



TROCAIRE
Working for a Just World

APRODESA

Proyecto UNA/TROCAIRE

**Fortalecimiento de capacidades de técnicos de entidades socias
TROCAIRE y actores locales de las micro cuencas Orocuina, Las Jaguas, El
Espinal y el municipio La Conquista, en implementación de acciones de
ordenamiento territorial y gestión del riesgo**

Plan de manejo y conservación de zonas con potencial de recarga hídrica, micro cuenca El Espinal, Pueblo Nuevo



Elaborado por:

Justo E. Castro Brenes (UNA)

Con la colaboración de:

Salomón Martínez (APRODESA)

Sabrina Leal Tijerino (APRODESA)

César Aguirre J. (UNA)

Diciembre, 2011

LA SITUACIÓN

La micro cuenca del río el Espinal se sitúa al Oeste del municipio de Pueblo Nuevo, tiene una extensión territorial de 91.68 kilómetros cuadrados, con una población de 7,927 habitantes. Esta micro cuenca presenta problemas sociales, económicos y ambientales poniendo en riesgos el bienestar de la población actual y el de las futuras generaciones. El manejo inapropiado tales como: practicas inadecuadas de los recursos naturales, avance de la frontera agrícola y la ganadería extensiva han provocado la erosión del suelo y ha impedido la regeneración de la mayoría de especies arbóreas. En este particular, la ganadería utiliza los cuerpos de agua superficiales como abrevaderos para ganado; dejando así algún grado de alteración en la calidad de las aguas por coliformes fecales (POT, 2011).

La pobreza rural conduce a una sobre explotación de estos recursos naturales y afecta entre otros la disponibilidad de agua para el consumo humano y para fines productivos y comerciales. La falta de un manejo apropiado principalmente de los recursos suelos, bosque y agua, agudiza los problemas ambientales en zonas vulnerables, provoca la erosión de los suelos, deslizamientos de tierra, e incrementa el riesgo de inundaciones y sequías locales por disturbios en el régimen hidrológico. En este contexto, es imperante la aplicación de instrumentos de planificación y ordenamiento del territorio, que faciliten la implementación de medidas de uso de suelos, buenas prácticas productivas y protección ambiental (POT, 2011).

El manejo integrado de las cuencas ha sido uno de los enfoques propuestos para atender la situación. No obstante, hay experiencias que muestran impactos reducidos en las cuencas; entre los factores por los que no se ha logrado los impactos deseados, se encuentra la falta de una dinámica local y municipal propia de sus actores que incentive este el manejo de cuencas, así como la falta de focalización o priorización de áreas para realizar las acciones.

El agua es un eje integrador en una cuenca hidrográfica, entre las personas que habitan y realizan sus actividades productivas en las partes altas (donde nacen manantiales y ríos), y los usuarios en las partes medias y bajas de la cuenca. El agua se mueve en espacios permeables y semipermeables del suelo, los cuales se pueden delimitar por sus funciones hidrológicas, la generación de efluentes y sus cauces. Tomando en cuenta las características económicas y sociales de los territorios, se denominan como “zonas de recarga hídrica”, que en general son zonas de precipitación e infiltración del agua y zonas ribereñas.

EL PROBLEMA

Para que los sistemas de recarga sigan cumpliendo la función de captación de agua, es necesario preservar las condiciones apropiadas del sistema. Algunos de los requisitos que deben cumplir las zonas de recarga son disponer de agua proveniente de lluvia abundante para infiltrar (cantidad e intensidad), suelos y rocas permeables en la superficie del terreno, fracturas, fallas y grietas para facilitar la infiltración y la percolación profunda, así como la comunicación hidráulica con los canales y mantos acuíferos, cobertura vegetal y uso adecuado del suelo.

Los manantiales en la micro cuenca, son afloramiento de los flujos subsuperficiales que solamente en momentos que la precipitación es alta logran escurrir, a su vez son de gran utilidad para consumo humano por ser las formas superficiales de captación de agua más común en la reserva (POT, 2011).

En la actualidad la preservación de las condiciones antes mencionadas no se está dando completamente debido a la deforestación, quemas agrícolas, erosión de suelos y otros, que afectan la infiltración y percolación profunda del agua en las zonas de recarga. Estos problemas causan una merma en la disponibilidad de agua para todos los usuarios.

