tabla 8: Superficie de los distintos usos del suelo.

Uso del suelo	Superficie (ha)	%
Asentamientos humanos	7,23	0,27
Campos de cultivo	612,58	23,05
Pastos y otros usos agropecuarios	426,63	16,06
Masa forestal	1578,03	53,39
Red hídrica	4,53	0,17
Vías de comunicación	26,66	1,00
Zonas rocosas	1,59	0,06

Fuente: Elaboración propia mediante SIG.

La Microcuenca La Jabonera presenta un carácter fuertemente humanizado ya que la superficie destinada a agricultura y ganadería representa un 39 % del total. La masa forestal propia de la zona ha quedado reducida al 53 % de superficie.

En la imagen 23 se puede observar una concentración de las actividades humanas en la parte más baja de la Microcuenca, en las zonas cercanas a los principales cauces de agua. Es en esta zona donde se concentran también la mayor parte de los asentamientos humanos y las vías de comunicación. La agricultura y la ganadería se alternan de manera relativamente homogénea ocupando un 23,05 y un 16,06 de la superficie respectivamente. La cobertura forestal cubre mayoritariamente la parte suroeste de la Microcuenca, que se corresponde con la zona más elevada. Se pueden distinguir de todos modos una gran cantidad de parches distribuidos a lo largo de la zona forestal que corresponden a aprovechamientos agrícolas i ganaderos aislados. Se ha podido constatar una estrecha relación entre la ubicación de los asentamientos humanos y la localización de las zonas trabajadas por los campesinos. Generalmente, las familias trabajan la

tierra contigua al hogar de manera que los campos y pastos se sitúan alrededor de las viviendas.



Figura 23: Uso del suelo agrícola y ganadero.
Fuente: Elaboración propia.

7.2 Bloque II: Evaluación del estado actual de las fuentes de agua para consumo humano

Los resultados se estructuran según los objetivos específicos del bloque 2:

- Identificar las principales fuentes de agua para consumo humano en las comunidades El Despoblado, La Almaciguera y La Estanzuela.
- Evaluar la calidad del agua para consumo humano de la Microcuenca.
- Determinar la disponibilidad de agua para consumo humano existente en la Microcuenca.
- Describir el estado de protección y conservación ambiental de las fuentes de agua para consumo humano.

A continuación se desglosa cada resultado.

7.2.1 Identificar las principales fuentes de agua para consumo humano en las comunidades

Este apartado se estructura en dos partes, por un lado se describen las fuentes de agua identificadas, y por otro se muestra en un mapa su localización.

Fuentes de agua

La identificación de las fuentes se ha llevado a cabo mediante numerosas campañas de campo realizando sondeos en toda el área de estudio, siempre acompañados de algún miembro del comité de agua de las comunidades.

En la primera campaña se ha hecho una primera visita a la zona de estudio para la familiarización con la Microcuenca, con la ayuda de una guía de exploración y observación en campo (Anexo 1) y un mapa de la Microcuenca. En esta primera etapa de la identificación se han destinado 81 horas.

Y en la segunda campaña, se han dedicado tres días a identificar y localizar todas las fuentes de agua para consumo humano de la Microcuenca. Las horas destinadas a esta etapa han sido 189. El instrumento utilizado para la identificación ha sido un GPS cedido por la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, FAREM-Estelí. Los datos obtenidos con el GPS se han procesado mediante la herramienta SIG con el programa MiraMon para situar todas las fuentes de la Microcuenca en un mapa topográfico, con el fin de localizar la potencialidad hídrica para consumo humano.

En total, el tiempo invertido en esta campaña de campo han sido 270 horas. El número total de proyectistas que han realizado esta parte han sido nueve, por lo que el trabajo personal de cada uno se resume en 30 horas.

Las fuentes inventariadas han sido un total de 83, de las cuales, un 47% se localizan en la comunidad de la Almaciguera, un 17% en el Despoblado y un 36% en la Estanzuela.

Taula 9: Inventario de fuentes de agua para consumo humano de la Microcuenca.

	Ojos de agua	Puestos de agua	Pozos	Total
Almaciguera	24	7	8	39
Despoblado	4	4	6	14
Estanzuela	8	12	10	30
Total	36	23	24	

Fuente: Elaboración propia a partir los resultados extraídos de la Guía de Exploración y Observación en Campo.

Así pues, en referencia a los ojos de agua se puede afirmar que se ubican principalmente en la Parte Alta, dónde se encuentra la comunidad de la Almaciguera. Esto es debido a la geomorfología de la Microcuenca y se corrobora con el mapa de zonas de recarga que se ha elaborado. El gran número de ojos de agua de la comunidad de la Almaciguera son más que suficientes para abastecer la población, 156 habitantes. Aún así, debido a que la población de la comunidad es muy dispersa, se han identificado construcciones hídricas como son los pozos para que los pobladores puedan disponer de agua y cubrir todas sus necesidades. En cuanto a los pozos, la

mayoría se localizan en la parte media-baja de la Microcuenca debido a la baja densidad de ojos de agua o nacientes en esta zona. Además, destaca que los pozos son el tipo de fuente de agua que predomina en la comunidad del Despoblado, debido a la baja densidad de ojos de agua que dificulta la distribución del agua mediante canalizaciones. Dado que la comunidad del Despoblado es la segunda comunidad más poblada, 380 habitantes, los pozos sirven para complementar el sistema de abastecimiento que se ve limitado por la baja cantidad de ojos de agua. En la comunidad de la Estanzuela se ha encontrado el mayor número de puestos de agua, esto se puede justificar debido a que hay una mayor concentración de población y un mayor número de viviendas a abastecer. Es por eso que la creación de puestos de agua comunales facilita en esta comunidad la distribución de este recurso.

A continuación se muestran algunas de las fuentes de agua para consumo humano presentes en la Microcuenca:



Figura 24: Ojo de agua
Fuente: Elaboración propia



Figura 25: Puesto de agua
Fuente: Elaboración propia



Figura 26: Pozo
Fuente: Elaboración propia

Mapa localización fuentes de agua

A continuación se muestra el mapa topográfico elaborado con todas las fuentes inventariadas. A partir de éste, se ha facilitado la interpretación de los resultados obtenidos en las campañas de campo en referencia a la distribución de cada tipo de fuente en las comunidades de la Microcuenca.

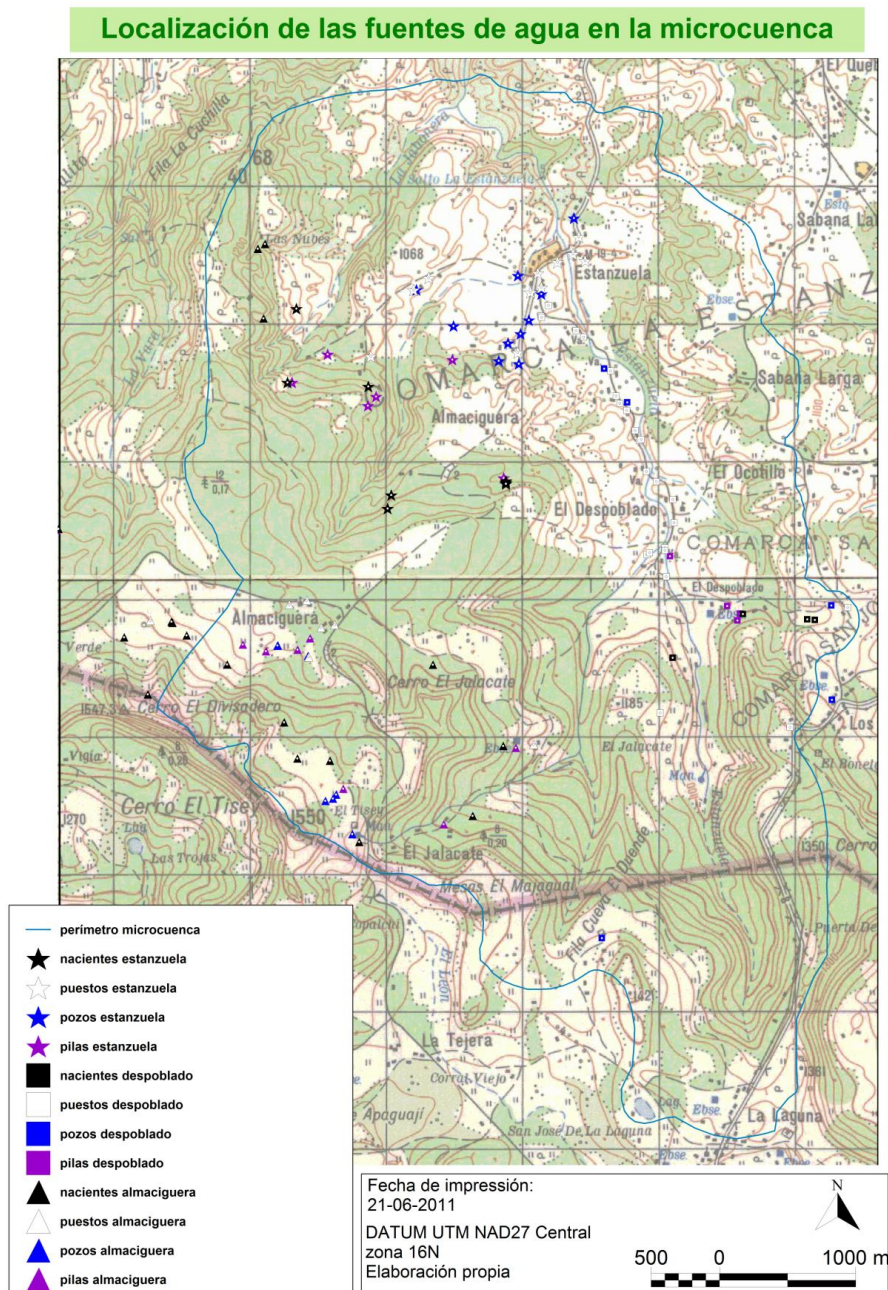


Figura 27: Mapa de localización de las fuentes de agua en la microcuenca.

Fuente: Elaboración propia a partir de información extraída en campo.

7.2.2 Evaluar la calidad del agua para consumo humano

La calidad natural del agua varía de un lugar a otro, con las estaciones del año, el clima y la geología de la zona. Así, la calidad del agua no se refiere a un estado de pureza química (sólo encontrada en los laboratorios), sino a las características con que es encontrada en la naturaleza. Esta agua contiene oxígeno disuelto, sustancias minerales en solución y compuestos orgánicos, que permiten la vida de los seres vivos y a la vez la hacen apta para el consumo humano. (*Guía de orientación en Saneamiento Básico, OMS*)

Así pues, la calidad del agua está estrechamente relacionada con los usos del suelo y las actividades que tienen lugar en las cuencas hidrográficas. En función del uso al que se destine el agua, la calidad requerida será diferente. (Zamorano, 2007). Es por esto que para evaluar la calidad del agua de la Microcuenca se han estudiado los **focos potenciales de contaminación** que derivan de los usos del suelo de la Microcuenca, se ha hecho una aproximación al **estado de saneamiento** y se han evaluado algunas de las fuentes de agua mediante algunos **análisis fisicoquímicos**.

Fuentes de contaminación

En este apartado por un lado se describen los posibles **focos de contaminación de las fuentes de agua**, y por otro se hace una aproximación al **estado de saneamiento** de dichas fuentes.

Descripción de los posibles focos de contaminación de las fuentes de agua

Para describir las posibles fuentes de contaminación se recoge información por un lado mediante la observación en campo por parte de los proyectistas (*ficha de campo 2 (Anexo 2)*); y por otro mediante la percepción de los pobladores de las comunidades de la Microcuenca a partir de encuestas (anexo A).

Observación en campo por parte de los proyectistas

A través de la *ficha de campo 2*, se ha determinado de manera cualitativa el estado potencial de contaminación del agua de cada comunidad según la proximidad de las fuentes a los siguientes indicadores: uso de agroquímicos, presencia de letrinas en las proximidades de la fuente, vertido de aguas servidas, y presencia de corrales próximos a la fuente. En la tabla siguiente se exponen los resultados obtenidos.

Tabla 10: Número de fuentes con riesgo de contaminación según la presencia de cada indicador en las proximidades de la fuente, por cada tipo de fuente de agua y por cada comunidad.

		Número total de fuentes	Número de fuentes con riesgo de contaminación según cada indicador			
			Uso de agroquímicos	Presencia de letrinas	Aguas servidas	Corrales
Almaciguera	Ojo de agua	24	6	2	6 (potrero)	5
	Pila de captación	8	2	-	2 (patio)	4
	Puestos de agua	6	1	2	1 (patio)	1
	Pozo	8	2	1	1	3
Despoblado	Ojo de agua	4	-	1	-	-
	Pila de captación	4	-	1	-	-
	Puestos de agua	6	1	3	-	-
	Pozo	6	-	2	-	-
Estanzuela	Ojo de agua	8	3	-	2 (potrero)	2
	Pila de captación	6	2	-	-	1
	Puestos de agua	12	5	10	8	7
	Pozo	10	4	7	6 (patio)	5

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados extraídos de las encuestas.

NOTA: destacan letrinas tradicionales simples, muchas de ellas sin revestimiento ante posibles derrumbes.

Los pozos y ojos de agua son las fuentes que directamente pueden verse afectadas por los indicadores evaluados. En cambio, las pilas de captación y los puestos de agua no, ya que son infraestructuras selladas que están conectadas a un ojo de agua. Ahora bien, podría pasar que el sistema de distribución tuviera fisuras aunque no sería lo habitual. Es por eso que se ha evaluado la vulnerabilidad ante estos indicadores de los ojos de agua y de los pozos.

Los mecanismos de transporte de los posibles contaminantes están relacionados con el ciclo hidrológico del agua. Los caminos del agua en el suelo son: escorrentía, infiltración superficial, infiltración profunda, y evaporación. Éstos dependen de la textura del suelo, la estructura del suelo, la materia orgánica presente, el pendiente del suelo, la porosidad de éste y las formaciones geológicas. (Perdomo, 1996). Como ya se ha dicho en el apartado de caracterización biofísica en el subapartado “hidrología”, se puede intuir que el camino que seguirá principalmente el agua en la

Microcuenca es el de escorrentía. Este hecho supone un arrastre superficial de posibles contaminantes y su posterior evacuación a través de los cauces de la Microcuenca. Aún así, siempre hay una parte de agua que se infiltra que puede transportar posibles contaminantes a las aguas subterráneas, que son las que posteriormente emergen en fuentes de agua naturales. El agua de precipitación que se infiltra lo hace mediante infiltración secundaria a través de las fracturas del material geológico. Este tipo de infiltración disminuye la capacidad de depuración natural que se obtendría si la infiltración del agua fuese primaria y esta circulara a través de los poros del material. Así pues, se espera que si hay contaminación se refleje en los análisis.

A continuación se discuten los potenciales focos de contaminación que afectan a la Microcuenca:

En cuanto al indicador **uso de agroquímicos**, se ha considerado la presencia de cultivos en las proximidades de las fuentes dado que el 23% del territorio está ocupado por cultivos de los cuales un 83% son de tipo convencional. Pero además, también se tendría que considerar como posible contaminación de las fuentes el lavado de equipos o bombas que se usan por ejemplo para fumigar los cultivos, que normalmente se hacen por tradición cultural en los ríos o quebradas cercanos. Ha sido imposible recopilar esta información.

En referencia a este indicador de uso de agroquímicos destaca que en la Almaciguera un 25 % de los ojos de agua tienen un riesgo potencial de contaminación, y en la Estanzuela este mismo indicador representa un 37% de riesgo potencial. Esto responde a lo que se observa en el mapa de usos del suelo elaborado, donde se ve que la comunidad de la Estanzuela está más influenciada por usos agropecuarios que la comunidad de la Almaciguera.

En lo referente a las **letrinas**, cabe señalar que la presencia de cantidades importantes de materia orgánica en las proximidades de los ojos de agua o pozos causa un riesgo potencial de contaminación a tener en cuenta. Además, dada la sencillez de la infraestructura, en épocas de lluvia se inundan y los desechos se dispersan por las proximidades. El caso de los

puestos de agua, a no ser que tengamos el sistema de distribución con fisuras en las tuberías, la composición de agua es la que proviene del ojo de agua y de las infiltraciones en la pila de captación. Para saber si este indicador tiene impacto en la Microcuenca, se deben evaluar los resultados de los análisis de calidad del agua. Cabe señalar que las letrinas se localizan principalmente en las zonas cercanas a las viviendas, siendo los pozos las fuentes más vulnerables a esta contaminación; además de posibles infiltraciones subterráneas. Un ejemplo de letrinas es el que se muestra a continuación:



Figura 28: Letrina de la Microcuenca

Fuente: Elaboración propia

En la tabla es destacable el caso de los pozos de la Estanzuela ya que un 70% de ellos pueden verse afectados por este indicador, y no es tan destacable en otras comunidades. Esto liga con que la Estanzuela es la comunidad con mayor presión antrópica, dado que el 45,64% de la población (datos del 2005) se localiza en esta comunidad.

En referencia a las **aguas servidas**, la mayoría de las familias las arroja en el patio, dónde se infiltran y su destino depende de los flujos subterráneos.

La zona de estudio presenta baja densidad poblacional 37 hab/km^2 , esto indica que el efecto de las aguas servidas en la Microcuenca será mínimo. Además, en las comunidades viven familias que se dedican al campo con lo que las aguas servidas son aguas de lavado muy diluidas, es decir, son los fluidos procedentes de las instalaciones de saneamiento que constan en las viviendas. Ahora bien, es importante señalar el hecho que muchas familias usan el río como lavadero y esto puede repercutir también en la calidad del agua. Por tanto, el impacto de este indicador se evaluará con los resultados de los análisis concretamente fijándose en los parámetros de conductividad, temperatura y concentración de fosfatos. En la siguiente foto se puede observar como utilizan el río para lavar.



Figura 29: Mujeres que lavan la ropa en el río

Fuente: Elaboración propia

Por último, la presencia de **corrales** en las proximidades de las fuentes también puede ser un riesgo potencial de contaminación para las fuentes de agua. La ganadería, al igual que la agricultura, es un sector a considerar en el área de estudio. Representa un 16% de ocupación del territorio de la Microcuenca. Por eso, y tal y como lo indican los resultados de la Estanzuela y la Almaciguera, la proximidad de corrales en las fuentes de agua suponen un foco potencial de contaminación a tener en cuenta. Además, mediante la observación y exploración que se ha llevado a cabo durante las campañas de campo, se ha observado ganado cerca de las fuentes de agua y en las

orillas de quebradas. Así, estos resultados también deben contraponerse con los resultados de los análisis, principalmente en la presencia de colibacilos.

El manejo indebido de los excrementos de los animales puede tener un efecto serio en los pozos y en la calidad del agua potable. Si el estiércol no es manejado adecuadamente, existe una mayor posibilidad de que los contaminantes y las bacterias se infiltren en las aguas subterráneas afectando a las fuentes de agua. (Manejo del Estiércol del Ganado, EPA)

El manejo de grandes cantidades de animales, produce fuentes puntuales de contaminación. En algunos países se fija la cantidad máxima de cabezas por unidad de superficie para mejorar la sustentabilidad de estos sistemas. Pero esto no es el caso de la presente área de estudio dado que el 70,46% es ganadería de supervivencia.

De éste último indicador, cabe señalar que un 21% de los ojos de agua y un 37% de los pozos de la Almaciguera podrían verse afectados por este indicador. En la comunidad de la Estanzuela los porcentajes son un poco más elevados siendo del 25% en los ojos de agua y del 50% en pozos. Estos resultados se corroboran con los resultados del mapa de usos del suelo dado que en la comunidad de la Almaciguera el % de uso más representativo es la masa forestal.

Percepción de los pobladores ante los focos de contaminación de las fuentes de agua.

Mediante las encuestas se ha evaluado la percepción de la población sobre los posibles focos de contaminación en todas las fuentes de agua para consumo humano. Además, también se ha evaluado mediante encuestas el comportamiento de los pobladores por tal de prevenir los efectos de la contaminación. Las preguntas de las encuestas referentes al tema de fuentes potenciales de contaminación son:

P1: ¿Cuáles son los focos potenciales de contaminación de las fuentes de agua?

P2: ¿Qué hace usted para prevenir los efectos de la contaminación del agua?

Tabla 11: Percepción de la población en cuanto a los focos de contaminación y los hábitos de prevención de éstos.

		Almaciguera	Despoblado	Estanzuela
P1	Agroquímicos	5	27	17
	Letrinas	5	18	22
	Basura	7	13	23
	Aguas servidas	3	6	8
	Corrales	1	7	10
P2	Lavarse las manos	18	35	42
	Tapar el recipiente	18	37	43
	Clorar el agua	12	22	28
	Hervir el agua	9	6	2
	Lavar recipientes	17	37	48
Nº de familias encuestadas		21	43	57

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados extraídos de las encuestas.

Respecto a la P1 se ha obtenido que la percepción de los pobladores es un poco diferente a lo observado en campo por los proyectistas. En el caso de la Almaciguera la percepción en cuanto a los indicadores seleccionados como focos de contaminación de agua no es muy elevada, siendo sólo una cuarta parte de la población consciente de los riesgos potenciales de contaminación. Este resultado tiene sentido ya que en la Almaciguera es dónde menos usos de agroquímicos hay dado que el uso del suelo principal es forestal. En el caso del Despoblado, la percepción es más elevada que en el resto de comunidades en el caso de agroquímicos y presencia de letrinas, siendo del 63% y del 42% respectivamente. La información de los agroquímicos no se puede contraponer con lo observado por los proyectistas ya que ha habido un error experimental en la recogida de datos. Por último, en el caso de la Estanzuela, la percepción es inferior a lo que realmente se ha observado en campo, considerando las letrinas como el foco principal de contaminación. Este resultado en la comunidad de la Estanzuela se puede atribuir a que es la comunidad con mayor densidad de población, ya se ha dicho que tiene características de medio suburbano.

Es importante destacar que la percepción de fuentes potenciales de contaminación está valorada para todas las fuentes de agua sin distinción, y el resultado en el caso del indicador de presencia de letrinas seguramente

se refiere a la proximidad a los puestos de agua y los pozos, y no tanto con los ojos de agua.

Además, cabe añadir también que el hecho de que la población de la Microcuenca no ve como una amenaza de contaminación la presencia de corrales puede ser debido a que el número de cabezas por familia no es muy grande, como ya se ha dicho en general predomina una ganadería de supervivencia.

En lo referente a la P2, los hábitos que más se llevan a cabo en las tres comunidades son: lavar los recipientes, tapar los recipientes y lavarse las manos; cada una con una representatividad en las tres comunidades de unas dos terceras partes de las valoraciones. Además, también destaca que aproximadamente el 50% de la población de las tres comunidades son conscientes de que se clora el agua en su comunidad como medida de prevención de contaminación de las aguas. El único hábito que difiere entre las tres comunidades es el de hervir el agua, y coincide que es el menos representativo en las tres comunidades.