LA INTERVENCIÓN

La micro cuenca El Espinal es una de las áreas de intervención de APRODESA y del proyecto UNA/TROCAIRE. Entre las actividades de este proyecto se encuentra el abordaje de la disponibilidad de agua mediante la identificación, delimitación y manejo de las zonas potenciales de recarga hídrica de fuentes de agua utilizadas para consumo humano. Aunque existen alrededor de 20 fuentes, por motivos de tiempo y recursos se decidió trabajar sólo en seis de éstas en una primera etapa, por ser las más utilizadas por habitantes de las comunidades Macuelizo, Horcones, Soncuán y Horno. Se siguió una estrategia de trabajo participativa, que busca concientizar y sensibilizar a los comunitarios para mejorar el uso del suelo y la cobertura vegetal, para garantizar la recarga de agua. Asimismo, se decidió enfocar el trabajo en la zona que alimenta directamente a las fuentes de agua.

CONCEPTOS Y METODOLOGIAS DE INTERVENCIÓN

¿Qué es una fuente de agua?

La creciente disminución de fuentes de agua, de calidad para los diferentes usos (consumo humano, riego, etc.), resalta la importancia de la conservación del agua, además de la del suelo. Debido a la estrecha relación entre suelos y cantidad y calidad del agua se justifica que el uso, manejo y conservación de suelos y recursos hídricos se enfoque en forma integrada (Pla Sentís, 2005).

En general, una fuente de agua es todo cuerpo de agua superficial (quebrada, río, laguna, lago) y subterráneo (acuífero, pozo), disponible o potencialmente disponible para poderla utilizar en cantidad suficiente y de calidad aceptable, en un emplazamiento determinado y durante un período de tiempo adecuado para satisfacer una demanda identificable (UNESCO y OMM, 1998).

Una fuente, manantial, ojo de agua o nacimiento, es el afloramiento natural del agua de la capa freática en un punto de la superficie del terreno (Figura 1).

Se pueden distinguir por lo menos dos modalidades de fuentes de agua:

- ◆ Fuentes permanentes, que mantienen un cierto caudal durante todo el año, y
- ◆ Fuentes temporales, que se secan durante el verano o en parte de él.

Las fuentes permanentes están conectadas a venas más profundas de la capa freática o a bolsones subterráneos de agua existentes en muchos substratos y, por lo tanto, sus caudales no se ven muy afectados por el período seco.

Las fuentes temporales son afloramientos de venas más superficiales y se secan cuando la tabla de humedad de saturación empieza a bajar durante el verano. Desde el punto de vista del aprovechamiento, las fuentes permanentes presentan mayor potencial, tanto para el consumo humano como para las actividades de producción (agricultura bajo riego, producción animal, ecoturismo, etc.).

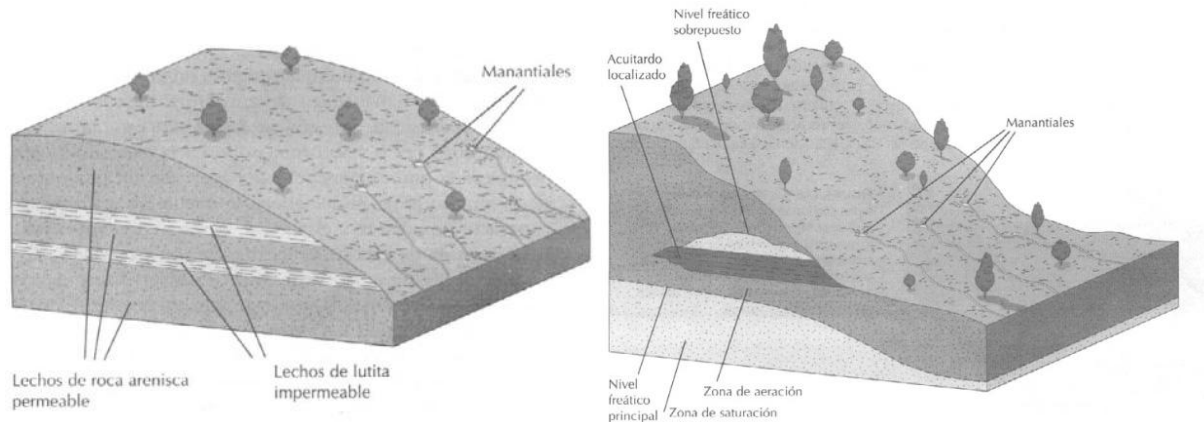
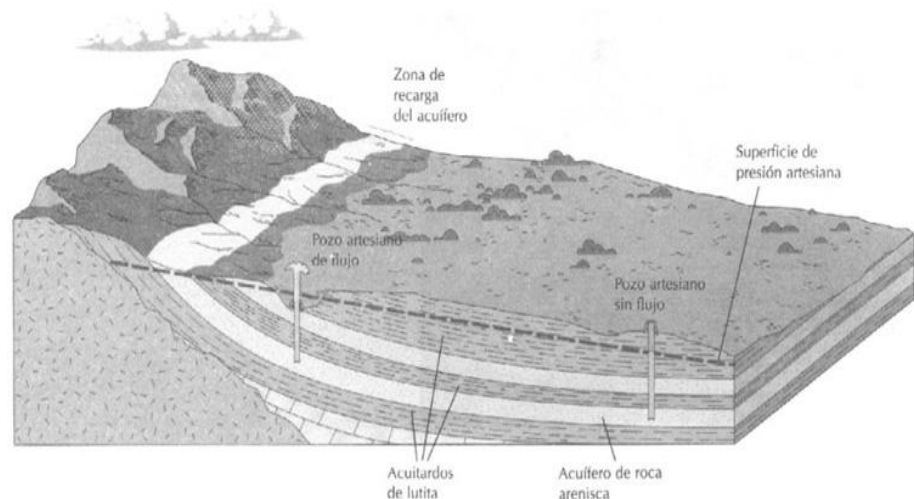