Localización de las fuentes en el mapa de usos del suelo

En el siguiente mapa que se ha elaborado se puede observar la localización de todas las fuentes de agua superpuestas en la capa de usos del suelo de la Microcuenca.

Se puede observar que de todas las fuentes de agua de la Microcuenca, las fuentes naturales como los ojos de agua se localizan mayoritariamente en las áreas forestales en las comunidades de la Almaciguera y la Estanzuela, mientras que en el Despoblado se encuentran en áreas agropecuarias. Este último hecho podría influir en la calidad del agua de esta comunidad ya que estos ojos se localizan en zonas de focos potenciales de contaminación. En el caso de los pozos sucede lo mismo ya que en las tres comunidades se localizan mayoritariamente alrededor de las viviendas y por lo tanto están en las proximidades de las áreas agropecuarias.

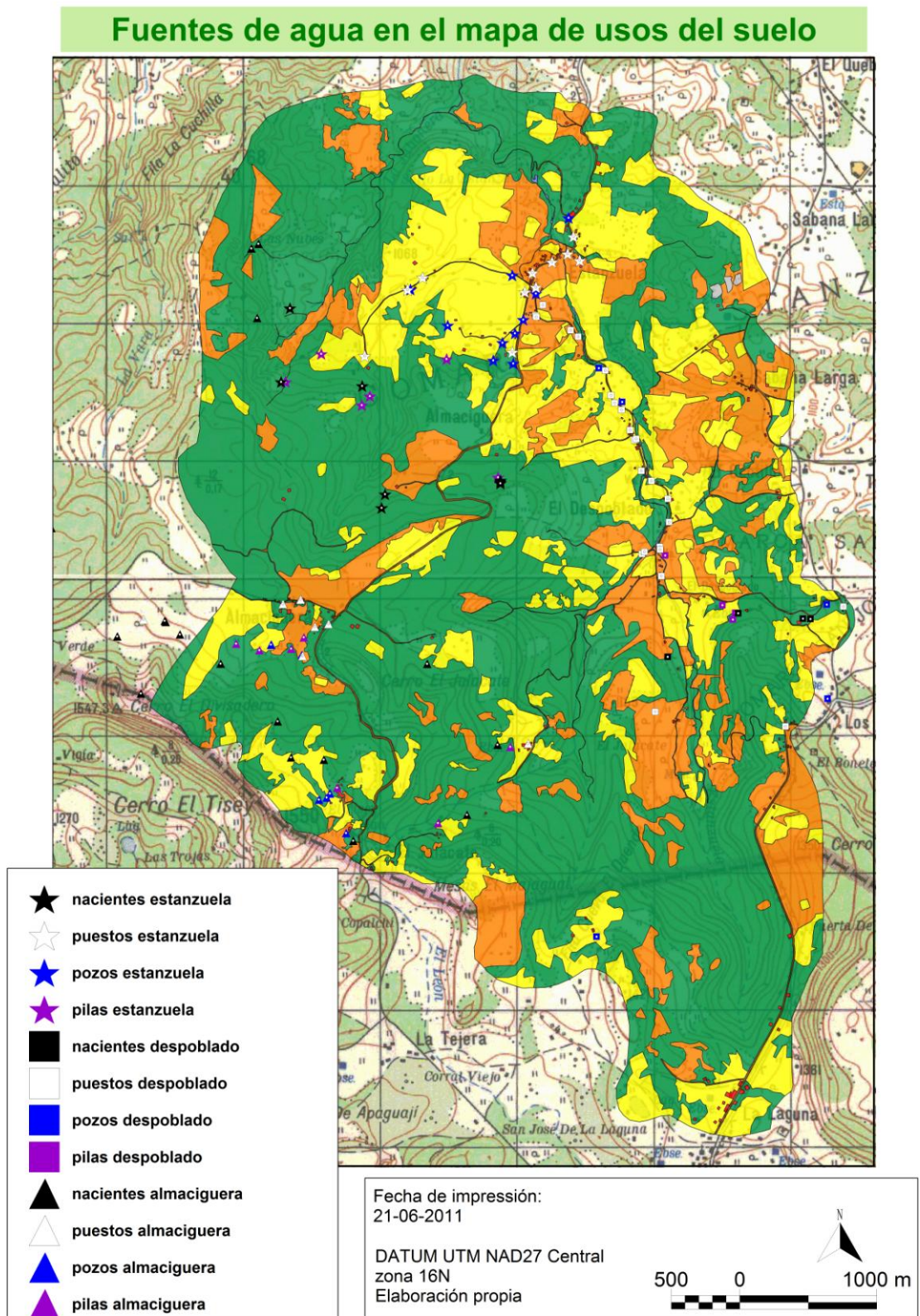


Figura 30: Mapa de usos del suelo con las fuentes de agua georreferenciadas.
Fuente: Elaboración propia a partir de información extraída en campo.

Estado de Saneamiento

Tabla 12: Percepción de la población en cuanto a la presencia de basura alrededor de las fuentes de agua.

	Tipo de fuente	Número de fuentes	Presencia de basura	Descripción
Almaciguera	Puesto de agua	7	NO	-
	Pozo	8	1	Botellas de plástico.
	Ojo de agua	24	NO	-
	Pila	8	NO	-
Despoblado	Puesto de agua	24	NO DATA	-
	Pozo	6	NO DATA	-
	Ojo de agua	4	NO DATA	-
	Pila	4	NO DATA	-
Estanzuela	Puesto de agua	12	4	Plásticos y alguna lata.
	Pozo	10	4	Plásticos, algún cartón y alguna lata.
	Ojo de agua	8	NO	-
	Pila	6	NO	-

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados extraídos de la fichas de campo 2.

Se hace una aproximación al estado de saneamiento mediante la observación por parte de los proyectistas del entorno de las fuentes a partir de la ficha de campo 2 determinando presencia o ausencia de basura; y mediante las encuestas de percepción del estado de conservación de las fuentes también referente a la presencia o ausencia de basura, la “P1: ¿Cuáles son los focos potenciales de contaminación de las fuentes de agua?”.

En lo referente a la observación por parte de los proyectistas, los resultados no son muy claros por errores en la recogida de datos. Aunque no hay datos de la comunidad del Despoblado, se ve una tendencia de acumulación de basura en la parte baja de la Microcuenca coincidiendo con la mayor densidad de población.

En cuanto al análisis de percepción mediante las encuestas, se ha obtenido que el 33% de los encuestados en la comunidad de la Almaciguera, el 30 % de la población del Despoblado y el 40 % de la comunidad de la Estanzuela consideran que hay basura alrededor de las fuentes de agua.

Dado que en la Microcuenca no hay sistema de recogida de basura como ya se ha dicho en el apartado socioeconómico del bloque 1, se ha obtenido que el sistema de saneamiento es bastante precario.

A continuación se muestra una imagen clara de restos de basura:



Figura 31: Restos de envases

Fuente: Elaboración propia

Parámetros de calidad del agua

Evaluación de los proyectistas

En cuanto a los análisis de los parámetros de calidad del agua se han evaluado por un lado **tres tramos del río principal** de la Microcuenca, y por otro lado **12 fuentes de agua para consumo humano** ubicadas en las tres comunidades de la Microcuenca.

Resultados del río

Los resultados físicos obtenidos en los **tres tramos del río Estelí** son:

Taula 13: Resultados de los parámetros físicos de calidad del agua del río Estelí.

	Conductividad (microS/cm)	PH	Sólidos Totales (ppm)	Temperatura (°C)	Fosfatos	Colibacilos
Parte Alta	121,3	7,7	83,4	16,2	0,6	NO
Parte Media	185,6	7,77	134	19,77	1	NO
Parte Baja	209	8,06	135	18,1	0,8	NO

Normas CAPRE	Valor Recomendado	400		1000	18 - 30	
	Valor Máximo admisible					
Kit Test HANNA					0 - 5	

Font: Elaboración propia a partir de los análisis realizados por los proyectistas en diciembre del 2010.

Los resultados de los análisis de los tres tramos del río entran dentro de los límites recomendados, con una tendencia de valores a la baja indicando que es agua de infiltración muy local. Es por eso que estos resultados indican que el agua es de buena calidad. A continuación se analizan los parámetros individualmente.

En cuanto a la conductividad se han obtenido valores muy bajos, que aunque aumentan a medida que avanza el río hacia los tramos más bajos de la Microcuenca, indican poco tiempo de tránsito del agua por el subsuelo; por lo que se puede afirmar que son aguas de infiltración muy locales. Este hecho también demuestra que la contaminación por aguas residuales no puede ser elevada ya que si lo fuera los valores aumentarían considerablemente. Además, según el *Índice de calidad de agua fluvial* (Manuel Poch, 1999) los valores obtenidos indican que esta agua se puede utilizar para todos los usos exigentes: fácil potabilización, vida piscícola exigente, posibles zonas de baño, regadío exigente, usos industriales exigentes y especial interés ecológico.

El agua de lluvia tiene una conductividad baja y un pH de 5,6. Lo que se observa en el río son valores muy bajos de conductividad y un pH más básico entre 7,7 y 8. Dado que la infiltración es de ámbito local, como indican los valores de conductividad, y ya se ha observado en el mapa de áreas de recarga que se ha elaborado, el hecho de tener un pH más elevado que el de lluvia puede ser debido a que el agua infiltrada ha interactuado con elementos del suelo como pueden ser los bicarbonatos.

En cuanto a la concentración de fosfatos se ha obtenido que según el *Índice de calidad de agua fluvial* (Manuel Poch. *Les qualitats de l'aigua*), el agua de los tramos del río analizados se puede utilizar para usos distintos. Según este índice el agua de la parte alta se puede utilizar para amplios usos con precauciones (potabilización con tratamientos intermedios, vida piscícola no tan exigente, algunas zonas de baño muy localizadas, regadíos no tan exigentes, usos industriales menos exigentes), y para usos restringidos (potabilización pero con tratamientos avanzados, posible vida piscícola de especies muy resistentes, regadío poco exigente, usos industriales poco exigentes), mientras que el agua de la parte media y baja sólo sirve para usos mínimos (cultivos poco exigentes o usos industriales poco exigentes). Aún así, es interesante destacar que en la parte media es donde se ha registrado un valor más elevado de fosfatos lo que sugiere una mayor

contaminación por agroquímicos a nivel subterráneo. Esta puede ser debida a que en esta zona se encuentra una alta presión antrópica y una elevada presencia de cultivos con agroquímicos. También puede ser causada por la presencia de materia orgánica procedente de las letrinas, pero debido a que los análisis químicos de determinación de la presencia de coliformes fecales son negativos en los tres tramos del río, se ha considerado que el efecto que pueden causar las letrinas es mínimo. Además, la baja densidad presente en la Microcuenca (37 hab/km²) evidencia la baja presión de las letrinas.

Así pues, las letrinas no parecen ser una causa de contaminación estricta en la Microcuenca. Además, puesto que el valor límite de la concentración de fosfatos de las aguas residuales según la Directiva europea EU 91/271/CEE es de entre 1ppm y 2ppm de fosfato, corrobora el hecho de que la mayor fuente de contaminación en la Microcuenca son los agroquímicos puesto que los valores registrados de este parámetro son muy bajos. Ahora bien, se observa una concentración menor de fosfatos en la parte baja que seguramente es causada por un efecto de dilución por la llegada de afluentes de partes más elevadas de la Microcuenca donde el uso del suelo es forestal.

El comportamiento de la temperatura sigue el mismo patrón que el de los fosfatos, aumenta en la parte media de la comunidad y disminuye en la parte baja, seguramente por el efecto de la dilución. Así pues, esto vuelve a indicar que la parte media de la Microcuenca es la más contaminada.

Lo que se puede extraer de los diferentes parámetros físicos es que la posible contaminación es causada por agroquímicos, y que la parte media de la Microcuenca es la más afectada. Estos resultados corresponden con el mapa de usos del suelo dado que en la parte media es donde la infiltración se da en un porcentaje elevado de zonas de cultivo aumentando así la vulnerabilidad de las fuentes de agua.

Resultados de las fuentes

Las fuentes de agua para consumo humano analizadas son:

Taula 14: Resultados de los parámetros físicoquímicos de calidad del agua de las fuentes de agua para consumo humano de las tres comunidades de la Microcuenca la Jabonera.

Fuente	Comunidad	Tipo de fuente	Parámetros Químicos						Parámetros Físicos			
			Alcalinidad (mg CaCO ₃)	Cloruros (mg cloruro/L)	Fosfatos (mg/L)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Salinidad (g/kg)	Coliformes fecales	Conductividad (microS/cm)	PH	Sólidos Totales (ppm)	Temperatura (°C)
A009	Almaciguera	Pila de Captación	28	25	0,6	7,5	2	NO	71,2	5,78	43,1	21
A026		Puesto de agua	24	30	0,36	2,5	2	NO	70	5,7	44,2	22
A029		Pozo	15	40	0,5	6,7	1,2	NO	53,6	6,13	34,8	18,2
D033	Despoblado	Pila de Captación	120	39	0,5	8,5	0,8	NO	-	-	-	-
D032		Pila de Captación	105	30	1,6	2	1,6	NO	195,7	6,95	32	21,7
D022		Puesto de agua	114	17	0,7	7	1,6	NO	152,9	7,05	109	21,6
D017		Puesto de agua	105	15	2	2	2	NO	170,1	7,2	119	21,3
D016		Puesto de agua	50	350	1,5	8,3	1,6	NO	163,9	6,87	117	20
E026	Estanzuela	Pila de Captación	36	20	-	13	1,2	NO	-	-	-	-
E051		Puesto de agua	30	30	0,3	6	-	NO	75,1	7,55	47,6	21,6
E055		Pozo	108	25	0,6	3,95	4	NO	161,3	6,2	112	26,4
E010		Puesto de agua	120	600	1,3	6,5	1,6	NO	187,5	6,94	129	22,3

Normas CAPRE	Valor Recomendado	0 - 300	25	0 - 5	> 2**	400	1000	18 - 30*
	Valor Máximo admisible							
Kit Test HANNA								
OMS								

*La temperatura ambiente media anual en la zona de estudio La Jabonera, varía entre 20 y 22 °C.

** Normalmente el agua superficial de buena calidad presenta una concentración de oxígeno disuelto de 7-8mg/L pero es un parámetro muy variante según las condiciones naturales del lugar. En las aguas subterráneas esta concentración es menor pudiendo llegar incluso a valores inferiores a 1mg/L. (Poch, 1999)

Font: Elaboración propia a partir de los análisis realizados por los proyectistas en diciembre del 2010.

Por tal de interpretar los resultados, cabe señalar que algunas de las fuentes evaluadas forman parte de un mismo sistema de abastecimiento. Así pues, en la comunidad de la Almaciguera las fuentes A009 y A026 vienen del mismo ojo de agua y por lo tanto deberían presentar unos valores parecidos. Por otro lado la fuente A029 pertenece a otro ojo de agua. En el caso del Despoblado, las fuentes D032, D022, D017 y D016 pertenecen al mismo ojo de agua que abastece a toda la comunidad y parte de la comunidad de la Estanzuela, mientras que la fuente D033 proviene de un ojo de agua que abastece la comunidad de los Plancitos, situada a las afueras de la Microcuenca. En el caso de la Estanzuela, la fuente E010 proviene del mismo ojo de agua que las otras fuentes del Despoblado, siguiendo las canalizaciones a lo largo del río Estelí. En cambio la fuente E051 y E026 pertenecen a un ojo de agua que abastece una parte de la comunidad, cerca de la quebrada de la Jabonera, por lo que se obtienen valores diferentes que el resto de fuentes. Por último, la fuente E055 se abastece de otra zona situada cerca de la quebrada de la jabonera, reflejando resultados también distintos.

En la comunidad de la Almaciguera se observa una pequeña diferencia entre las fuentes que provienen de distintos ojos de agua. Las fuentes A009 y A026 se ve claramente que tienen un agua con unas características muy similares al agua de lluvia: pH próximo a 5'6, conductividad muy baja y temperatura similar a la temperatura ambiente. El pH es ligeramente más básico lo que podría indicar que en la infiltración del agua ha podido reaccionar con bicarbonatos presentes en el suelo.

En el Despoblado en todas las fuentes evaluadas se observa que la conductividad, la concentración de fosfatos y el pH son de los más elevados de toda la Microcuenca. Esto indicaría que hay un tiempo de tránsito mayor y que además la contaminación por agroquímicos es más pronunciada, hecho que se corresponde con los resultados de los análisis de la parte media del río. Un hecho a destacar es el valor de la concentración de cloro obtenido siendo de 350mg de cloruro/L. Esto es un claro indicador de la mala gestión de la cloración del agua por parte de los habitantes de las comunidades.

Además, en las conversaciones informales con los habitantes se ha podido apreciar el poco conocimiento en temas de saneamiento.

Por último, respecto la comunidad de la Estanzuela se sigue observando el mismo patrón. En las tres fuentes E051, E055 y E010 la conductividad es baja, el pH ligeramente básico seguramente por efectos del bicarbonato, los fosfatos en baja concentración y la temperatura próxima a la Temperatura ambiente. La temperatura de la fuente E055 es más elevada de lo esperado, esta fuente proviene de otra fuente de agua y puede ser la causa de este resultado, o sino un error experimental . Otro dato a destacar es la elevada concentración de cloruros de la fuente E010, 600 mg/L. Este último dato es otra evidencia de la mala gestión del saneamiento de las fuentes de agua de la Microcuenca; además esta fuente proviene de la misma pila que la fuente D016 dónde también se han detectado valores muy elevados de cloro. En esta misma fuente, se observa una concentración de fosfato también bastante elevada. Este último puesto (E010) como ya se ha dicho corresponde a un puesto de agua privado que proviene de la pila de captación del Despoblado, así pues queda justificada la concentración de fosfatos. Las fuentes E051 i E055 provienen de las infiltraciones de la parte más occidental de la Microcuenca dónde la presión antrópica es menor.

En aguas subterráneas es normal encontrar concentraciones de oxígeno disuelto inferiores a 7 – 8 mg/L e incluso inferiores a 1 mg/L. Dado que los análisis se han realizado en la época de lluvias, en las pilas de captación el agua esta en continuo movimiento oxigenándose de manera rápida. Por tanto, los resultados podrían verse influenciados por este factor y no indicarían la concentración de oxígeno disuelto en condiciones normales. Así, este hecho explicaría a su vez la variación de concentración de oxígeno disuelto en fuentes relativamente cercanas.

En general comparando las tres comunidades, se ha observado que en la Almaciguera la concentración de fosfatos es menor que en el resto de

comunidades, siguiendo el patrón que se observa en el tramo de parte alta del río, y que por lo tanto indican menor contaminación por agroquímicos. A continuación se exponen algunas imágenes de la realización de los análisis:



Figura 32: Realización de análisis
Fuente: Elaboración propia



Figura 33: Realización de análisis
Fuente: Elaboración propia

Mapa fuentes analizadas en los usos del suelo

En el siguiente mapa que se ha elaborado se puede observar la localización de todos los puntos de agua analizados, superpuestos en la capa de usos del suelo de la Microcuenca.

Se puede observar que de los puntos analizados, los que están situados en las comunidades del Despoblado y de la Estanzuela se localizan sobre áreas de cultivo y ganadería por lo que su calidad podrá verse afectada por agroquímicos y corrales. En cambio, en la comunidad de la Almaciguera se localizan sobre áreas más forestales, por lo que su calidad debería ser mejor.

Es importante destacar que para una buena interpretación de los resultados de calidad del agua, es necesario un monitoreo de los parámetros de calidad a lo largo del tiempo. Cabe señalar que la OMS ha hecho una propuesta de monitoreo de la calidad del agua al que se deben regir los espacios donde se llevan a cabo actividades de manejo del agua (Anexo 7), y ENACAL tiene la competencia en Nicaragua. En el caso del área de estudio, la Microcuenca la Jabonera, dicho monitoreo se encuentra en un estado de buenas

intenciones no ejecutadas, y esta realidad es parte de la justificación de la importancia del presente estudio.

Localización de las fuentes de agua evaluadas

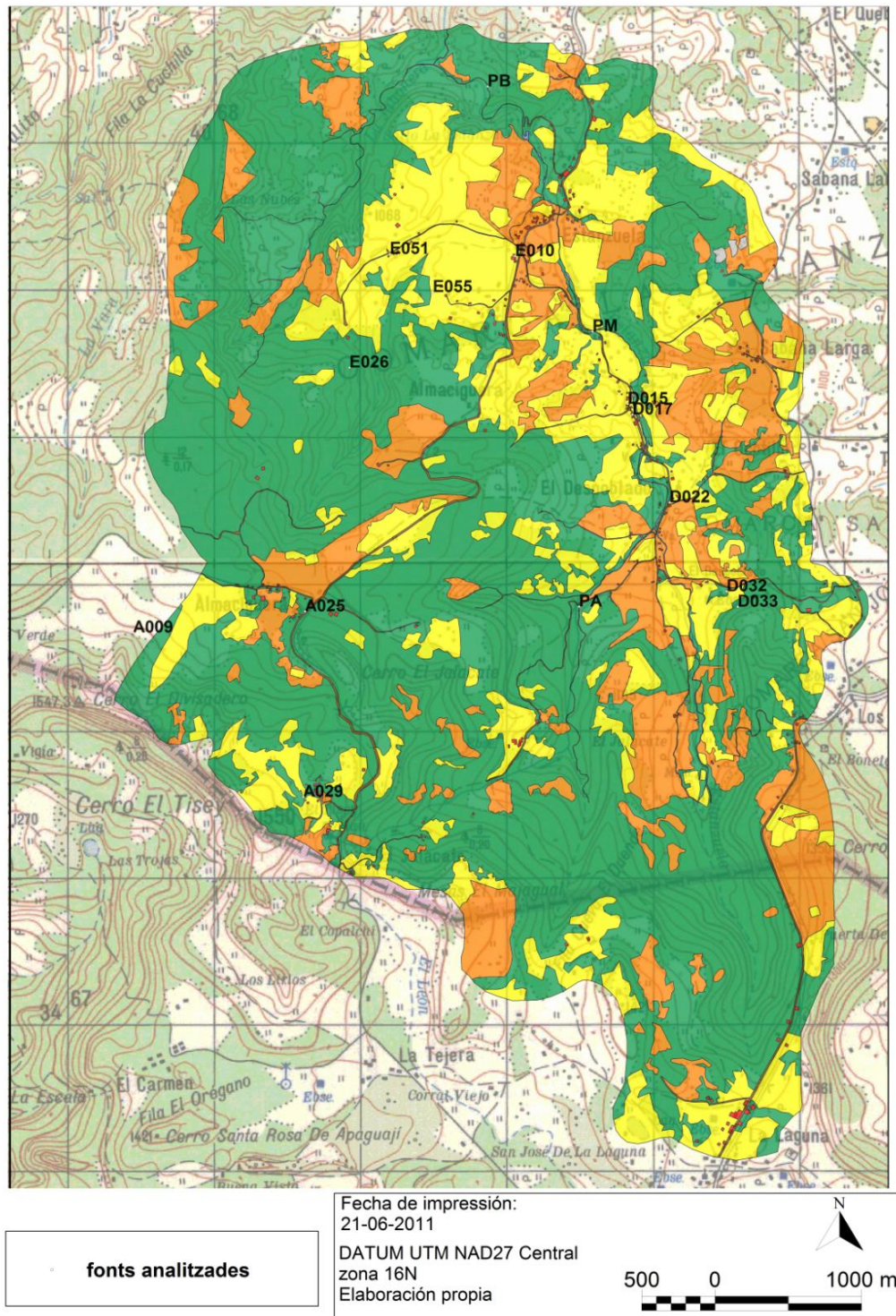


Figura 34: Mapa de usos del suelo con la localización de las fuentes analizadas.

Fuente: Elaboración propia a partir de información extraída en campo.

7.2.3 Determinar la disponibilidad de agua para consumo humano

En la determinación de la disponibilidad de agua para consumo humano se han tenido en cuenta dos factores. Por un lado la cantidad de agua que surge de cada fuente natural georeferenciada (ojo de agua) disponible para el consumo humano, y por otro el sistema de abastecimiento que distribuye el agua en la Microcuenca.

Cantidad de agua

Se ha realizado el aforo de una pila de captación, concretamente una de las que abastece la comunidad de la Estanzuela (E026) con la finalidad de conocer la cantidad de agua disponible para la población. Esta pila se ha seleccionado por motivos de accesibilidad y de facilidad en la logística con el Comité de Aguas de esta comunidad. Cabe añadir que esta pila no se seca durante los meses de verano, por lo que es interesante estudiarla. Las dimensiones medidas en la pila de captación aforada son 2 metros de ancho por 2 metros de largo y 1,52 metros de alto. Estas medidas dan un volumen de 6080 litros.

Se han realizado tres mediciones de aforo para verificar los resultados del caudal de la fuente, y el tiempo observado son 34 segundos en dos mediciones y 33 segundos en la tercera. Utilizando el volumen del recipiente de medición y el tiempo de llenado de éste, se obtiene el caudal de agua que entra en la pila de captación, que es de 35,29 litros/minuto (9,32 galones/minuto). El resultado en horas es de **2117,65 litros/hora**.

Los habitantes que se abastecen de la pila de captación de la Estanzuela consumen 2 galones/día. Asumiendo que de esta pila se abastecen unas 120 personas, esto supone un consumo total aproximado de 240 galones/día. Dado el aforo de 582 galones/día (9,32 galones/minuto) se puede decir que de momento habrá agua suficiente para abastecer a la población que depende de la pila.

No se han podido aforar más pilas de captación debido a problemas logísticos con los CAPS de las otras comunidades por lo que se han tenido que buscar alternativas para aproximar la cantidad de agua disponible para el consumo de los pobladores de la Microcuenca.

Para determinar la cantidad de agua disponible en la Microcuenca, se han realizado cálculos aproximados a partir del caudal anual conocido de la pila de la Estanzuela (E026), la precipitación anual registrada en la Microcuenca y las áreas de recarga de los ojos de agua. A continuación se explica la metodología empleada:

En primer lugar, dada la estacionalidad de los climas tropicales, el caudal medido a finales de octubre no es representativo de todo el año. Por eso se ha tenido que aplicar un factor de corrección sabiendo que esta pila disminuye considerablemente su caudal durante la época seca aunque nunca llega a secarse. Así pues se ha considerado un caudal medio del 70% respecto el medido. Aún así, hay que tener en cuenta que el año 2010 se han registrado unas lluvias de hasta 4 veces mayores a las de un año normal, por lo que esta medición no es representativa para otros años. El valor resultante de la corrección del caudal medido anual es de **12.985,41 m³/año**.

En segundo lugar, la precipitación anual medida el año 2010 es de 1.938,70 mm/año. Debido a las condiciones geológicas y litológicas de la Microcuenca con materiales poco porosos que limitan la infiltración, se ha considerado que solo es el 10% del agua de lluvia acaba infiltrándose en el subsuelo. Así pues, la infiltración ha sido de **193,87 mm/año**.

Y por último, a partir de estos dos valores se ha calculado el área de recarga del ojo de agua obteniendo un valor de **66.980 m²**.

Para conocer el caudal de fuentes que no han sido aforadas, es necesario conocer el área de recarga de cada ojo de agua ya que la precipitación se

considera constante en toda la Microcuenca. Por eso se ha elaborado un mapa de áreas de recarga de los ojos de agua a partir del mapa topográfico de la Microcuenca. Estas áreas representan una situación ideal del 100% de infiltración. Dado que no es así en esta Microcuenca, en el caso de la fuente evaluada (E026) se ha comparado el valor obtenido a partir del mapa (169.23 m^2) y el obtenido a partir del aforo, y la diferencia observada es del 33% de superficie.

A continuación se presenta el mapa elaborado donde se reflejan las áreas de recarga de cada nacimiento. Mayoritariamente los nacientes están situados en las partes más altas de la Microcuenca, sobretodo en la comunidad de la Almaciguera, y también en las zonas cercanas al parteaguas en las comunidades del Despoblado y la Estanzuela.

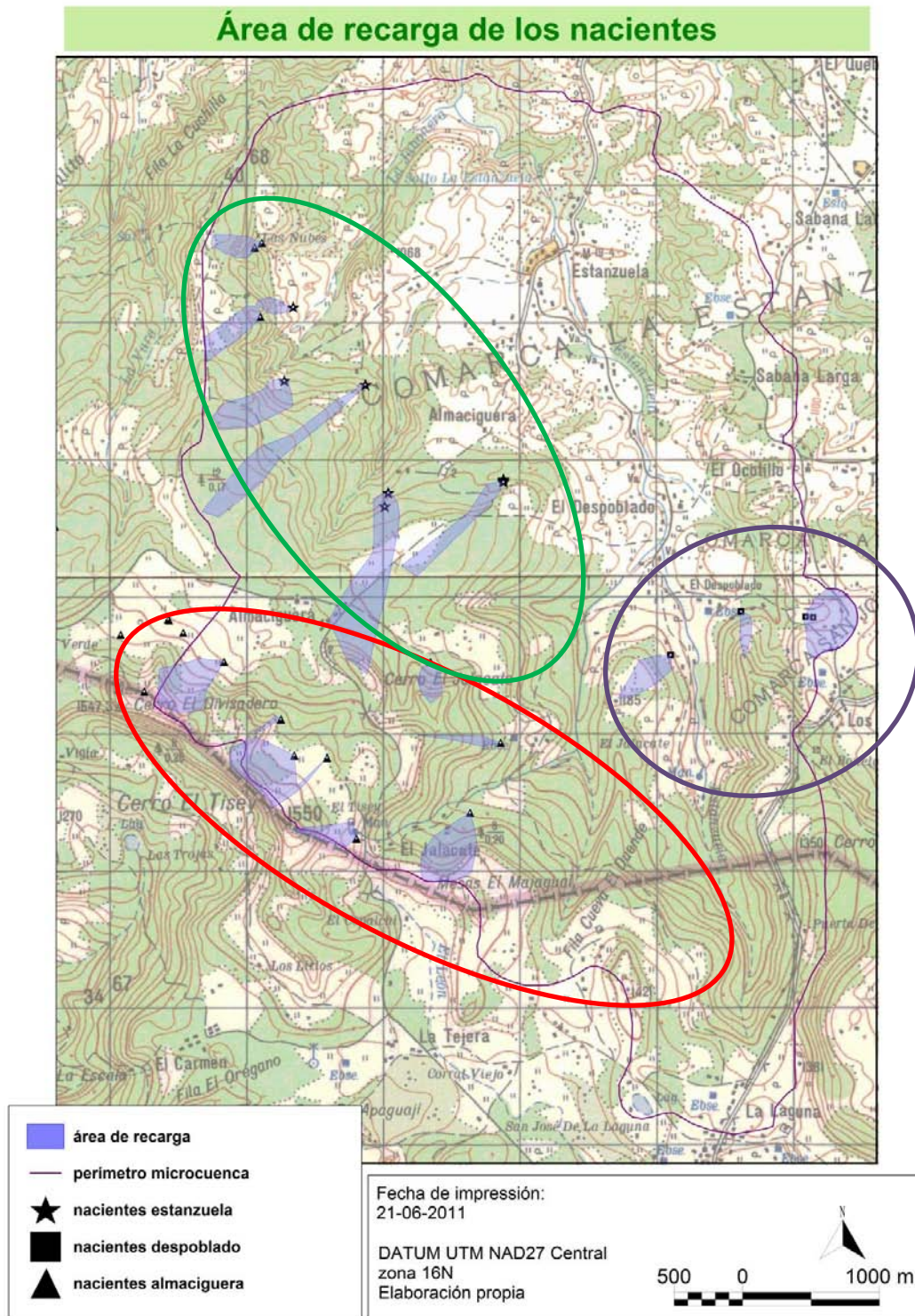


Figura 35: Mapa de las áreas de recarga de los nacientes de la Microcuenca. Fuente: Elaboración propia a partir de la localización de los ojos de agua de la Microcuenca y del mapa topográfico.

○ Almaciguera;
 ○ Estanzuela;
 ○ Despoblado.

A partir del mapa de áreas de recarga se obtienen el resto de áreas utilizando la herramienta SIG. Y, a partir de la diferencia del 33% encontrada entre la infiltración ideal y la real, se puede calcular la infiltración real de los otros ojos de agua. Por tanto, a partir de la precipitación se puede calcular el caudal anual de cada fuente obteniendo así la cantidad de agua disponible para los pobladores de cada ojo de agua. Los resultados por comunidad a partir de la aproximación a la infiltración real son:

Estanzuela: 266.677,72 m²

Despoblado: 73.855,65 m²

Almaciguera: 188.448,72 m²

Superficie aproximada de recarga de agua de la Microcuenca: 521.982,09 m²

El caudal total aproximado disponible para la totalidad de los habitantes de la Microcuenca es de 101.196,67 m³/año, que son **281 L*persona*día**.

Es importante aclarar que este valor se refiere a la cantidad de agua de los 18 nacientes georreferenciados en la Microcuenca, pero en pocos casos hay un sistema de captación de agua conectado a un sistema de distribución. Este resultado de disponibilidad de agua para la población en época de lluvias es considerablemente elevado. Pero dado que solo una fracción pequeña de ojos de agua están conectados a sistemas de abastecimiento, es probable, y así lo corroboran los habitantes de la zona, que durante la época seca este recurso escasea.

Por último, hay que tener en cuenta que esta metodología es una aproximación orientativa de los caudales anuales de los ojos de agua. Además, cabe destacar que el año 2010 ha sido un año muy lluvioso (ha llovido hasta cuatro veces más que la media anual de otros años), por lo que los resultados del aforo pierden representatividad, y resultan magnificados.

Por otro lado, en el mapa de áreas de recarga se puede observar que todos los nacientes tienen un área relativamente local, es decir, que la superficie de captación del agua no es demasiado extensa. Esto quiere decir que son

fuentes bastante vulnerables que se ven afectadas por pequeñas alteraciones en su entorno. Así pues la captación de agua mediante las infraestructuras que se construyen debería localizarse en aquellos nacientes que tengan un área de recarga mayor y que por lo tanto aporten mayor cantidad de agua y que sobretodo no se sequen durante los meses de estiaje. Además, también se debe tener en cuenta el uso del suelo que hay en la zona de recarga, ya que por mucha superficie que se tenga, si por ejemplo está situada mayoritariamente sobre áreas de cultivo con agroquímicos, la calidad del agua captada podrá verse condicionada. Por último, cabe añadir que el hecho de que las áreas de recarga sean locales muestran un corto espacio recorrido del agua y esto, junto a la rápida velocidad de circulación del agua a través de las fracturas explica el breve tiempo de tránsito reflejado en los análisis fisicoquímicos.

Sistemas de abastecimiento

El sistema de abastecimiento de la Microcuenca se ha determinado a partir de la observación directa de las fuentes de agua y mediante los resultados de las encuestas realizadas a los pobladores de las comunidades.

Observación proyectistas

En lo referente a la observación directa mediante la ficha de campo 2, se han obtenido los siguientes resultados:

Tabla 15: Sistema de abastecimiento de las viviendas de la Microcuenca La Jabonera

	Almaciguera	Estanzuela	Despoblado
Miniacueducto por bombeo eléctrico	2	3	1
Miniacueducto por gravedad	20	25	15
Pozo	7	10	6
Total	29	38	22

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados extraídos de la fichas de campo 2.

El sistema de distribución de agua en la Microcuenca incluye infraestructuras de tipo convencional y no convencional. En las tres comunidades coincide

que el sistema de distribución más utilizado es el miniacueducto por gravedad (Anexo 8), sistema de tipo convencional muy utilizado en las zonas rurales, y que representa el 69% en la Almaciguera, 69% en el Despoblado y 66% en la Estanzuela del total de los sistemas de abastecimiento que se dan en la Microcuenca. El segundo sistema más utilizado es el pozo (Anexo 8), siendo en este caso de tipo no convencional, y que representa un 24% en la Almaciguera, 27% en el Despoblado y 26% en la Estanzuela. El miniacueducto por bombeo eléctrico (Anexo 8) se utiliza en pocos casos puesto que requiere mayor inversión económica para realizar la construcción de la infraestructura e instalación de las bombas, y no todos los pobladores tienen el capital necesario para llevar a cabo la obra.

El hecho de que el sistema de miniacueducto por gravedad sea el más utilizado se da por sus características: son sistemas con un funcionamiento simple aunque requieren un mantenimiento mínimo para garantizarlo, como es revisar periódicamente la infraestructura y canalizaciones y mantenerla en condiciones óptimas. Pero sobretodo, en la elección de este sistema influye la situación económica dado que este sistema tiene un coste de inversión y mantenimiento bajo. Además, no presentan casi contaminación. A todo esto, añadir que dado que el pendiente de la Microcuenca es fuerte (22,7% de pendiente promedio), la utilización de este sistema para hacer llegar el agua a las partes más bajas se ve favorecida.

Percepción población

Según la interpretación de las encuestas se ha obtenido información sobre dos aspectos: por un lado sobre los sistemas de abastecimiento, y por otro la forma de almacenamiento del agua que utilizan los habitantes de las comunidades. Así pues, las preguntas de la encuesta son:

P1: ¿Cómo se distribuye el agua de la fuente hasta la vivienda?

P2: ¿Dónde se almacena el agua en las viviendas de las comunidades?

Y los resultados obtenidos en cada comunidad son:

Tabla 16: Sistema de abastecimiento de las viviendas de la Microcuenca La Jabonera.

		Almaciguera	Despoblado	Estanzuela
P1	Mini acueducto por gravedad	10	18	34
	Mini acueducto por bombeo eléctrico	0	2	1
	Acarreo	10	17	13
	Pozo	0	2	3
P2	Botellas	4	9	15
	Tinajas	4	3	9
	Baldes	5	25	24
	Pilas	2	2	4
	Barriles	4	5	24
Nº de familias encuestadas		21	43	57

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados extraídos de las encuestas.

En relación a la P1, los encuestados de la Almaciguera coinciden por igual en que los métodos más utilizados son el miniacueducto por gravedad y el acarreo, representando un 47% en cada caso. En el Despoblado la situación es similar ya que el 42% de los encuestados se abastece de un sistema de distribución de miniacueducto por gravedad y un 40% por acarreo. Y por último, en el caso de la Estanzuela, pese a que los dos métodos más utilizados son los mismos que en las otras comunidades, pero el miniacueducto por gravedad prevalece con un 60% por encima del 23% que representa el acarreo.

En relación a la P2, en la comunidad de la Almaciguera se han obtenido pocas respuestas por lo que no se puede definir con claridad cuál es el método que más utilizan para almacenar el agua en sus casas. En el Despoblado en cambio se observa claramente que el balde es el recipiente más usado prevaleciendo por encima de otros. En la Estanzuela se da una preferencia más marcada hacia los baldes y los barriles, aunque también se utilizan recipientes de menor tamaño como botellas.

Por último, cabe añadir que también consideran el acarreo como sistema de abastecimiento al que se le da mucha importancia y esto es porque gran parte de los pobladores no tienen las canalizaciones hasta sus viviendas y

por lo tanto se desplazan a buscar el agua a los puestos comunales. En la Almaciguera al ser una comunidad tan dispersa las canalizaciones no llegan a todas partes, y la gente se desplaza a los puestos más cercanos a recoger agua. En el Despoblado, pese a estar más concentrado, siguen habiendo algunas viviendas alejadas de las canalizaciones y por lo tanto también se sirven del acarreo para ir a buscar agua. En la Estanzuela es donde se da en menor medida ya que la población esta más concentrada pero debido a que se han construido canalizaciones hacia las viviendas, el caudal de agua que baja desde la pila de captación pierde fuerza al repartirse en diferentes canales y no en un único solo. Así pues, en las casas de la parte más baja de la Microcuenca a veces no llega el agua, y por lo tanto deben caminar a buscarla allá donde si llega. Así la acción de acarreo forma la última parte del sistema de abastecimiento por lo que la percepción de la población es que el acarreo se acaba dando en gran medida.

A continuación se añaden algunas imágenes sobre sistemas de abastecimiento en la Microcuenca:



Figura 36: Miniacueducto por bombeo eléctrico

Fuente: Elaboración propia



Figura 37: Pila de abastecimiento

Fuente: Elaboración propia



Figura 38: Pila de captación

Fuente: Elaboración propia

7.2.4 Describir el estado de protección y conservación de las fuentes

Los datos referentes a la protección y conservación de las fuentes se han extraído mediante la observación directa en campo utilizando la *ficha de campo 2 (Anexo 2)* y mediante la opinión de los pobladores de las comunidades a través de las encuestas (*Anexo 4*).

Observación proyectistas

Mediante la observación en campo siguiendo la *ficha 2* se ha obtenido lo siguiente:

Tabla 17: Estado de protección de las fuentes de agua de la comunidad de la Almaciguera.

Tipo de fuente	N fuentes identificadas	N fuentes evaluadas	Tipo de protección
Puesto de agua	7	4	Cobertura vegetal I
			Cerca + conservación del suelo III
Pozo	8	4	Cerca IIII
Ojo de agua	24	8	Cobertura vegetal III
			Cerca III
			Muro retención II
Pila de captación	8	3	Cerca I
			Limpieza I
			Conservación de suelo I

Fuente: Elaboración propia a partir los resultados extraídos la *ficha de campo 2*.

Los resultados en la comunidad de la Almaciguera expresan que el tipo de protección de las fuentes de agua más usado es el cercado, ya que un 58% de las fuentes evaluadas utilizan este tipo de protección. Concretamente en los pozos evaluados, es el único método utilizado. El siguiente tipo de protección más utilizado son las obras de conservación de suelo, con un 36%, como por ejemplo los muros de retención de los ojos de agua o el cemento de los puestos de agua. El tercer tipo de protección es la cobertura vegetal, representando un 21% de las fuentes evaluadas.

Tabla 18: Estado de protección de las fuentes de agua de la comunidad del Despoblado.

Tipo de fuente	N fuentes identificadas	N fuentes evaluadas	Tipo de protección
Puesto de agua	24	15	Cercas + cobertura vegetal II
			Cobertura vegetal I
			Limpieza III
			Cercas I
			Cercas + limpieza VI
			Rótulos + limpieza I
			Rótulos + cercas + limpieza I
Pozo	6	1	Limpieza I
Ojo de agua	4	1	conservación de suelo I
Pila captación	4	1	Limpieza con cloro

Fuente: Elaboración propia a partir los resultados extraídos la *ficha de campo 2*.

En la comunidad del Despoblado los resultados muestran que el tipo de protección más utilizado, un 72% de las fuentes evaluadas, es la limpieza de la fuente como por ejemplo mediante la cloración. El siguiente tipo más utilizado son las cercas, en un 56% de los casos, que se colocan alrededor de la fuente para evitar el acceso de los animales. El resto de tipos de protección encontrados en otras comunidades se utilizan poco en el Despoblado.

Tabla 19: Estado de protección de las fuentes de agua de la comunidad del Estanzuela.

Tipo de fuente	N fuentes identificadas	N fuentes evaluadas	Tipo de protección
Puesto de agua	12	8	Cercas VI
			Cobertura vegetal II
Pozo	10	5	Tapadera I
			Cobertura vegetal I
			Cercas I
Ojo de agua	8	5	Cobertura vegetal V
Pila captación	6	3	Cercas + cobertura vegetal III

Fuente: Elaboración propia a partir los resultados extraídos la *ficha de campo 2*.

En la comunidad de la Estanzuela el tipo de protección más utilizado es la cobertura vegetal que representa un 52% de las fuentes evaluadas. El segundo tipo de protección más frecuente son las cercas, con un 48% de representatividad. Hay algún otro tipo de protección que únicamente se encuentra de manera puntual.

Cabe señalar los tipos de protección de las fuentes de agua de la Microcuenca, cumple lo que aconseja la Ley de aguas Nacionales n. 620. (Anexo 10)

Percepción población

A partir de las encuestas se ha obtenido la siguiente información sobre la percepción de la población en tema de protección de las fuentes.

Las preguntas de las encuestas referentes al tema de protección y conservación de las fuentes son:

P1: ¿Qué acciones se llevan a cabo para proteger las fuentes de agua?

P2: ¿Qué tipo de protección se usa en las fuentes de agua?

P3: ¿Cuál es el mantenimiento que aplican a las fuentes de agua?

Tabla 20: Estado de protección de las fuentes de agua de la Microcuenca La Jabonera.

		Almaciguera	Despoblado	Estanzuela
P1	Conservar	5	5	9
	Reforestar	3	20	22
	Limpiar	1	6	6
	No contaminar	1	5	6
P2	Cercas	13	35	41
	Rótulos	7	7	6
	Cobertura vegetal	16	19	32
	Conservación del suelo	14	2	7
P3	Limpiar la fuente	17	37	39
	Clorar el agua	15	33	37
	Filtrar el agua	10	12	13
	Tapar los pozos	11	27	33
	Reparar infraestructura	12	24	22
Nº de familias encuestadas		21	43	57

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados extraídos de las encuestas.

Respecto a la **P2**, en la comunidad de la Almaciguera si se contraponen estos resultados con los obtenidos en las observaciones en campo la conclusión es diferente. La percepción de la población es que la cobertura vegetal es el método más usado para proteger las fuentes de agua suponiendo un 32% de las fuentes evaluadas; mientras que las cercas ocupan el tercer tipo de protección más utilizado, siendo un 26 % de las fuentes evaluadas. En el Despoblado, se puede decir que para los pobladores el tipo de protección más utilizado son las cercas, en un 56%, con lo que se puede afirmar que la percepción de la población se corresponde con lo observado por los proyectistas. Lo que se diferencia más es el hecho de que para los pobladores, la cobertura vegetal es el siguiente

tipo de protección más utilizado pero en cambio observando las fuentes de agua se ha comprobado que no es así, ya que solamente se da en el 2% de las fuentes evaluadas. Y lo mismo sucede con los rótulos en las fuentes ya que la percepción de la población es que están presentes pero observando en campo se ha visto lo contrario, que únicamente se encuentran en un 1% de las fuentes. Por último, en la Estanzuela se puede afirmar que la percepción de los pobladores es similar a lo observado por los proyectistas ya que en ambos casos los dos tipos de protección más frecuentes coinciden pero con el orden intercambiado. El 48% de los pobladores valoran que el tipo de protección más frecuente son las cercas, y el segundo con un 37% corresponde a la cobertura vegetal.

Las preguntas **P1** y **P3** son sobre actitudes de los pobladores relacionadas con la protección y conservación de las fuentes.

En la comunidad de la Almaciguera las acciones para proteger las fuentes más utilizadas son en primer lugar la conservación de la biodiversidad y en segundo la reforestación cuando es necesaria. Respecto al mantenimiento que se lleva a cabo la comunidad destaca la limpieza de la infraestructura y la cloración del agua.

En el Despoblado la acción claramente más utilizada para proteger las fuentes de agua es la reforestación. Limpiar y conservar los bosques también se lleva a cabo pero de una forma menos frecuente. El mantenimiento que se realiza principalmente es limpiar la infraestructura y clorar el agua, pero también se intenta proteger algunas fuentes de posibles deposiciones de contaminantes, como es el caso de los pozos.

En la comunidad de la Estanzuela la acción que más se realiza es sobre todo la reforestación, y otras acciones como la limpieza o actuar para conservar los bosques se realizan en menor medida. Como en las otras dos comunidades, el mantenimiento que se aplica es la cloración del agua y la limpieza de las fuentes, aunque también se realizan actuaciones para reparar las infraestructuras cuando es necesario.

Un último punto a añadir es el punto de vista de la OMS ya que recomienda la cloración del agua aunque ésta sea de buena calidad, con el propósito de prevenir la contaminación en la red de distribución y reducir las posibilidades de contaminación en los reservorios intra domiciliarios (Guía de orientación en Saneamiento Básico).

Por último se muestran algunas fotografías de tipos de protección en las fuentes:



Figura 39: Cobertura vegetal de un ojo de agua.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 40: Cercas de un puesto de agua.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 41: Pozos tapados.

Fuente: Elaboración propia.

8 Conclusiones

Las conclusiones del presente análisis figuran en la lista siguiente:

- El perímetro que se ha delimitado para la Microcuenca La Jabonera presenta una forma redondeada con un contorno muy regular. Se trata de un gran elipsoide de 2657,2 ha. sesgado en su lado sur oeste.
- Las variables morfométricas referidas a la forma de la Microcuenca denotan que la cuenca tiende a ser más bien compacta, con una tendencia moderada a las crecidas durante los períodos de tormenta.
- El estudio del contorno conduce hacia la misma dirección y señala una forma oval-redonda que se corresponde con una tendencia media a las crecidas.
- El fuerte pendiente promedio de la Microcuenca (22%) conlleva una escorrentía veloz así como una respuesta rápida por parte de los hidrogramas, que tienden a incrementar los caudales punta.
- La variación en la relación de bifurcación indica que no se trata de una cuenca madura, y como consecuencia, seguirá actuando la erosión e irán apareciendo nuevos cauces a lo largo del tiempo.
- Las características poco permeables de los materiales geológicos agudizan el comportamiento de la Microcuenca propenso a las crecidas e inundaciones debido a la poca infiltración del agua.
- La mayor parte del agua precipitada se pierde rápidamente por escorrentía superficial y se producen períodos de déficit hídrico severo durante la estación seca.
- Durante la estación seca desaparecen gran cantidad de cauces que renacen con la llegada de las precipitaciones abundantes propias de la época de lluvias.

- La recarga del acuífero y el nacimiento de fuentes u ojos de agua se debe a un cierto grado de permeabilidad secundaria gracias a la existencia de fracturas o diaclasas.
- La rápida velocidad de circulación del agua a través de las fracturas junto con el corto espacio recorrido del agua debido al pequeño tamaño de las áreas de recarga delimitadas, explican el breve tiempo de tránsito reflejado en los análisis fisicoquímicos del agua.
- La calidad de los servicios de sanidad y educación es muy deficiente, hecho que provoca una dependencia de los servicios ofrecidos en la ciudad cercana de Estelí.
- Las vías de comunicación se encuentran en mal estado y el transporte privado es minoritario. El mal funcionamiento del transporte público, irregular e inseguro, agrava aún más esta situación.
- La mayor parte de las familias encuestadas destina la totalidad de la producción agrícola y ganadera al autoconsumo mientras que solo un tercio comercializa los productos en caso de la existencia de excedentes.
- Los productos que se comercializan principalmente son el maíz, el frijol, la patata, el repollo, la lechuga y la manzanilla, y se comercializan básicamente en el mercado local o nacional.
- La inestabilidad de la producción debido a los factores climáticos es una de las principales causas de la ausencia de excedentes y del bajo poder adquisitivo de la población.
- La utilización generalizada de leña como combustible para las cocinas constituye una elevada presión sobre la masa forestal de la zona, que actualmente se encuentra reducida al 53% de la superficie de la Microcuenca.

- Debido a la escasez de cobertura vegetal compacta y a la elevada presión agraria y ganadera se pueden presentar altos niveles de erosión del suelo.
- El mapa de usos del suelo denota una fuerte presión agrícola y ganadera siendo el 39% de la superficie.
- La agricultura ocupa un 23% de la superficie (612,58 ha) y un 83% de ésta es agricultura convencional. Los agroquímicos utilizados suponen la principal causa de contaminación de suelos y aguas subterráneas en la Microcuenca.
- Cabe destacar la presencia muy minoritaria (8%) pero creciente de la agricultura ecológica.
- Generalmente, las familias trabajan la tierra contigua al hogar de manera que los campos y pastos se sitúan alrededor de las viviendas, que, a su vez, se sitúan mayoritariamente cerca de los cursos fluviales. De este modo constituyen focos potenciales de contaminación debido al uso de agroquímicos.
- La superficie agropecuaria es mayor en el Despoblado, seguido de la Estanzuela y la Almaciguera, que es la que presenta mayor superficie forestal. El uso de agroquímicos es proporcional a la superficie agrícola y este hecho se refleja en la variación de la calidad del agua obtenida en los análisis fisicoquímicos.
- Concretamente, los ojos de agua se localizan mayoritariamente en las áreas forestales en las comunidades de la Almaciguera y la Estanzuela, mientras que en el Despoblado se encuentran en áreas agropecuarias, hecho que explica la peor calidad del agua evaluada en esta comunidad.
- La percepción social del grado de contaminación es mayor en la comunidad del Despoblado seguida de la Estanzuela y la Almaciguera, hecho que concuerda con los resultados obtenidos en los análisis fisicoquímicos.

- La inexistencia de sistemas de recogida de basura conlleva un tratamiento inadecuado de los residuos que terminan quemados o abandonados, contribuyendo así a la contaminación de suelos y aguas.
- Se han inventariado 83 fuentes de agua para consumo humano, de las cuales el 47% se encuentran en la Almaciguera, el 17% en el Despoblado y el 36% en la Estanzuela. La fuente más común en la Almaciguera son los ojos de agua, siendo el 61,5%; en el Despoblado mayoritariamente son pozos siendo un 42,9%; y en la Estanzuela son los puestos de agua con un 40%.
- La cantidad de agua disponible en la Microcuenca es suficiente para abastecer a toda la población. El hecho de que en épocas de sequía escasee el agua es debido a problemas en la gestión de los sistemas de abastecimiento.
- El miniacueducto por gravedad es el sistema de abastecimiento más utilizado en las tres comunidades ya que es el más asequible en cuanto a coste y mantenimiento, y se adecua a las características morfológicas de la Microcuenca.
- Predominan las barreras vivas (cobertura vegetal) para las fuentes de agua naturales, mientras que en las fuentes construidas por los habitantes la protección es de carácter artificial (cercas y obras de conservación de suelo).
- El tipo de mantenimiento que se da a las fuentes de agua, limpieza y cloración, está condicionado por el contexto socioeconómico de la Microcuenca, ya que se llevan a cabo las acciones más sencillas y económicas.

Dado que nos encontramos en una zona con un alto potencial natural y una elevada presión antrópica es necesario avanzar hacia una gestión integrada del espacio para congeniar la buena calidad ambiental con un desarrollo socioambiental sostenible de la Microcuenca.

9 Propuestas de mejora

A partir de las conclusiones extraídas del presente estudio, se recoge un listado de propuestas de mejora en diferentes ámbitos.

A nivel de saneamiento:

- Estudiar la viabilidad de implementación de algún sistema de gestión de residuos, y en caso que ésta sea positiva, educar e incentivar a la población para conseguir un cambio de los hábitos en este sentido.
- Estudiar opciones tecnológicas de tratamiento y reutilización de aguas residuales que no requieran un sistema de alcantarillado, una opción inviable debido a la dispersión de la población y a la complejidad de las obras de canalización.
- Aplicar medidas de higiene y saneamiento en el núcleo familiar que eviten la contaminación del agua en su manipulación.

A nivel social:

- Asesorar y fortalecer los CAPS de cada comunidad para garantizar el conocimiento básico sobre el manejo y aprovechamiento de los recursos hídricos de la Microcuenca, y corregir las malas prácticas en la cloración de las fuentes de agua.
- Mejorar la organización de los habitantes de las distintas comunidades con las ONG's e instituciones que trabajan en la zona para una cooperación más eficiente.
- Mejorar la educación ya que se ha intuido una relación entre las zonas más escolarizadas y el grado de percepción social de la degradación del entorno.
- Apostar en toda la Microcuenca por el Ecoturismo como fuente de ingresos y herramienta de desarrollo socioeconómico sostenible.

A nivel de estudios, seguimientos y nuevas actuaciones:

- Promover un índice biológico de calidad de agua mediante bioindicadores como la presencia de macroinvertebrados, ya que es un método muy efectivo y de bajo coste.
- Establecer monitoreo de distintos indicadores socioambientales, dedicando especial atención a la calidad del agua, que aporten información sobre la eficacia de las medidas implementadas.
- Realizar un estudio de nitratos dado que la principal fuente de contaminación detectada en la Microcuenca son los agroquímicos, y dichos nitratos están relacionados con la actividad agrícola.
- Apostar decididamente hacia la implementación de prácticas ecológicas en el sector agropecuario junto con el apoyo económico y asesor por parte de las instituciones y ONG's.
- Estudiar la posible implementación de cocinas solares para disminuir la presión sobre la masa forestal derivada de la extracción de leña.

10 Bibliografía

Artículos y libros

- CORRALES, D. (2004). *Estudio Hidrológico del funcionamiento del acuífero de Estelí*. Estelí-Nicaragua. Universidad Nacional de Ingeniería.
- FENZL, N. (1988). *Nicaragua: Geografía, clima, geología y hidrogeología*. Managua-Nicaragua. Belom/UFPA/INETER/INAN.
- FIDER. (2003). *Plan de Manejo de la Reserva Natural Tisey-La Estanzuela*. Estelí-Nicaragua.
- FUENTES JUNCO, J. (2004) *Análisis morfométrico de cuencas: caso de estudio del parque nacional Pico de Tancítaro*.
- GOMEZ ESPIGARES E.J., (2003). *Restauración Hidrológico-Forestal de la Cuenca del embalse de Cuevas de Almanzora*.
- HERNANDEZ, E.; et al. (2010). *Diversidad de macrohongos de los grupos Basidiomycota y Ascomycota en la reserva natural Tisey-Estanzuela, del municipio de Estelí-Nicaragua durante el 2010*.
- HORTON, R. (1945). *Erosional development of streams and their drainage basins: Hydrophysical approach to quantitative morphology*. Geology Society. America Bull.
- INCER BAQUERO, J. (2000). *Geografía Dinámica de Nicaragua*. Managua-Nicaragua, 2da edición. Hispamer.
- INCER BARQUERO, J. (2002). *Geografía Básica de Nicaragua*. Managua-Nicaragua, 1ra edición. Hispamer.

- INETER-COSUDE. (2004). *Estudio de mapificación hidrogeológica e hidrogeoquímica de la Región Central de Nicaragua*. Managua-Nicaragua.
- INETER (1970). *Mapa Geológico*. Hojas cartográficas de Estelí (2955 III) y San Nicolás (2954 IV).
- INIDE (2008). *Estelí en cifras*. Managua-Nicaragua.
- INSTITUTO GEOGRAFICO DE AGOSTINI (2010). *Calendario Atlante de Agostini 2011*. Italia. Ed. De Agostini.
- JARDI, M. (1985). *Forma de una cuenca de drenaje: análisis de las variables morfométricas que nos la definen*. Barcelona-España. Revista de Geografía 68 págs.
- MAGFOR (2000). *Manejo integrado de cuencas hidrográficas de la región de las Segovias*. Managua-Nicaragua.
- MARENA (1999). *Biodiversidad en Nicaragua*. Managua-Nicaragua.
- MARENA, (2000). *Diagnóstico de la Exploración y Efectos del Uso de los Plaguicidas*: Estelí, Nicaragua.
- MARENA (2002). *Plan de Ordenamiento de la Subcuenca del Río Estelí*.
- MARTINEZ, P., MARTÍNEZ, P., CASTAÑO,S.; (2006); *Fundamentos de Hidrogeología*. Barcelona. Mundi-Prensa
- MARTINEZ-SANCHEZ (2000). *Lista de Aves de Nicaragua*.

- MATAMOROS, J.I.; (2000); *Diagnóstico Ambiental del Recurso Hídrico de la parte alta de la Subcuenca sur del Río Estelí*; Managua, Nicaragua.
- OMS, (2009). *Guía de Orientación en Saneamiento Básico para alcaldías de municipios rurales y pequeñas comunidades*.
- OMS, (2011). *Guía para la calidad del agua potable*.
- PEDROMO, C. (1996); *Calidad del agua y su relación con la agricultura*.
- POCH, M.; (1999); *Les qualitats de l'aigua*. Barcelona. Rubes.
- RACCA J.M.G., (2007). *Análisis hipsométrico, frecuencia altimétrica y pendientes medias a partir de modelos digitales del terreno*. Rosario.
- ROMERO DIAZ, A. (1987). *Morfometría de redes fluviales: Revisión crítica de los parámetros más utilizados y aplicación al alto Guadalquivir*.
- SALAS, J.B. (1993). *Árboles de Nicaragua*. Managua-Nicaragua. Hispamer.
- SENOC – MARENA (1994). *Plan de Rehabilitación Ambiental de la Cuenca Sur del Río Estelí*.
- UNIVERSIDAD DE ZAMORANO (2007) *Guía para la identificación de fuentes de contaminación del agua en cuencas*. Tegucigalpa, Honduras

- VALENZUELA, D. (2003). *Implementación de técnicas de manejo de cuencas, en tres comunidades de las microcuencas tributarias del Río Estelí: La Jabonera, La Majada y Cerro Grande*. Estelí-Nicaragua. Universitat Autònoma de Barcelona, Universidad Politécnica de Nicaragua.

Documentos electrónicos

- AGHN (Academia de Geografía y Historia de Nicaragua). Nicaragua. Dirección URL: <<http://www.aghn.edu.ni>>
- GOOGLE. España. Dirección URL: <<http://www.google.es>>
- INAFOR (Instituto Nacional Forestal). Nicaragua. Dirección URL: <<http://www.inafor.gob.ni>>
- MARENA (Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales). Nicaragua. Dirección URL: <<http://www.marena.gob.ni>>
- MINED (Ministerio de Educación). Nicaragua. Dirección URL: <<http://www.mined.gob.ni>>
- MINSA (Ministerio de Sanidad). Nicaragua. Dirección URL: <<http://minsa.gob.ni>>

11 Acrónimos

AGHN	Academia de Geografía e Historia de Nicaragua
ASAS	Áreas de Sensibilidad Ambiental y Social
AVAR	Aprendizaje Vinculado A Resultados
CAPS	Comité de Agua Potable y Saneamiento
COSUDE	Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación
ENACAL	Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados
FAREM	Facultad Regional Multidisciplinaria
FIDER	Fundación de Investigación y Desarrollo Rural
INAFOR	Instituto Nacional Forestal
INETER	Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales
INNA	Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado Sanitario
MAGFOR	Ministerio Agropecuario y Forestal
MARENA	Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales
MINED	Ministerio de Educación
MINSA	Ministerio de Salud
POSAF	Programa Socio ambiental y de Desarrollo Forestal.
SENOC	Servicio Nacional de Ordenamiento de Cuencas

13 Programación

	2010						2011					
	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio			
Sondeo del área de estudio												
Revisión y obtención de bibliografía												
Realización de encuestas y entrevistas												
Georeferenciación y levantamiento de datos												
Análisis físico y químico in situ del agua												
Realización de grupo focal												
Procesamiento de los datos												
Análisis de los resultados												
Redacción de informe final												
Entrega del proyecto												

14 Anexos

Anexo 1. Ficha de campo 1: Guía para Exploración y Observación

Observar las características que presenta la microcuenca La Jabonera, que permita la familiarización con el área de estudio y los principales actores.

Características físicas de la Microcuenca.

- Paisaje
- Formas de relieve
- Usos del suelo
- Elementos hídricos (ejemplo: Ríos, quebradas, ojo de agua,...)
- Observaciones:

Elementos biológicos

- Tipo de vegetación (ejemplo: Bosque, matorral,...)
- Presencia de fauna silvestre y doméstica
- Observaciones

Aspectos socioeconómicos de la población

- Actividades económicas (Ganadería, agricultura, recursos forestales (leña),...)
- Infraestructuras (Colegios, consultas médicas, vías de comunicación, tipos de vivienda, otros bienes y servicios)
- Observaciones:

Obras de conservación de suelo y agua

- Tipo de obra
- Observaciones:

Fuentes de agua para consumo humano

- Tipo de fuente de agua (Ojo de agua, quebrada, río, pozo, manantial)
- Tipo de infraestructura hidráulica de la fuente
- Observaciones:

Fuentes de contaminación de las aguas superficiales

- Tipos (químicos, biológicos, residuos sólidos)
- Observaciones:

Anexo 2. Ficha de campo 2: Identificación de las fuente de agua para consumo humano

Observar las características de cada fuente de agua.

- Número de fuente:
- Localización de la fuente de agua para consumo humano:
 - Comunidad a la que pertenece
 - Finca
 - Propietario
 - Coordenadas
 - Altitud
 - Proximidad al río
- Tipo de fuente de agua:
 - Ojo de agua
 - Quebrada
 - Río
 - Pozo
 - Manantial
- Tipo de infraestructura hidráulica de la fuente
- Entorno de la fuente de agua:
 - Ubicación en la comunidad
 - Ubicación en la finca
 - Infraestructuras próximas
 - Tipo de vegetación
- Número de familias que se abastecen.
- Frecuencia de uso (Regular o intermitente).
- Presencia de objetos extraños en la fuente (basura, sedimentos,...)
- Fuentes de contaminación:
 - Uso de agroquímicos
 - Tipo
 - Proximidad a la fuente

- Heces fecales humanas (fuera de las letrinas):
 - Proximidad a la fuente
- Presencia de letrinas:
 - Ubicación
 - Proximidad a la fuente
- Basura alrededor de la fuente
 - Tipo de basura
 - Cantidad
 - Proximidad a la fuente
- Aguas servidas domiciliarias
 - Origen
 - Destino
 - Proximidad a la fuente
- Corrales
 - Tipo de animal
 - Características del corral
 - Proximidad a la fuente
- Tipo de infraestructura del sistema de abastecimiento
 - Por gravedad mediante mangueras
 - Acarreo en diferentes recipientes
 - Tuberías directo a la casa
 - Mini acueducto por gravedad
 - Pozos
 - Perforados
 - escavados
 - Pila de captación
 - Pila de retención
- Tipo de protección de las fuentes de agua
 - Rótulos

- Cercas
- Cobertura vegetal
- Obras de conservación de suelo
- Mantenimiento de la infraestructura
- Limpieza

Observaciones:

Anexo 3. Criterios de Selección

Debido a la falta de presupuesto para analizarlas todas las fuentes, se ha aplicado un criterio de selección por tal de estudiar al detalle las más significativas y obtener así los resultados lo más válidos posibles.

Para dicha selección se han considerado los siguientes parámetros:

Accesibilidad a la fuente: Los análisis se han realizado en lugares accesibles, ya que es muy importante en especial en la época lluviosa debido a la gran cantidad de lodo que se acumula en esta zona. Se han tomado lugares cercanos a las vías de comunicación, donde el crecimiento del nivel de las aguas superficiales impidan el paso.

Número de personas se abastecen de cada fuente: Se ha tenido en cuenta la cantidad de agua utilizada por los pobladores.

Distribución de las fuentes por la comunidad: Se ha valorado la ubicación de las fuentes para tratar de abarcar la máxima extensión de cada comunidad.

El tipo de infraestructura existente: Se ha tenido en cuenta la representatividad de las diferentes infraestructuras hidráulicas existentes, por tal de conocer de forma precisa la forma de contaminación que puede existir, los factores que la producen y que impactos puede estar causando. Además, se ha considerado importante analizar una misma red de distribución por tal de definir los cambios que puedan producirse a lo largo de su distribución.

Anexo 4. Guía de la encuesta

Objetivo: *Obtener información actual sobre: la situación socioeconómica; el estado de las fuentes de agua para consumo humano; y de los principales sitios de riesgo, a través de la consulta a los habitantes de las principales comunidades de la Microcuenca.*

I. Datos Generales de la Encuesta

I.1 Comunidad: 1.La Estanzuela 2.El Despoblado 3.La Almaciguera I.2

Fecha: __/__/__.

I.3 Nombre del encuestado (da): _____

II. Datos Generales de la Familia y Vivienda

II.a Aspecto Familiar

1. *¿Qué tipo de familia es?* 1.1 Monoparental 1.2 Biparental

2. *Si es monoparental, ¿quién habita en el hogar?* 2.1 Padre 2.2 Madre 2.3 N/A

3. *Si es biparental, ¿cuál es el estado civil?* 3.1 Casado 3.2 Unión libre 3.3 N/A

4. *¿N° de hijos?* 4.1 Ninguno 4.2 De uno a tres 4.3 De cuatro a seis 4.4 De siete a nueve 4.5 De 10a más

5. *¿Cuántas personas viven en el hogar?:* _____

6. *N° total varones* ____ 7. *N° total mujeres* ____ 8. *N° niños* ____

9. *N° Adultos* ____ 10. *N° Ancianos* ____

11. *¿Habitan en el hogar personas con discapacidad?* 11.1 Sí 11.2 No

12 *Si hay, ¿cuántos?* ____

13. *¿Cuántos son del Núcleo Familiar?* ____

14. *¿Cuántos no son del Núcleo Familiar?* ____

15. *¿Hay Mujeres Embarazadas?* 15.1 Sí 15.2 No 16. *Si hay, ¿cuántas?*

17. ¿Tiene propiedades dentro de la Microcuenca, cómo finca o parcelas? 17.1 Si 17.2 No

II.b Factor Físico vivienda

18. Tipo vivienda: 18.1 Lujosa 18.2 Cómoda 18.3 Precaria

19. Materiales con que está construida: 19.1 Bloque 19.2 Ladrillo
19.3 Adobe 19.4 Madera 19.5 Combinada

20. Tenencia Legal: 20.1 Propia 22.2 Alquilada 22.3 Dada a Cuidar
22.4. Otros _____

21. Si es propia, ¿cómo la obtuvo? 21.1 Compró 21.2 Regalo
21.3 Herencia 21.4 Otro _____

22. ¿Tiene título de propiedad? 22.1 Sí 22.2 No

23. ¿Cuenta su vivienda con? 23.1 Letrina 23.2 Inodoro/Sumidero 23.4
Ninguno

24. ¿Con qué servicios básicos cuenta la vivienda?

24.1 A_Potable y E_eléctrica 24.2 A_Potable, y no E_eléctrica
24.3 E_eléctrica, y no A_Potable 24.4 Ninguno

25. ¿De dónde obtiene la Electricidad? 25.1 Convencional 25.2 Panel
Solar
25.3 Planta/ Batería 25.5 Otro _____

III. Aspectos Sociales

III.a Comunidad

26. ¿Qué tipo de organizaciones comunitarias existen?

26.1 CPC/GPC Si _NO 26.2 CDC Si _NO 26.3 Comité de Agua Si
NO

27. ¿Existen otras organizaciones comunitarias?

¿Cuáles? _____

28. ¿Pertenece alguien de la familia a alguna organización comunitaria?

28.1 Sí 28.2 No

29 Si pertenece, ¿Cuál? _____

30. ¿Qué cargo ejerce dentro de la organización?

31. La organización de los pobladores, ¿qué beneficios le ha traído a la Comunidad?

32. El estar organizados ¿qué beneficios le ha traído a familia?:

III.b Salud

33. ¿A qué distancia de su casa está el Puesto de Salud más cercano?

33.1 Menos de 500 mts 33.2 Entre 500 y 900 mts 33.3 más de 1 kilómetro

34. ¿Cómo valora la infraestructura del Centro de Salud al que asisten sus familiares?

34.1 Excelente 34.2 Buena 34.3 Regular 34.4 Mala

35. ¿Permanecen Médicos atendiendo? 35.1 Sí 35.2 No

36. ¿Cómo es la atención de los Médicos?

36.1 Excelente 36.2 Buena 36.3 Regular 36.4 Mala .

37. ¿De su casa cada cuanto visitan los centros de atención médica?

37.1 Quincenal 37.2 Mensual 37.3 Trimestral 37.4 Semestral 37.5 Anual

38. ¿Cuándo fue la última vez que visitaron el centro de salud?

38.1 Hace 1 semana 38.2 Hace 15 días 38.3 Un mes 38.4 más de un mes

39. ¿Cuáles son las razones por las cuales visita los centros médicos?

39.1 Chequeos médicos 39.2 Enfermedades espontáneas 39.3 Complicaciones crónicas

40. Cuando asiste a un centro de salud, ¿cómo obtiene los medicamentos?

40.1 Gratis 40.2 Compra 40.3 No los consigue

41. ¿Si no hay medicamentos, dónde los compra? 41.1 Farmacias

41.2 Vendedores Ambulantes 41.3 Remedios Caseros 41.4 No compra

41.5 Otro _____

42. ¿Han llegado Brigadas Médicas a la Comunidad? 42.1 Sí 42.2 No

43. ¿Cuándo fue la última vez?

43.1 Un mes 43.2 tres meses 43.3 Seis meses 43.4 más de 1 año

44. ¿De dónde eran? 44.1 Nacionales 44.2 Extranjeros 44.3 Mixtos

45. Si eran extranjeros, ¿de qué país o países eran? _____

46. ¿Recibió algún miembro de su familia atención médica? 45.1 Sí

45.2 No

47. Si recibió atención médica, ¿cómo lo atendieron?

46.1 Excelente 46.2 Bien 46.3 Regular 46.4 Mal

48. ¿Participan de su casa en la jornada de vacunación? 48.1 Sí 48.2

No

49. ¿Hacen en su casa fumigaciones para el control de plagas? 49.1

Sí 49.2 No

50. Si en su casa fumigan, ¿cómo lo hacen?

50.1 Bomba Mecánica 50.2 Bomba de Motor 50.3

Otros _____

51. ¿Realizan en su casa jornadas de limpieza? 50.1 Sí 50.2 No

52. ¿En su familia han recibido charlas para el control y cuidado de la salud?

51.1 Sí 51.2 No

53. Si recibió charlas, ¿sobre qué temas y de parte de quién? _____

III.c Educación

Grado de escolaridad	Sexo M=1 F=2	Edad (años)	Nivel de Educación*	Estudia Actualmente
de los Habitantes del hogar.				
Miembros de la familia				
54.1	54.2 M <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/>	54.3	54.4	54.5 Sí <input type="checkbox"/>

- 55.1 55.2 M F 55.3 55.4 No
55.5 Sí
No
56.1 56.2 M F 56.3 56.4 56.5 Sí
No
57.1 57.2 M F 57.3 57.4 57.5 Sí
No
58.1 58.2 M F 58.3 58.4 58.5 Sí
No
59.1 59.2 M F 59.3 59.4 59.5 Sí
No
60.1 60.2 M F 60.3 60.4 60.5 Sí
No

**Anotar los siguientes códigos: 1=Iletrado; 2=Alfabetizado; 3=Primaria; 4=Secundaria; 5=Técnico; 6=Universitario.*

61. Si hay niños menores de 12 años que no estudian, ¿Por qué no lo hacen?: _____

62. Si hay mayores de edad que estudian, ¿con qué plan?

63. ¿Cómo es la infraestructura de los centros de educación a los que asisten sus familiares?

63.1 Excelente 63.2 Buena 63.3 Regular 63.4 Mala

64. ¿A qué distancia de su casa queda el centro de Educación más cercano?

64.1 Menos de 500 mts 64.2 entre 500 - 900 mts 64.3 más de 1 km

65. ¿El centro de estudios más cercano cuenta con:

65.1 Aulas Si _No 65.2 Pupitres Si _No 65.3 Pizarra Si _No 65.4 Biblioteca Si _No

65.5 Otros mencione: _____

66. ¿Cómo es la atención de los maestros?

66.1 Excelente 66.2 Buena 66.3 Regular 66.4 Mala

III.d Transporte y comunicaciones

67. ¿Cuenta la familia con medio de transporte automotor? Si No

67.A. Si cuenta con un medio de transporte automotor de ¿Qué tipo?

67.2 Camión 67.3 Camioneta 67.4 Pick Up 67.5 Carro 67.6

Motocicleta

68. ¿Otros medios de transporte? 68.1 De pedal Si No 68.2 Equino

Sí No

69. ¿Cómo es el servicio de transporte público del que hace uso la comunidad?

69.1 Excelente 69.2 Bueno 69.3 Regular 69.4 Malo

70. ¿Con qué servicios de Comunicación Electrónico se comunican principalmnte?

70.1 Telef. Fija 70.2 Telef. Celular 70.3 Radio Comunic Internet 70.4

70.5 Otro _____

71. ¿Tiene Televisión? 72.1 Sí 73.2 No

72. ¿Qué tipo de señal recibe? 72.1 Aire 72.2 Cable 72.3 Satelital

72.4 Otro _____

73. ¿Tiene Radio? 73.1 Sí 73.2 No

IV Aspectos Económico del Hogar

IV.a Ingresos al Hogar

Se incluyen los ingresos agropecuarios y forestales que no se obtienen por las actividades dentro de la Microcuenca

74.	Sexo	Edad	Lugar de	Salario	Aporte
Incluyéndo	M=1 F=2		Empleo	Mensual	Económic
se Usted,					o
cuántas					al Hogar
personas					
trabajan					
en el					
hogar					

**Miembros
de la
familia**

74.1	74.2 M <input type="checkbox"/>	74.3	74.4	74.5	74.6
	F <input type="checkbox"/>				
75.1	75.2 M <input type="checkbox"/>	75.3	75.4	75.5	75.6
	F <input type="checkbox"/>				
76.1	76.2 M <input type="checkbox"/>	76.3	76.4	76.5	76.6
	F <input type="checkbox"/>				
77.1	77.2 M <input type="checkbox"/>	77.3	77.4	77.5	77.6
	F <input type="checkbox"/>				
78.1	78.2 M <input type="checkbox"/>	78.3	78.4	78.5	78.6
	F <input type="checkbox"/>				
79.1	79.2 M <input type="checkbox"/>	79.3	79.4	79.5	79.6
	F <input type="checkbox"/>				
80.1	80.2 M <input type="checkbox"/>	80.3	80.4	80.5	80.6
	F <input type="checkbox"/>				

94. ¿En qué época de producción cultiva?

94.1 Granos Básicos: Primera postrera apante riego

94.2 Hortalizas: Primera postrera apante riego

94.3 Plantas medicinales: Primera postrera apante riego

94.4 Otro: Primera postrera apante riego

***1=Primera; 2=Postrera; 3=Apante; 4=Riego**

95. Para la producción de Granos Básicos, Hortalizas y Otros, de cuánto es la inversión monetaria anual en:

95.1 Actividades de Pre-siembra: _____ 95.2 Semilla: _____

95.3 Agroquímicos/Pesticidas: _____ 95.4 Abonos Sintéticos: _____

95.5 Productos Orgánicos: _____

96. ¿De dónde obtiene el capital para invertir en la producción agrícola?

96.1 Propio 96.2 Familiar 96.3 Préstamo 96.4 A medias 96.5

Otro Cuál: _____

97. ¿Para qué son destinadas sus cosechas? 97.1 Consumo 97.2 Comercialización 97.3 Ambas

98. ¿Qué productos comercializa?,

Mencione _____

99. ¿Cómo vende sus productos? 99.1 Plantillo 99.2 Cosecha 99.3 Otro 99.3.1 Cuál: _____

100. ¿Le da valor agregado a sus productos? Si No

101. Si le da valor agregado a sus productos, ¿cómo lo hace?

102. ¿Dónde comercializa sus productos? 102.1 Comunidad 102.2 Mercado Nacional

102.3 Mercado Internacional 102.4 Intermediario 102.5 Otro 102.6 Cuál?: _____

103. ¿Si usted comercializa sus productos, ¿cuánto dinero gasta en un año, para todos los productos, en:

103.1 Pre-empaque: _____ 103.2 Empaque: _____ 103.3 Mano de Obra: _____ 103.4 Transporte: _____

103.5 Puesto de Comercialización: _____ 103.6 Impuestos: _____ 103.7 Otros: _____

104. ¿De la comercialización y venta de todos sus productos agrícolas, obtiene?

104.1 Ganancias 104.2 Perdidas

V.b Ganadería

105. ¿Se dedica a la ganadería dentro de la Microcuenca? 104.1 Si

104.2 No

*** Si se dedica a la ganadería fuera de la Microcuenca no llenar las próximas preguntas**

106. ¿Qué tipo de ganadería práctica? 106.1 Intensiva 106.2 Extensiva 106.3 Supervivencia

107. ¿Desde hace cuánto tiempo? _____ **108. ¿Cuánto espacio destina para la ganadería?** _____

109. ¿A qué tipo de ganadería se dedica principalmente?

109.1 Vacuna 108.2 Equina 108.3 Porcina 109.4 Caprina 109.5 Ovina
109.6 Otro Cuál?: _____

110. ¿Dónde cuida su ganado?

110.1 Finca 110.2 Patio 110.3 Alquila Potreros 110.4 Otro ¿Cuál?:

111. ¿Para el cuidado y producción de su ganado cuánto invierten al año?: _____

112. ¿De dónde obtiene el capital para invertir en la producción ganadera? 112.1 Propio

112.2 Familiar 112.3 Préstamo 112.4 A medias 112.5 Otro Cuál?:

113. ¿Lo que se produce lo destina para: 113.1 Consumo 113.2 Comercialización 113.3 Ambas

114. ¿Si comercializa, qué productos? Mencione:

115. ¿Cómo vende sus productos? Mencione:

116. ¿Da valor agregado a sus productos?: 116.1 Sí 116.2 No

117. Si da valor agregado a sus productos, ¿cómo lo hace? _____

118. ¿Dónde comercializa sus productos? 118.1 Comunidad 118.2 Mercado Nacional

118.3 Mercado Internacional 118.4 Intermediario 118.5 Otro Cuál?:

119. ¿Si comercializa sus productos, cuánto gasta al año?

119.1 Preparación del Producto Pre-empaque: _____ 119.2 Empaque:

119.3 Mano de Obra: _____ 119.4 Puesto de comercialización: _____

119.5 Transporte: _____ 119.6 Impuestos: _____ 119.8 Otros ¿Cuáles?:

120. ¿De la comercialización y venta de sus productos pecuarios en general, qué obtiene?

120.1 Ganancias 120.2 Pérdidas

V.c Otros Pecuarios

121. ¿A qué otra actividad pecuaria, que no sea ganado, se dedica?

121.1 Avicultura 121.2 Cunicultura 121.3 Piscicultura

121.4 Otras Cuáles?: _____

122. ¿Desde cuándo se dedica a esa actividad? _____

V.d Forestal

***solo si tiene finca dentro de la Microcuenca**

123. ¿Tiene bosque en su propiedad? 123.1 Sí 123.2 No

124. Si tiene bosque, ¿cuántas manzanas? _____

125. ¿Qué uso le da? 125.1 Extracción de madera 125.2 Extracción de leña

125.3 Turismo 125.4 Regeneración 125.5 Otro ¿Cuál?: _____

126. ¿Cuánto invierte anualmente en el cuidado, mantenimiento y conservación del bosque? _____

127. ¿Cuánto es la ganancia anual que obtiene de las actividades económicas relacionadas a lo forestal? _____

V. e Otro Tipo de Negocio

128. ¿Tienen negocios ajenos a los de la producción agropecuaria y forestal en la Microcuenca?

128.1 Sí 128.2 No

129. ¿Si tiene, qué tipo de negocio?

129.1 Taller 129.2 Pulpería 129.3 Bar 129.4 Billar

129.5 Fábrica 129.6 Otro Cuál?: _____

130. ¿Desde hace cuánto tiempo lo tiene? _____

131. ¿Le es rentable? 132.1 Sí 132.2 No

132. ¿Qué tan concurrido es? _____

VI Aspectos Ambientales

133. ¿Si tiene finca dentro de la comunidad, cómo la clasifica?

133.1 Agrosilvopastoril 133.2 Agropastoril 133.3 Silvopastoril 133.4 Agroforestal

134. ¿Conociendo que se vive en un área protegida, como actúa en relación a flora, fauna, uso de agroquímicos, bosque, residuos y otros?

VI. a. Suelo

135. ¿Practica obras de conservación de suelo en su propiedad? 135.1

Si 135.2 No

136. ¿Qué obras de conservación de suelo implementa en su/sus propiedad?

VII. Percepción Histórica del Riesgo

VII.a. Inundación

137. ¿Ha sufrido algún evento de inundaciones? 137.1 Sí 137.2 No

137.1.A. ¿Cuántos? _____

138. ¿En qué período de tiempo (intervalo)? _____

139. Grado de afectación: Tipo Nivel de afectación
de afectación

Bajo(1)

Medio(2)

Alto(3)

139.1 Daños materiales

139.2 Daños en viviendas

139.3 Pérdida de cultivos

139.4 Pérdida de ganado

139.5 Pérdida de familiares

139.6 Lesiones físicas

139.7 Lesiones emocionales

139.8 Pérdida de vecinos / amigos

VII.b. Movimientos de masa

140. ¿Ha sufrido algún eventos de movimientos de masa? 140.1 Sí

140.2 No

140.1.A. ¿Cuántos? _____

141. ¿En qué período de tiempo? _____

142. Grado de afectación: Tipo Nivel de afectación
de afectación

Bajo(1)

Medio(2)

Alto()

142.1 Daños materiales

142.2 Daños en viviendas

142.3 Pérdida de cultivos

142.4 Pérdida de ganado

142.5 Pérdida de familiares

142.6 Lesiones físicas

142.7 Lesiones emocionales

142.8 Pérdida de vecinos / amigos

VIII. Consumo de Agua

VIII.a Aspecto Biofísico del Agua

143. ¿Qué tipos de fuentes de agua existen en la comunidad?

143.1 Ojos de agua Sí No **143.2 Pozos** Sí No **143.3 Quebradas** Sí
No

143.4 Ríos Sí No **143.5 Manantiales** Sí No

144. ¿Cómo es la legalidad de donde están ubicadas las fuentes de agua para consumo humano?

144.1 Propiedad Privada 144.2 Propiedad Pública 144.3 Comunalmente

145. ¿De dónde toman agua para consumo humano los habitantes de la comunidad?

- 145.1 Puesto Domiciliar 145.2 Puesto Comunal 145.3 Ojo de Agua
145.4 Quebrada 145.5 Río 145.6 Pozos 145.7 Pila de Captación

146. ¿Cómo es la calidad del agua que consumen?

- 146.1 Buena (buen sabor, sin sedimentos, olor agradable)
146.2 Regular (con un poco de sedimentos, sabor un poco raro)
146.3 Mala (turbia, sabor raro, olor diferente)

147. ¿Cómo considera Usted el estado de saneamiento del agua que está consumiendo?

- 147.1 No apta para el Consumo Humano
147.2 Apta para el Consumo Humano con Tratamiento de Purificación
147.3 Apta para el Consumo Humano en su estado natural

148. ¿Cuáles son las fuentes de contaminación más comunes del agua?

- 148.1 Uso de agroquímicos Sí _No 148.2 Letrinas Cerca de las Fuentes
Sí _No
148.3 Basura Alrededor de la Fuente Sí _No 148.4 Aguas Servidas
Sí _No
148.5 Corrales Cerca de las Fuentes Sí _No

149. ¿Para que utilizan el agua?

150. Están reutilizando el agua en:

- 150.1 Riego de plantas** Sí No **150.2 Bañar animales domésticos** Sí
No

- 150.3 Lavar maquinaria** Sí No **150.4 Otros ¿Cuáles?** _____

151. ¿Cuánto es la distancia que recorren para obtener el agua?

152. ¿Por medio de que técnicas, llega el agua hasta las casas de habitación?

152.1Acarreo en diferentes recipientes 152.2Mini acueductos por bombeo eléctrico (MABE)

152.3Pozos Perforado 152.5Pozo Escavados 152.6 Miniacueductos por gravedad

153. ¿Cuantos galones o litros de agua utiliza al día para sus labores? _____

154. ¿En que almacenan el agua?

154.1Pilas 154.2Barriles 154.3Baldes 154.4Tinajas 154.5Botellas de Galón Otros _____

155. ¿Considera usted que los recipientes donde almacena el agua son los más indicados para no alterar su calidad?

155.1Sí 155.2No 155.3 ¿Por

qué?: _____

156. ¿Cómo considera Usted que está la infraestructura de captación de agua (piletas, ojos de agua con infraestructura, pozos)?

156.1Buena 156.2Mala 156.3Regular

157. ¿Qué se le puede mejorar?:

158. ¿Cómo es la disponibilidad de agua en esta Comunidad?

158.1Poco disponible 158.2 Disponible solo en invierno 158.3Disponible todo el tiempo

159. ¿Cómo era el caudal de los ríos, quebradas y ojos de agua, de esta comunidad en años anteriores?

160. ¿Cuáles son las acciones que se realizan dentro de la microcuenca para la protección ambiental del recurso hídrico?

161. ¿Con qué tipo de protección cuentan las fuentes de agua:

161.1 Cercado Sí No 161.2 Rotulación Sí No 161.3 Cobertura Vegetal
Sí No

161.4 Obras de Conservación de Suelo Sí No

161.A. ¿Por qué se han elegido estos tipos de protección?

162. ¿Qué hace Usted y su familia para conservar las fuentes de Agua?

163. ¿Cuál es el mantenimiento que le aplican a las fuentes de agua?

163.1 Limpieza Sí No 163.2 Cloración Sí No 163.3 Utilización de
Filtros Sí No

164.4 Tapado Sí No 163.5 Reparación de la Infraestructura Sí No

164. ¿Cuáles son los hábitos de higienes utilizados para el manejo del agua?

164.1 Lavarse las Manos: Sí No 164.2 Tapar los Recipientes que
Contengan Agua: Sí No

164.3 Clorar el Agua: Sí No 164.4 Hervir el Agua: Sí No

164.5 Lavar los Recipientes con Frecuencia: Sí No

VIII.b Organización

165. ¿Cómo están Organizados los pobladores de esta comunidad en función de la Protección del Agua?

166. ¿Cuáles son las Instituciones que inciden en esta Comunidad y que Proyectos se realizaron o se están llevando a cabo para el mantenimiento de esta?

167. ¿Les gustaría organizarse en función de proteger sus fuentes de agua? Sí No

168. ¿Considera Usted que su comunidad necesita un proyecto enfocado en agua? Sí No

169. ¿Esta comunidad ha tenido algún problema de calidad y cantidad de agua? ¿Cómo lo resolvieron?

Código del encuestador: _____

Muchísimas Gracias por su Tiempo y Atención

Anexo 5. Manuales de instrucciones del Kit Test HANNA


- Kit Test HANNA HI 3810 para Oxígeno Disuelto

Manual de Instrucciones

Manual

HI 3810

Test kit de oxígeno disuelto



www.hannaarg.com

Estado de arte:
 Las especificaciones que here escogido en producto HANNA. Por favor, las modificaciones en este manual antes de utilizar este test kit. Le proporcionamos toda la información necesaria para el correcto uso del mismo.

Estado de arte:
 Este test kit de su calidad es el más avanzado y fiablemente, pero asegurese de que no sea la versión de algún dato de un país extranjero. Si usted compró con su distribuidor.

Contenido de suministro:

- Reactivo 1, 1 botella con cuatro gotas (0.04ml);
- Reactivo 2, 1 botella con cuatro gotas (0.04ml);
- Reactivo 3, 7 botellas con cuatro gotas (0.28ml);
- Reactivo 4, 1 botella con cuatro gotas (0.04ml);
- Reactivo 5, 1 botella con cuatro gotas (0.04ml);
- 1 botella con agua destilada;
- 1 base de color blanco (10ml);
- 1 vial para calibrar.

Note: Cualquier artículo dañado debe ser devuelto en su totalidad original.

SIGNIFICADO Y USO

La concentración de oxígeno disuelto en el agua es muy importante en la naturaleza así como en el entorno del ser humano. En peces, lagos, ríos y otros organismos acuáticos el oxígeno disuelto es esencial para el desarrollo de la vida acuática. Sin oxígeno, el agua se vuelve tóxica debido al efecto anoxico de la materia orgánica. En el entorno del ser humano el agua debe contener al menos 2 mg/l de oxígeno para sostener las conductas de agua de la naturaleza. Sin embargo, en agua de ciudades, en ríos, en canales, no puede contener más de 10 mg/l de oxígeno.

El Test Kit de Oxígeno Disuelto de Hanna puede determinar la concentración de oxígeno disuelto en agua de manera rápida y fácil. El kit es portátil, por ello puede ser utilizado tanto en el campo como en el laboratorio. Se diseña para ser un fácil manejo del mismo y, excepto para el Reactivo 5, previene prácticamente los daños por derrame de los reactivos.

Note: mg/l equivale a ppm (partes por millón).

REACCION QUIMICA

Utilice un sistema de cinco instrumentos del display, los reactivos de fluorescencia reaccionan con el oxígeno presente en el agua de muestra para formar el precipitado de manganeso (como el reactivo 1). Para prevenir que los reactivos de muestra interfieran en el test hay presente un oxidante. Además del oxidante, el manganeso es oxidado formando el reactivo 2. Como la cantidad de oxidante presente es equivalente a la cantidad de oxígeno en la muestra, la concentración de oxidante se calcula utilizando los reactivos fluorescentes que reaccionan al solo oxígeno de muestra.

Poso 1: $2Mn^{2+} + O_2 + 4OH^- \rightarrow 2Mn(OH)_2$
 Poso 2: $2Mn(OH)_2 + 4I^- + 4H^+ \rightarrow 4I^- + 2Mn^{2+} + 2I_2 + 4H_2O$
 Poso 3: $I_2 + 2S_2O_3^{2-} \rightarrow 2I^- + S_4O_6^{2-}$

INSTRUCCIONES

LEA LAS INSTRUCCIONES ANTES DE UTILIZAR EL TEST KIT. VEA EL PROCESO ILUSTRADO EN LA ULTIMA PAGINA.

Note: rellenar el juego de reactivos estirando bulbos de aire.

- Enjuague la botella 3 veces con la muestra de agua y líbrala completa. Introduzca al tubo con cuidado para entrar las burbujas de aire.

ESPECIFICACIONES


Rango	0 a 10 mg/l (ppm) O ₂
Instrucciones de uso	0.1 mg/l (ppm) O ₂
Método de análisis	Modificación de la velocidad del tubo
Longitud de muestra	5 ml
Altimetro de Test	110 (mmHg)
Dimensiones del tubo	24.6x27.0x50 mm
Peso	910 g

• Multiplique el valor en milímetros de la solución de la jeringa por 10 para obtener mg/l (ppm) de oxígeno.



x 10 = mg/L O₂

• Si el resultado es menor que 5 mg/l, es posible conseguir una mayor precisión de la siguiente manera. Añadir muestra en la botella de cristal hasta la marca de los 10 ml del vaso de plástico. Continúe como lo describimos anteriormente y multiplique por 5 el valor de la escala de la jeringa para obtener mg/l de oxígeno en la muestra.



x 5 = mg/L O₂

REFERENCIAS

1987. Anuario de los Ilustrados ASTM, Tomo 11.01 del Agua (1), páginas 629-638.
 Métodos Oficiales de Análisis, A.O.A.C., Edición 14, 1984, páginas 676-671.
 Métodos Estándares para el Análisis de Aguas y Aguas Residuales, Edición 16, 1985.

SALUD Y FECHA DE CADUCIDAD

Los agentes químicos contenidos en este test kit pueden provocar situaciones de riesgo en caso de no utilizarse del modo previsto. Lea la etiqueta o la salud y lea de inmediato antes de comenzar a utilizar el test kit.

• Enjuague el tubo y añada 5 gotas del reactivo 1 y 2. Gire la botella lentamente, agítela con la boca y déjela reposar durante 1 minuto y se formará un precipitado floso.




• Enjuague el tubo, añada 10 gotas de reactivo 3, ome la botella y agítela con fuerza hasta que los partículas de reactivos se disuelvan.



Note: Si hay oxígeno, el precipitado floso se desmenuza y la solución se vuelve de color amarillo.

• Enjuague la tapa del vaso de plástico. Llene el vaso con la solución de la botella hasta la marca de los 5 ml y cierre la tapa.


• Añada 1 gota de reactivo 4 por la muestra de la tapa y mezcle cuidadosamente removiendo en círculos pequeños. La solución adoptará un color azul visible.




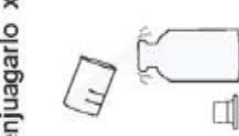
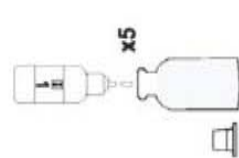
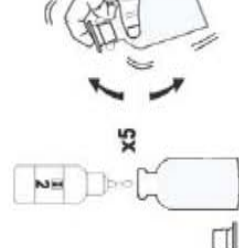
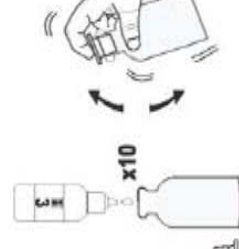
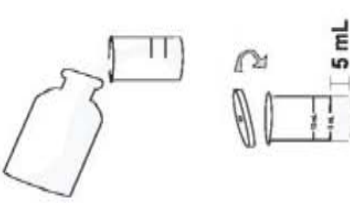

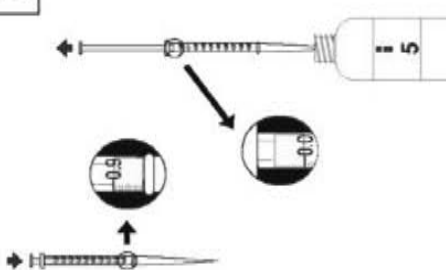
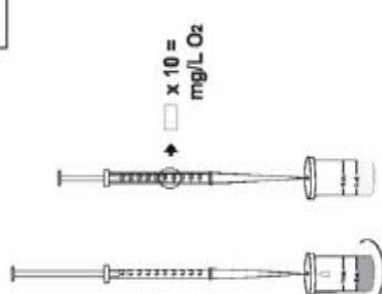
• Gira la jeringa y empuja el émbolo de la muestra en su totalidad. Introdúzalo dentro del reactivo 5 y estréjale el émbolo hasta la marca cero 0 ml.



• Introduzca el extremo de la jeringa dentro de la muestra en la parte del vaso de plástico y cuando la solución gotee ciegamente, levántela en círculo después de cada gota hasta que el líquido del tubo pase de azul a incoloro.




10/99
 14019101
 09/00

	HI 3810 TEST KIT DE OXIGENO DISUELTO							
<p>1</p> <p>enjuagarlo x 3</p> 	<p>2</p>  <p>x5</p>	<p>3</p>  <p>x5</p>	<p>4</p>  <p>x10</p>	<p>5</p> <p>5 mL de muestra</p>  <p>5 mL</p>	<p>6</p>  <p>x1</p>	<p>7</p>  <p>5</p>	<p>8</p>  <p>x 10 = mg/L O₂</p>	

- Kit Test HANNA HI 38077 para Fosfato

Instruction Manual

**HI 38077
Phosphate
Test Kit for
Irrigation Water**



Dear Customer,
Thank you for choosing a Hanna Product.
Please read the instruction sheet carefully before using the test kit. It will provide you with the necessary information for correct use of the kit. If you need additional information, do not hesitate to e-mail us at hi-test@hannainst.com.
Remove the test kit from the packing material and examine it carefully to make sure that no damage has occurred during shipping. If there is any noticeable damage, notify your dealer or the nearest Hanna office immediately.
Each kit is supplied with:
• HI 93715-0 Reagent, packets (100 pcs);
• 1 checker disc (containing the 38077 disc);
• 2 glass vials with caps;
• 1 plastic pipette (3 ml).

Note: Any damaged or defective item must be returned in its original packing materials.

SPECIFICATIONS

Range	0 to 5 mg/L (ppm) Phosphate (P ₀₅)
Smallest Increment	0.1 mg/L (ppm) Phosphate
Analysis Method	Cobaltinite
Sample Size	7.5 mL
Number of Tests	100
Case Dimensions	235x175x115 mm (9.2x6.9x4.5")
Shipping Weight	429 g (15.1 oz.)

SIGNIFICANCE AND USE

Phosphorus occurs in natural waters and in wastewater almost entirely as phosphates. Large quantities of phosphate arise from laundering industries as it is used in many cleaning preparations, from soil runoff and sewage.

Phosphorus is essential to plants since it contributes to the formation of bark, roots and blossoms as well as lignification and its lack results in stunted plants or pale green color with reddish pigmentation on leaves' edges.

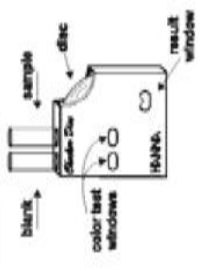
On the other hand, an excessive discharge of phosphorus in water is the major cause of eutrophication, which is an abnormal and excessive growth of aquatic plants.

Note: mg/L is equivalent to ppm (parts per million).

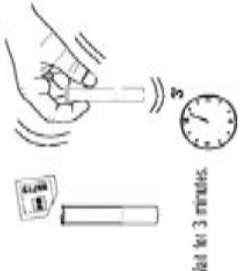
INSTRUCTIONS

READ THE ENTIRE INSTRUCTIONS BEFORE USING THE KIT


- Using the pipette, add to each glass vial 7.5 mL of sample (up to the mark).
- Insert one of them into the left hand opening of the checker disc. This is the blank.



- Add to the other glass vial 1 packet of HI 93715-0 Reagent. Replace the cap and shake vigorously for 20 seconds. This is the reacted sample.



- Wait for 3 minutes.
- Remove the cap and insert the reacted sample into the right hand opening of the checker disc.
- Hold the checker disc so that a light source illuminates the samples from the back of the windows.



- Keep the checker disc at a distance of 30-40 cm (12-16") from the eyes to match the color. Rotate the disc while looking at the color test windows and stop when you find the color match. Read the value in the result window, divide it by 10 and record it in mg/L (or ppm).

CHEMICAL REACTION

Aspiration of the ascorbic acid method. The reaction between phosphate and the reagent causes a blue tint in the sample.

REFERENCES

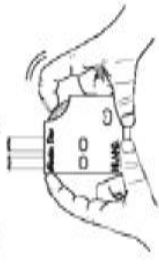
APHA, AWWA, WEF, *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 18th edition, 1992.

HEALTH AND SAFETY

The chemicals contained in this kit may be hazardous if improperly handled. Read the relevant Health and Safety Data Sheet before performing this test.

PREPARATION

of Phosphate. To convert this result to mg/L (ppm) of Phosphorus, divide it by 3.1.



For best results: Perform the reading three times and take the average value (divide by 3 the sum of the three numbers). Intensely colored samples will make the color matching determination difficult and they should be adequately treated before performing the test. Suspended matter in large amounts should be removed by prior filtration.

Caution: Ultraviolet radiation may cause fading of colors. When not in use, keep the disc protected from light, in a cool and dry place.

Interferences: Iron above 5 ppm, copper above 10 ppm, hydrogen sulfide, arsenate and highly buffered samples.

163

- Kit Test HANNA HI 3811 para Alcalinidad


Manual de Instrucciones

HI 3811

Test Kit

de

Alcalinidad



www.hannaarg.com

Estado claro:
 Cauten por escoger un producto Hanna. Por favor lea este manual cuidadosamente antes de utilizar el Test Kit. Le proveerá de la información necesaria para el correcto uso del mismo.

Entrega el Test Kit del embotellado y exámenelo cuidadosamente para asegurarse de que no se ha producido ningún daño durante el transporte.

Si se lea no diligencie a su distribuidor o a la oficina de Hanna más cercana.


Cada kit se suministra con:

- Reactivo 1, 1 botella con cuentagotas (10 ml);
- Reactivo 2, 1 botella con cuentagotas (10 ml);
- Reactivo 3, 1 botella (120 ml);
- 2 recipientes calibrados (10 y 50 ml);
- 1 jeringa calibrada.

Nota: Cualquier artículo dañado debe ser devuelto en su empaque original.

Si la solución es azul o verde siga los pasos siguientes:

- Introduzca todo el contenido de la jeringa dentro de la muestra. Introduzca el extremo de la jeringa dentro del Reactivo 3 y escarga el contenido hacia la marca de los 5 ml de la escala de la jeringa.
- Introduzca la jeringa a través de la ranura de la tapa del recipiente y abra la solución de la jeringa gota a gota, mencionada las cada gota. Continúe añadiendo gotas hasta que la solución del recipiente se vuelva amarilla.
- Realice la lectura del valor de la escala de la jeringa y multiplíquelo por 300 para obtener mg/l (ppm) CaCO₃.



 $x 300 = CaCO_3$

Determinación del Rango Bajo


Si el resultado es menor que 100 mg/l, la precisión del test puede ser mejorada de la siguiente manera:

- Entregue la tapa del recipiente de plástico. Abra el recipiente con agua de la muestra, llénelo hasta la marca de los 15 ml y cierre la tapa. Siga con el test descrito anteriormente. Para obtener ambos resultados, fenolftaleína y alcalinidad total, multiplique el valor de la escala de la jeringa por 100.


Nota: Introduzca el contenido dentro de la jeringa de forma que no quede atrapada ninguna burbuja de aire dentro de la misma.


 $x 100 = CaCO_3$

• Abada 1 gota de Reactivo 1 a través de la ranura de la tapa midiendo realizando movimientos en pequeños círculos. Si la solución permanece incolora registre la alcalinidad de la fenolftaleína como cero, y siga con el procedimiento para la determinación de la alcalinidad total (ver abajo). Si la solución se vuelve rosa realice el siguiente paso:




- Introduzca todo el contenido de la jeringa de titración dentro de la jeringa. Introduzca el extremo de la jeringa en la solución del reactivo 3 y escarga el contenido hacia la marca de 0 ml de la escala de la jeringa.
- Introduzca el extremo de la jeringa a través de la ranura del recipiente de plástico y lentamente abra la solución de titración gota a gota, manteniendo el recipiente totalmente cerrado. Continúe añadiendo la solución de titración hasta que la solución se vuelva incolora.
- Realice la lectura de los milímetros de la escala de la jeringa y multiplíquelo por 300 para obtener mg/l (ppm) CaCO₃.


 $x 300 = CaCO_3$

Determinación de la Alcalinidad Total

- Entregue la tapa del recipiente. Abárralo con el agua de la muestra. llénelo hasta la marca de los 5 ml y cierre la tapa.
- Abada 1 gota de Reactivo 2 por la ranura y mezcle. Si la solución es de color amarillo, la solución es ácida, para lo cual se debe realizar el Test de Alcalinidad (ver HI 3820 – Test Kit de Alcalinidad de Hanna).



SIGNIFICADO Y USO

La alcalinidad es la capacidad cuantitativa del agua de la muestra de resistir un ácido a un pH establecido. Esta medida es importante para determinar la capacidad amortiguadora del agua debido al bicarbonato, carbonato e iones de bicarbonato. También son fuente de alcalinidad aniones hidroxidos como bicarbonato, silicatos, boratos, fluoruros y sales de algunos ácidos orgánicos. La alcalinidad es importante en el tratamiento de agua potable, agua residual, calderas y sistemas refrigeradores y vasos. El Test Kit de Hanna proporciona una monitorización fácil, rápida y segura. Su tamaño compacto da al usuario la posibilidad de utilizarlo en cualquier lugar. Se diseñó lo hace fácil para el transporte y, excepto para el Reactivo 3, previene prácticamente los daños por derrames.

Nota: mg/l equivale a ppm (partes por millón).

REACCION QUIMICA

La alcalinidad puede ser medida como Alcalinidad de Fenolftaleína y Alcalinidad Total. La primera se determina neutralizando la muestra a un pH de 8.3 utilizando una solución diluida de ácido clorhídrico, y un indicador de fenolftaleína. Este proceso convierte los iones de bicarbonato en agua, y los iones de carbonato en bicarbonato:

$$OH^- + HCl \rightarrow H_2O + Cl^-$$

$$CO_3^{2-} + HCl \rightarrow HCO_3^- + Cl^-$$

Desde que los iones de bicarbonato pueden convertirse en ácido carbónico con ácido clorhídrico adicional, la alcalinidad de fenolftaleína mide los iones totales de bicarbonato, pero solo la mitad de la contribución de bicarbonato. Para conseguir el total de los iones de carbonato, el ácido clorhídrico se añade hasta que la muestra pasa a tener un pH de 4.5:

$$HCO_3^- + HCl \rightarrow H_2CO_3 + Cl^-$$

Esta es la alcalinidad total.


INSTRUCCIONES

LEA LAS INSTRUCCIONES ANTES DE UTILIZAR EL TEST KIT

El PROCESO APARECE ILUSTRADO EN LA PARTE POSTERIOR

Determinación de la Alcalinidad de la Fenolftaleína:

- Entregue la tapa del recipiente de plástico. Abra el recipiente con la muestra de agua, llénelo hasta la marca de los 5 ml y cierre la tapa.



ESPECIFICACIONES

Rango	0 a 100 mg/l (ppm) CaCO ₃ 0 a 200 mg/l (ppm) CaCO ₃
Incremento Menor	1 mg/l (en el rango de 0-100 mg/l) 3 mg/l (en el rango de 0-200 mg/l)
Método de Análisis	Titración de ácido utilizando fenolftaleína y bicarbonato total
Volumen de Muestra	5 ml y 15 ml
Número de Test	110 (aprox.)
Dimensiones de la caja	230x120x60 mm
Peso	450 g

REFERENCIAS

1987 Anuario Estadístico de ASIN, Volumen 11.01 Agua (I), pag. 151-153.

Métodos Oficiales de Análisis, A.O.A.C., Edición 14, 1934.

Métodos Estándares para el Análisis de Aguas y Aguas Residuales, Edición 18, 1952 pag. 445-446.

SALUD Y SEGURIDAD

Los químicos de este Test Kit pueden presentar riesgo si se utilizan de manera no adecuada. Lea las pag. de Salud y Seguridad antes de trabajar con el Test Kit.

Anexo 6. Normas CAPRE

Nicaragua cuenta con sus normas de calidad del agua para consumo humano, ya que está inscrita en el Comité Coordinador Regional de Instituciones de Agua Potable y Saneamiento de Centroamérica, Panamá Y República Dominicana (CAPRE), fundado en 1993. El objetivo de las **normas CAPRE** es proteger la salud pública y por consiguiente, ajustar, eliminar o reducir al mínimo aquellos componentes o características del agua que pueden representar un riesgo para la salud de la comunidad e inconvenientes para la preservación de los sistemas de abastecimientos de agua. Estas normas establecen los requisitos básicos a los cuales debe responder la calidad del agua suministrada en los servicios para consumo humano y para todo uso domestico. La autoridad competente de aplicación de estas normas es el Ministerio de Salud (MINSAL), haciéndose responsable de controlar la higiene y sanidad del agua potable. Según lo expuesto en las normas CAPRE (Art. 3), en el análisis de la calidad del agua deben considerarse dos valores de referencia para determinar los resultados. Estos son:

- Valor Máximo Admisible: Corresponde a la concentración de sustancias o densidad bacteriana a partir de la cual provoca rechazo por parte de los consumidores o donde existe un riesgo para la salud. La superación de estos valores implica la toma de acciones correctivas inmediatas.

- Valor Recomendable: Corresponde a la concentración de sustancias o densidad de bacterias donde no hay riesgo sobre la salud de los consumidores.

Por tanto, el agua potable es aquella que cumple con los requerimientos de las normas CAPRE y reglamentos nacionales sobre calidad del agua para consumo humano y que básicamente atiende a los siguientes requisitos:

- Libre de microorganismos que causan enfermedades.
- Libre de compuestos nocivos a la salud.

- Aceptable para consumo, con bajo contenido de color, gusto y olor aceptables.
- Sin compuestos que causen corrosión o incrustaciones en las instalaciones sanitarias.

Parámetros químicos

Parámetro	Unidad	Valor Recomendado	Valor Máximo Admisible
Cloruros	mg/L	25	250

Fuente: Normas CAPRE

Parámetros físicos

Parámetro	Unidad	Valor Recomendado	Valor Máximo Admisible
Conductividad Eléctrica	$\mu\text{S/cm}$	400	-
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	-	1000
Temperatura	$^{\circ}\text{C}$	18 a 30	-

Fuente: Normas CAPRE

Anexo 7. Monitoreo de la calidad del agua

El monitoreo de calidad de agua es la actividad sistemática, continua y periódica de supervisión de los diferentes parámetros que determina los posibles usos del agua. Es el pilar sobre el que deben basarse las actividades orientadas al manejo de la misma (OMS, 2005).

Según ENACAL la ejecución del monitoreo a nivel nacional lo realizan cada uno de los responsables de calidad del agua de esta empresa, de las 5 regiones (Norte, Sur, Oriente, Occidente y Managua). De acuerdo al plan anual programado desglosan un plan Mensual y a su vez un plan Semanal de visitas a cada uno de los acueductos involucrados (se describe el punto exacto de toma de muestra).

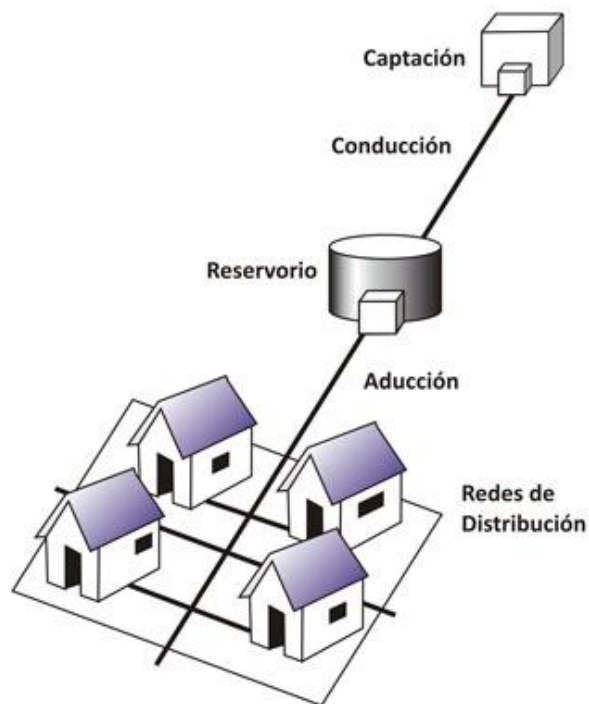
El plan de monitoreo incluye puntos de muestreo en la red de distribución tanques de almacenamiento y fuentes de Abastecimiento y se elabora aplicando las “Normas de Calidad del Agua para Consumo Humano” la cual nos define los parámetros, frecuencia y número de muestras. La frecuencia se define en función del tamaño y densidad de la población (Zamorano, 2007).

Anexo 8. Tipos de sistemas de abastecimiento de la microcuenca

La Guía de orientación en Saneamiento Básico de la OMS expone los sistemas de abastecimiento que se utilizan en las zonas rurales. A continuación se describen únicamente los que se han encontrado en las comunidades de la microcuenca:

- **Sistemas convencionales:** Están diseñados y contruidos a partir de criterios de ingeniería definidos y aceptados, con un resultado preciso para el nivel de servicio establecido por el proyecto, ya sea a nivel de vivienda mediante conexiones domiciliarias o a nivel comunitario con puestos de agua comunales. Para zonas rurales se da una subdivisión:
 - **Sistemas por gravedad:** Cuando la fuente de agua natural se encuentra a más altitud que los usuarios, por lo que la fuerza que distribuye el agua por las canalizaciones es la gravedad. Se construye antes una pila de captación que permite recoger y almacenar el agua antes de su distribución.

Sistema de abastecimiento por gravedad

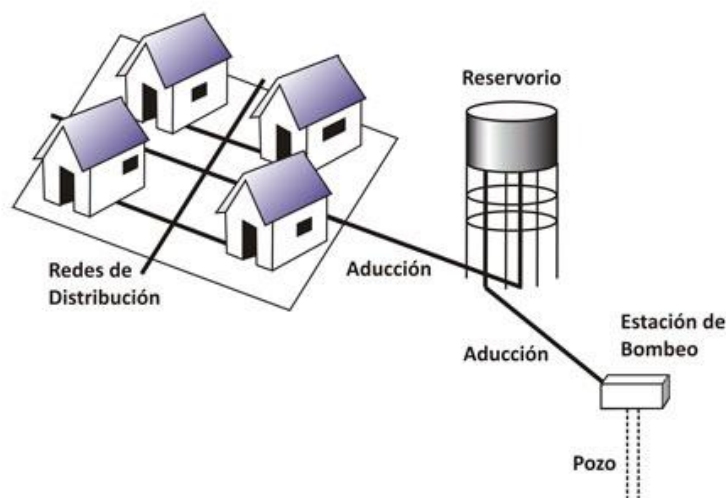


Fuente: Guía de orientación en saneamiento básico OMS

En la zona de estudio, este tipo de distribución de agua es el más característico y consiste en recoger el agua de una fuente de agua natural (ojo de agua) mediante una pila de captación que almacena el agua en la misma pila o en una pila de almacenamiento. Luego la distribuye mediante una canalización hasta los puestos de agua, que pueden ser comunales o privados, donde los pobladores recogen el agua. El abastecimiento de todas las viviendas puede ser difícil en las comunidades rurales y es por este motivo que no todas las familias disponen de agua corriente en la propia casa, y para abastecerse utilizan los puestos de agua. Aun así se pueden realizar algunas conexiones domiciliarias dentro de la vivienda con la red de agua de las canalizaciones que bajan del sistema de abastecimiento por gravedad. Esto proporciona mayor garantía sanitaria a los pobladores, ya que disminuye el requerimiento de almacenamiento intra domiciliario del agua y los riesgos de contaminación asociados. (Guía de orientación en saneamiento básico)

- **Sistemas por bombeo eléctrico:** Cuando la fuente de agua natural se encuentra más abajo que los usuarios y se requiere el uso de bombas para distribuir el agua a la población. Este tipo de sistema se utiliza en los pozos facilitando así la extracción de agua al hacerlo mediante una bomba.

Sistema de abastecimiento por bombeo eléctrico



Fuente: Guía de orientación en saneamiento básico OMS

- Sistemas no convencionales: Se refieren a soluciones individuales o multifamiliares dirigidas al aprovechamiento de pequeñas fuentes de agua. Entre estos sistemas destacan:
 - Pozos con bombas manuales: Pueden ser perforados o excavados, y dependiendo del tipo de protección del pozo y de la presencia de puntos de contaminación, el agua debe ser desinfectada antes de ser destinada al consumo humano directo. La extracción de agua en este caso se hace de forma manual mediante unas poleas, y el consumo es bastante local, a nivel de viviendas, sin llegar a distribuirse por la comunidad.

Anexo 9. Método de aforo utilizado

La Guía de orientación en Saneamiento Básico de la OMS expone también los diferentes métodos que pueden utilizarse para realizar aforos en las fuentes de agua ya que la información que proporcionan los aforos es necesaria para saber la cantidad de población a la que puede abastecer. El aforo es pues la operación de medición del volumen de agua en un tiempo determinado, es decir, el caudal que pasa por una sección de un curso de agua. El valor del caudal mínimo debe ser mayor que el consumo máximo diario con la finalidad de cubrir la demanda de agua de la población. Lo ideal sería que los aforos se efectúen en las temporadas críticas de los meses de estiaje (los meses secos) y de lluvias, para conocer caudales mínimos y máximos.

Así pues existen varios métodos para determinar el caudal de agua en zonas rurales. El que se ha utilizado en este estudio ha sido el método volumétrico que permite calcular caudales hasta con un máximo de 10 L/seg. Este método consiste en tomar el tiempo que tarda en llenarse un recipiente de volumen conocido. Posteriormente se divide el volumen en litros entre el tiempo promedio en segundos, obteniéndose el caudal en L/seg.

Cabe destacar que se recomienda preguntar a los pobladores de mayor edad acerca del comportamiento y las variaciones del caudal que pueden existir en la fuente, ya que ellos conocen con mayor certeza si la fuente de agua se seca o no o la variación de los niveles.

Anexo 10. Formas de protección de las fuentes

Para la protección de las fuentes de agua se debe tener en cuenta la Ley de Aguas Nacionales (nº 620) en su artículo 96 que afirma que es de interés social asegurar la calidad de los cuerpos de aguas nacionales, a través de la promoción y ejecución de las medidas y acciones necesarias para su debida y permanente protección y conservación. Esta Ley estipula como formas de protección:

a. Prohibición de la tala o corte de árboles o plantas de cualquier especie, que se encuentren dentro de un área de doscientos metros a partir de las riberas de los ríos y costas de lagos y lagunas a fin de proteger el recurso hídrico existente.

b. Las personas naturales y jurídicas que usen o aprovechen aguas en cualquier uso o actividad, están obligadas a cumplir las disposiciones normativas que establezca MARENA para prevenir su contaminación y en su caso reintegrarlas en condiciones adecuadas, a fin de permitir su utilización posterior en otras actividades o usos y mantener el equilibrio de los ecosistemas.

c. Las empresas públicas y privadas que realizan actividades económicas haciendo uso de los recursos hídricos deberán destinar un porcentaje de sus ingresos para incentivo a los propietarios que manejan eficientemente el recurso hídrico, bosques y suelos a nivel de las Cuencas.

d. La perforación de pozos o valoración de manantiales con fines potables y otras formas de captación para abastecimiento de poblaciones, requerirán estudios hidrogeológicos a detalle del entorno, así como de análisis físicos, químicos y biológicos completos de metales pesados, plaguicidas y otros.

Además, el MARENA en consulta con la Autoridad del Agua de la Ley General de Aguas Nacionales, con el objeto de asegurar la protección de las aguas nacionales, deberá:

- a) Promover la ejecución de planes de protección de los recursos hídricos en cuencas y acuíferos, considerando las relaciones existentes con los usos del suelo, la cantidad y calidad del agua;
- b) Promover o realizar las medidas necesarias para evitar que desechos y sustancias tóxicas, provenientes de cualquier actividad, contaminen las aguas nacionales y los bienes de dominio público que le son inherentes;
- c) Implementar programas de reducción de emisiones de contaminantes, estableciendo compromisos con los diferentes agentes que viertan sus aguas residuales a los cuerpos receptores nacionales, para que en plazos determinados, y en forma paulatina, cumplan con las normas técnicas correspondientes;
- d) Realizar las consultas necesarias entre los usuarios del agua y demás grupos de la sociedad civil, para determinar metas de calidad, plazos para alcanzarlas y los recursos que deben obtenerse para tal efecto; y
- e) Coordinar los estudios y demás trabajos necesarios para determinar los parámetros que deberán cumplir los vertidos, la capacidad de asimilación y dilución de los cuerpos de aguas nacionales y las cargas de contaminantes que éstos pueden recibir.

Y también participar con otras instituciones responsables en la:

- a) Formulación y realización de estudios para evaluar la calidad de los cuerpos de agua nacionales de acuerdo con los usos a que se tenga destinado el recurso y realización del monitoreo sistemático y permanente;
- b) Vigilancia para que el agua suministrada para consumo humano cumpla con las normas de calidad correspondientes;
- c) Vigilancia para que el uso de las aguas residuales cumpla con las normas de calidad del agua, emitidas para tal efecto; e
- d) Implementación de mecanismos de respuesta rápido, oportuno y eficiente, ante una emergencia o contingencia ambiental, que se presente en los cuerpos de agua o bienes nacionales, así como, la realización de estudios que se requieran para la determinación y cuantificación del daño ambiental en cuerpos receptores, así como el costo de su reparación.

Respecto a los Comité de Agua Potable y Saneamiento cabe decir que se han creado durante el gobierno de Daniel Ortega Saavedra bajo la **Ley No. 722**, el día 28 de mayo del año 2010, publicada 14 de Junio del mismo año en La Gaceta Diario Oficial. La Microcuenca *La Jabonera* cuenta con un CAP en cada una de las tres comunidades presentes: Almaciguera, Despoblado y Estanzuela. Cabe señalar en cuanto a la normativa de los CAPS lo siguiente:

Arto. 1. Objeto: Esta ley tiene por objeto establecer las disposiciones de organización, constitución, legalización y funcionamiento de los Comité de Agua Potable y Saneamiento (CAPS) existentes en el país y los que se organicen a partir de esta ley.

Arto. 2. Características de los CAPS: Se reconoce la existencia de los CAPS, como organizaciones comunitarias sin fines de lucro e integrados por personas electas democráticamente por la comunidad, como instrumentos que contribuyen al desarrollo económico y social, a la democracia participativa y a la justicia social de la nación, creando, en este caso, las condiciones necesarias para el acceso al agua potable y el saneamiento de la población en general, con la finalidad de ejecutar acciones que contribuyen a la Gestión Integral de Los Recursos Hídricos.

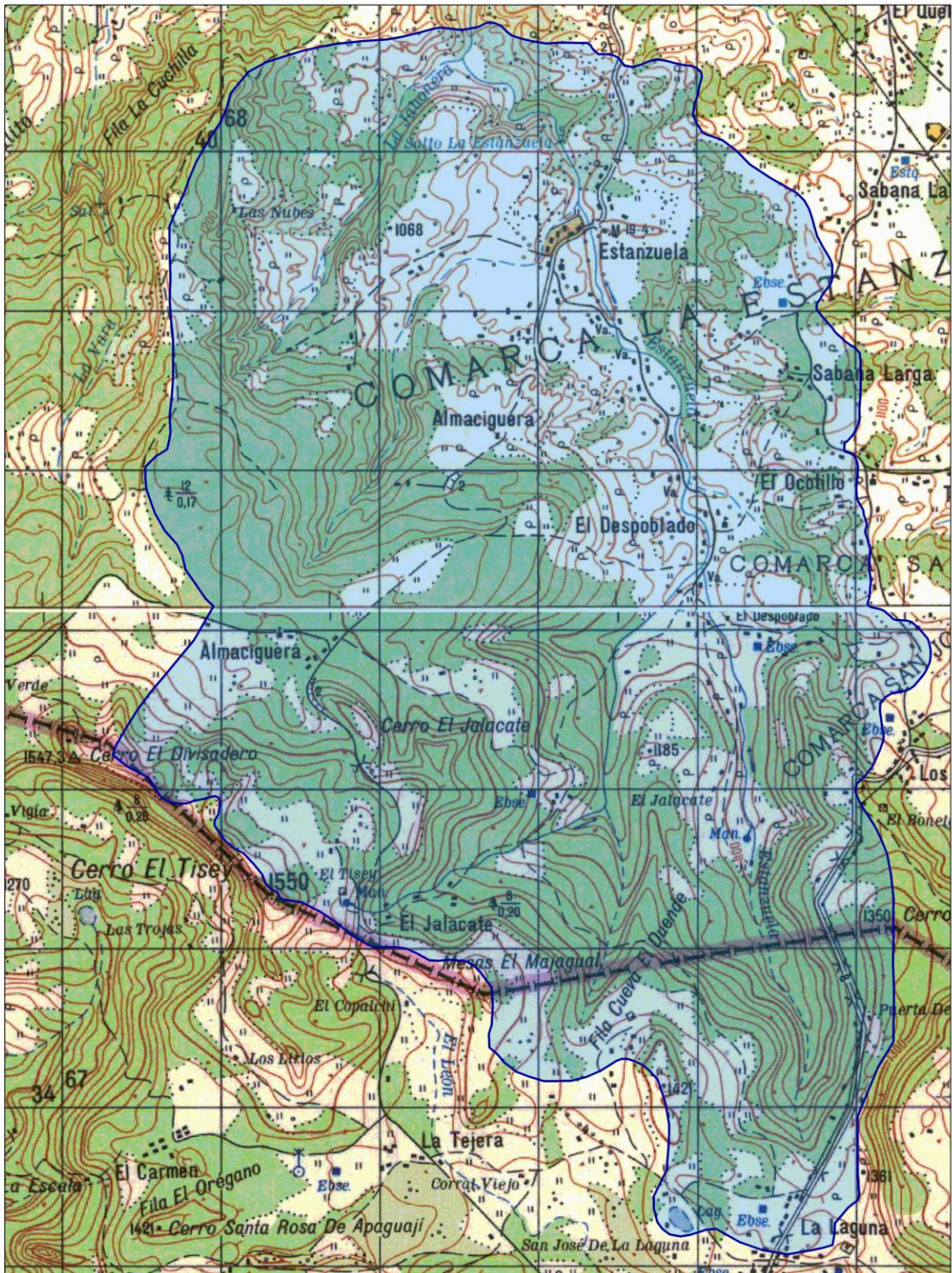
Arto. 17. Funciones de los CAPS. Los CAPS tendrán las siguientes funciones:

1. Cumplir y hacer cumplir las normas y reglamentos que establezca el Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA), en lo relativo a la administración, operación y mantenimiento de los acueductos rurales.
2. Convocar a los comunitarios a reuniones para tratar asuntos relativos al acueducto.

3. Velar por el buen funcionamiento del servicio, ejecutando las obras necesarias para la conservación y mejoramiento, con la supervisión del INAA.
4. Autorizar y suspender los servicios domiciliarios conforme al reglamento y de conformidad con las disposiciones de la Autoridad de Aplicación.
5. Recaudar y administrar los fondos provenientes de las tarifas correspondientes al sistema, así como los de contribuciones, rifas y eventos sociales que realicen para aumentar los recursos del CAPS.
6. Colaborar con el INAA, Alcaldías, y Ministerios de Salud, en campañas de promoción comunal y divulgación sanitaria relativa al uso del agua.
7. Fomentar la utilización adecuada del sistema, controlando periódicamente los desperdicios de agua y su uso indebido en riegos agrícolas, y otros usos no autorizados por el INAA.
8. Vigilar y proteger las fuentes de abastecimiento del sistema, evitar su contaminación y ayudar a la protección las Microcuencas Hidrográficas de las fuentes de suministro de agua.
9. Contratar los servicios del personal necesario para la protección y mantenimiento del sistema comunitario de abastecimiento de agua potable.
10. Rendir informes del funcionamiento del CAPS conforme el reglamento, estatutos y las normas que para tales fines se establezcan.

Anexo 11. Área y perímetro de la Microcuenca La Jabonera

Area y perímetro de la Microcuenca La Jabonera



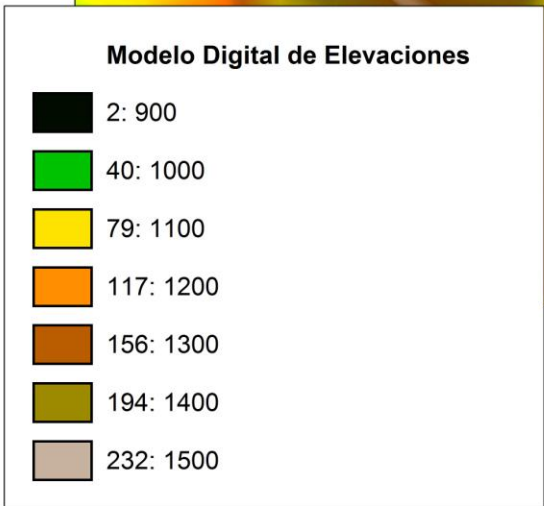
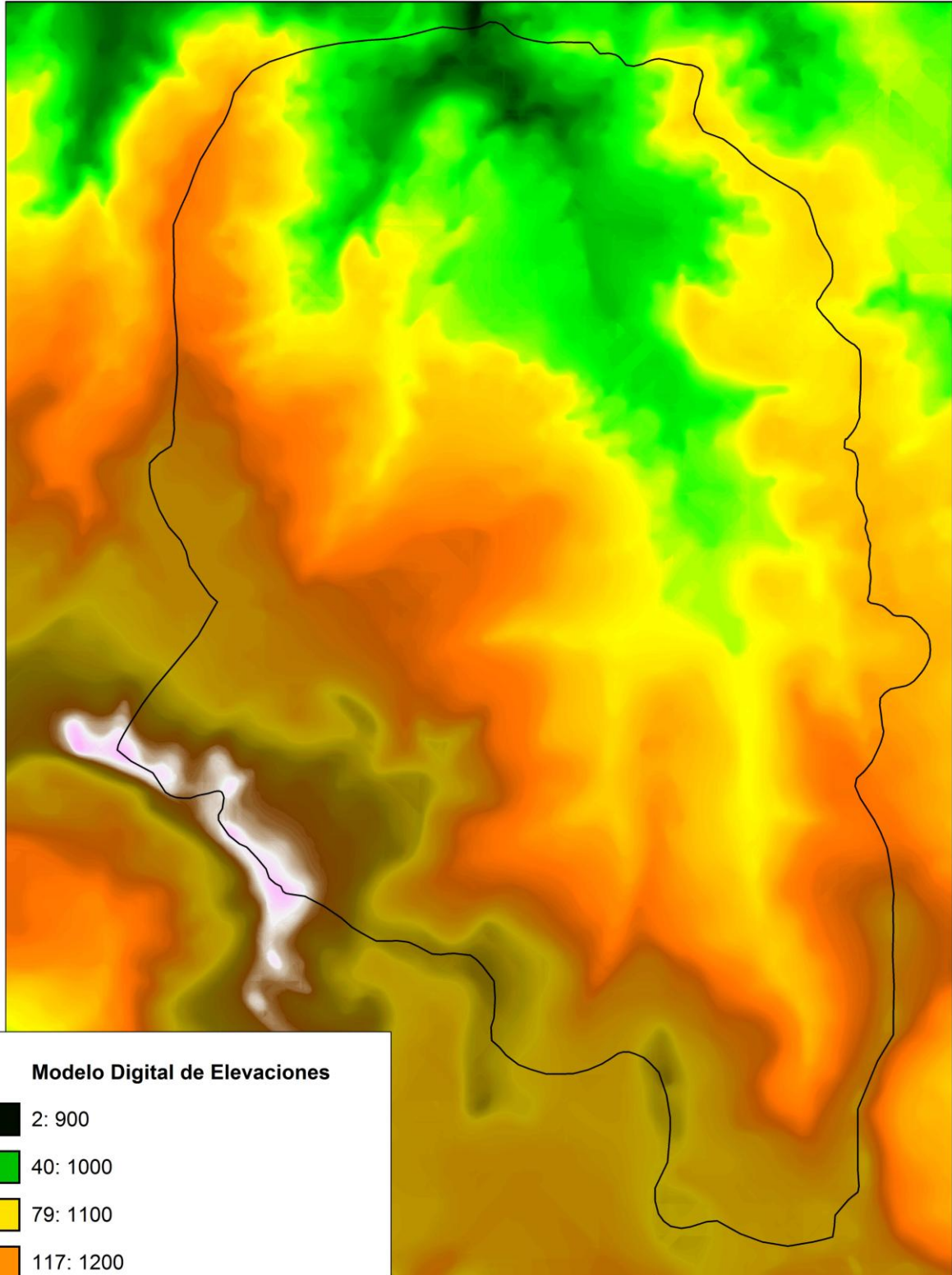
DATUM UTM NAD27
Central zona 16N
Elaboración propia

Fecha de impresión:
21-06-2011



Anexo 13: Modelo Digital de Elevaciones (MDE) de la Microcuenca La Jabonera

Modelo Digital de Elevaciones de la Microcuenca

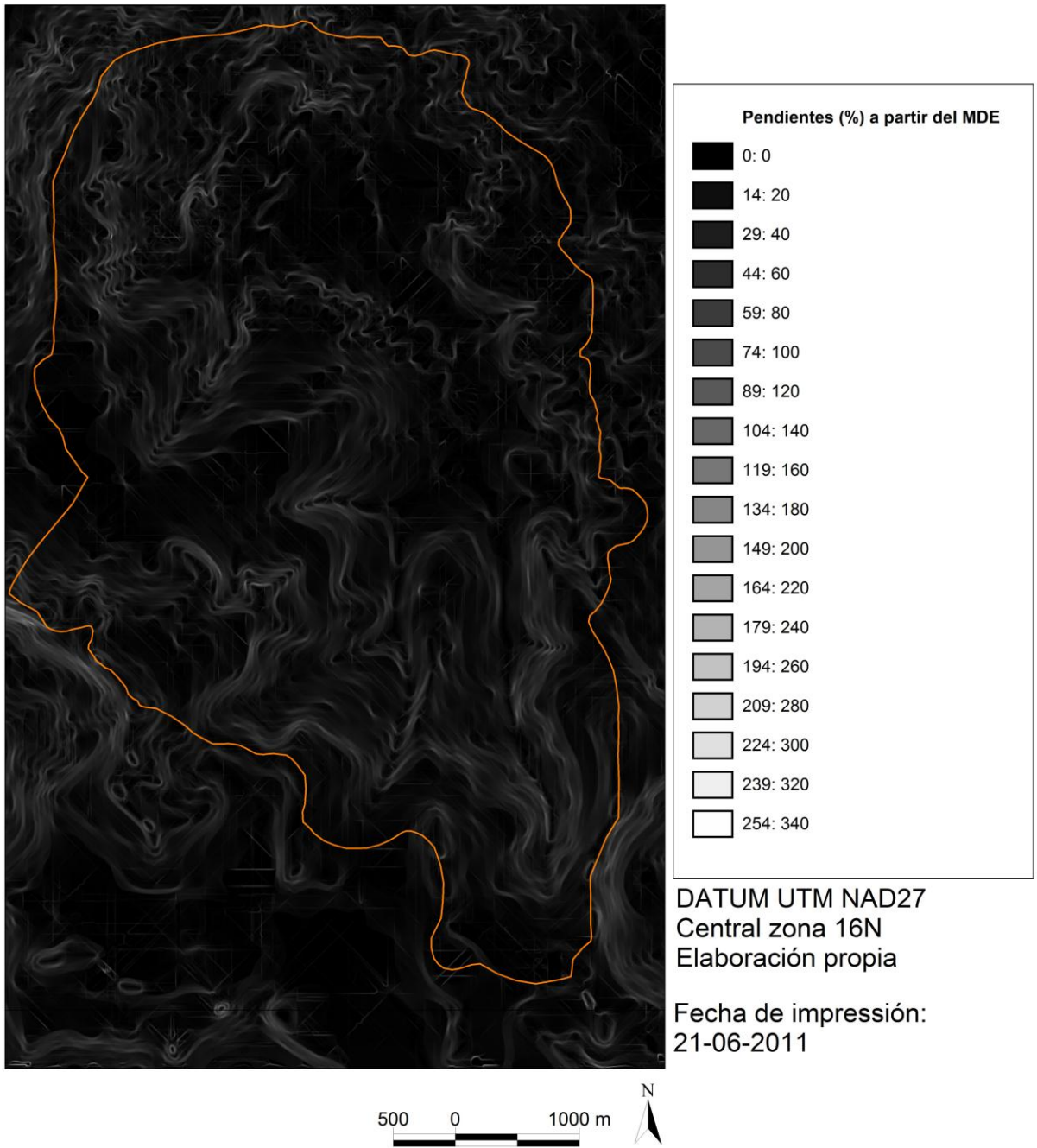


DATUM UTM NAD27 Fecha de impresión:
Central zona 16N 21-06-2011
Elaboración propia



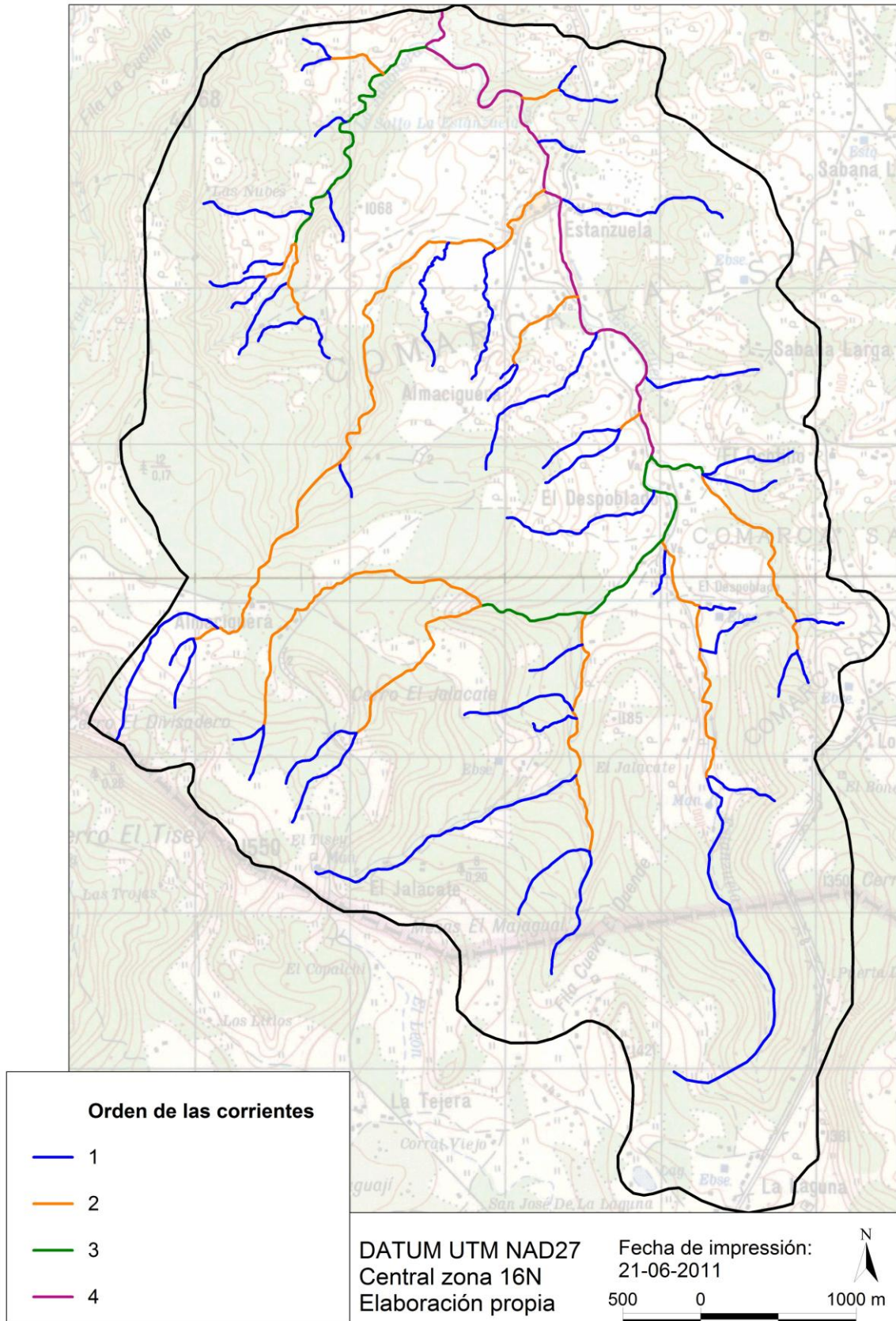
Anexo 14: Pendiente (%) de la Microcuenca La Jabonera

Pendiente (%) de la Microcuenca



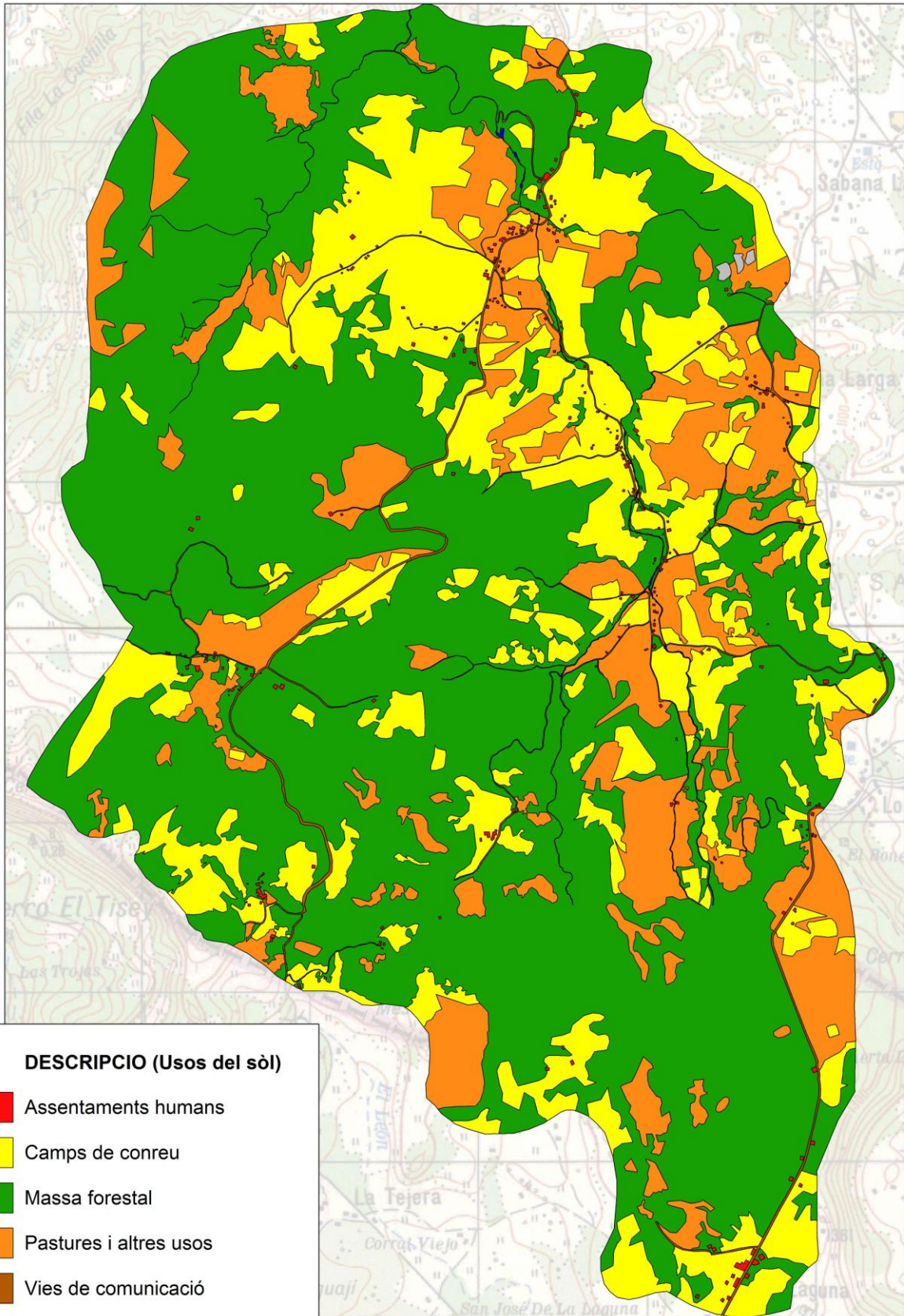
Anexo 15: Orden de las corrientes de la Microcuenca La Jabonera

Orden de las corrientes de la Microcuenca



Anexo 16: Mapa de los usos del suelo de la Microcuenca

Usos del suelo de la Microcuenca La Jabonera



DESCRIPCIO (Usos del sòl)

- Assentaments humans
- Camps de conreu
- Massa forestal
- Pastures i altres usos
- Vies de comunicació
- Xarxa hidrica
- Zones rocoses

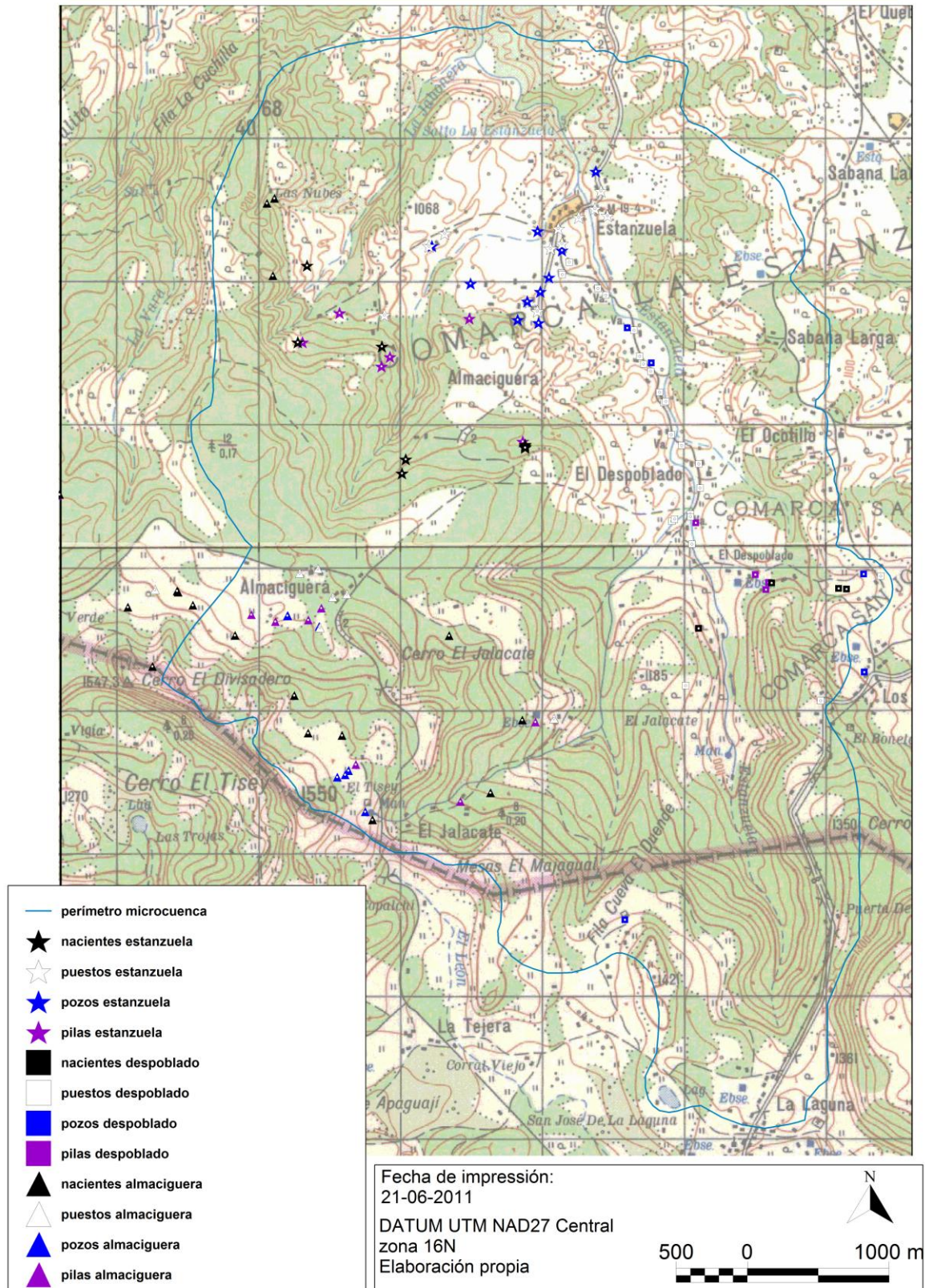
DATUM UTM NAD27
Central zona 16N
Elaboración propia

Fecha de impresión:
21-06-2011

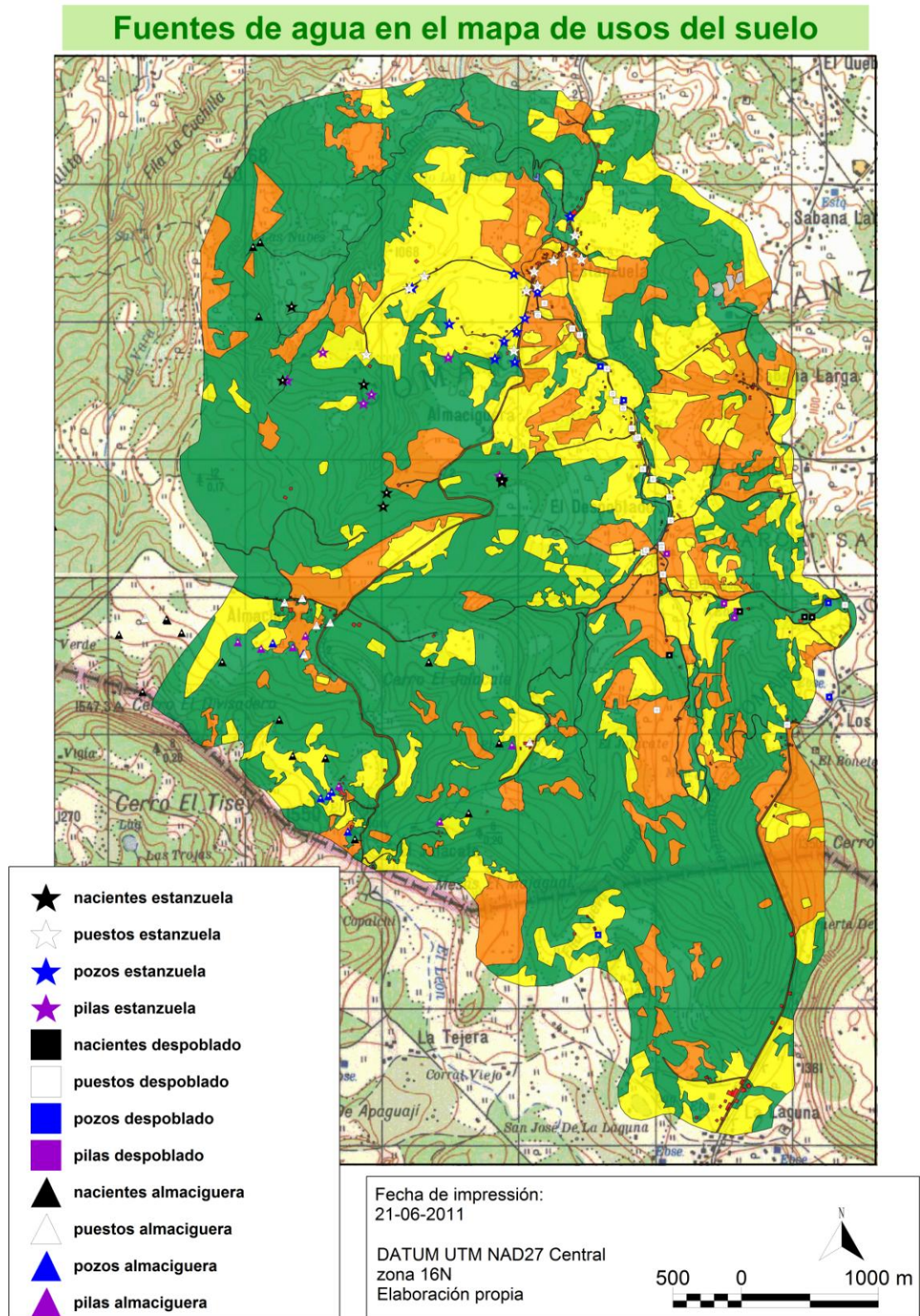
00 0 1000 m

Anexo 17: Mapa de localización de las fuentes de agua en la Microcuenca

Localización de las fuentes de agua en la microcuenca

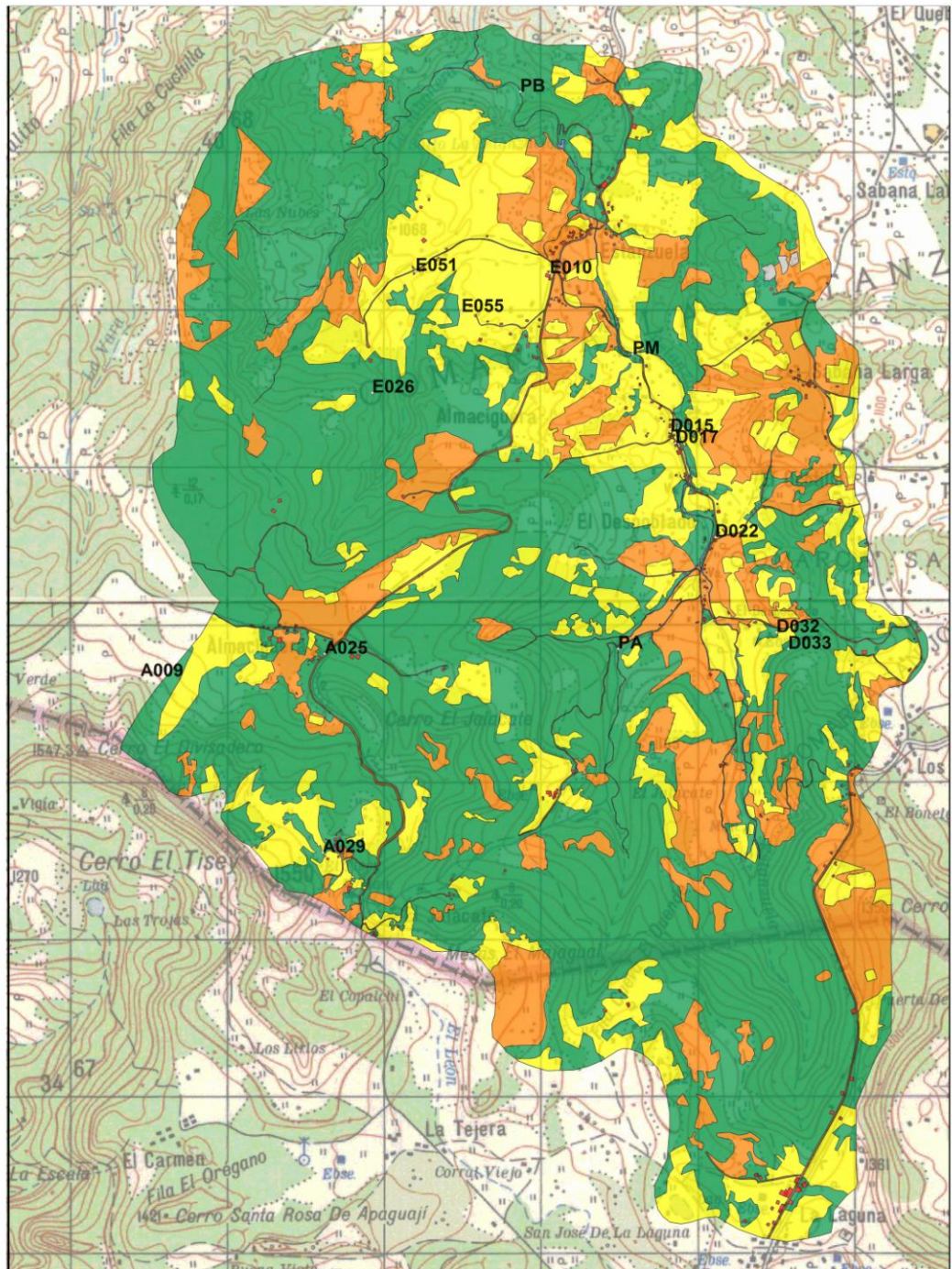


Anexo 18: Mapa de usos del suelo con las fuentes de agua georreferenciadas



Anexo 19: Mapa de usos del suelo con las fuentes de agua analizadas

Localización de las fuentes de agua evaluadas



fontos analizzades

Fecha de impresión:
21-06-2011
DATUM UTM NAD27 Central
zona 16N
Elaboración propia



Anexo 20: Mapa de las áreas de recarga de los nacientes de la Microcuenca