Figura 1. Los manantiales se forman cuando el movimiento lateral del agua subterránea intercepta la superficie terrestre (Fundamentos de Hidrogeología, 2006).

¿Cuál es la zona de recarga hídrica?

La recarga es el proceso por el cual se incorpora a un acuífero agua procedente del exterior del contorno que lo limita. Son varias las procedencias de esa recarga, desde la infiltración de la lluvia (la más importante) y de las aguas superficiales (importantes en climas poco lluviosos), hasta la transferencia de agua desde otro acuífero, si los mismos son externos al acuífero o sistema acuífero en consideración (Custodio, 1998).

Figura 2. Un sistema artesiano debe tener un acuífero confinado arriba y abajo por acuitardos; el acuífero debe estar expuesto a la superficie y debe haber suficiente precipitación para que se recargue la zona y se mantenga lleno tal depósito (Fundamentos de Hidrogeología, 2006)



Los fenómenos más importantes concernientes a los acuíferos, desde el punto de vista de la hidrología, son la recarga y descarga de ellos. Normalmente, los acuíferos se van recargando de forma natural con la precipitación que se infiltra en el suelo y en las rocas. En el ciclo hidrológico normal, el agua suele entrar al acuífero en las llamadas zonas de recarga, atraviesa muy lentamente el manto freático y acaba saliendo por las zonas de descarga, formando manantiales y fuentes que devuelven el agua a la superficie (Faustino, 2006).

Cuadro 1. Efecto de la actividad antrópica sobre los acuíferos.

Actividades	Implicaciones en el acuífero
<ul style="list-style-type: none"> • Mayor explotación de las aguas subterráneas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Descenso del nivel de agua. • Mejoramiento del drenaje en tierras bajas (control de inundaciones). • Aumento en costos de bombeo. • Intrusión de aguas salinas en zonas costeras (degradación). • Disminución de descargas naturales (manantiales, flujos base).
<ul style="list-style-type: none"> • Impermeabilización de suelos (en zonas de recarga). • Deforestación (compactación de los suelos por lluvia y erosión por mayor escorrentía superficial). • Construcciones (urbanizaciones, carreteras). 	<ul style="list-style-type: none"> • Menor recarga (menor potencial de los acuíferos, aumento de la escorrentía superficial y erosión en zonas de recarga).
<ul style="list-style-type: none"> • Intensificación de actividades humanas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Contaminación de agua y suelo.

Fuente: Losilla, 1986

Elaboración de planes de manejo y conservación de áreas de recarga

El diagnóstico que sirvió de base para la elaboración del Plan de Ordenamiento de la micro cuenca El Espinal, señala problemas de déficit de agua para diferentes usos, debido a la disminución de la capacidad de recarga de los acuíferos y por ende el flujo subsuperficial que alimentan las fuentes de agua; por tanto, es necesario proponer medidas que aseguren la sostenibilidad de los recursos hídricos.

La actividad de elaboración de planes de manejo de áreas de recarga hídrica, pretende fortalecer las capacidades de los técnicos de entidades socias TROCAIRE y líderes comunitarios, en la protección y conservación de los recursos hídricos superficiales.

Se adaptó la metodología de Matus (2007) de Identificación de ZPRH para fuentes de agua subsuperficiales, la cual consta de seis pasos: coordinación entre actores del territorio, taller de inducción de elementos conceptuales de recarga hídrica, reconocimiento con los participantes a las fuentes de agua y zonas de recarga, aplicación de indicadores de estimación de capacidad de recarga, procesamiento de información generada en la aplicación de indicadores y la comparación de la

información de campo con la información cartográfica digital de la zona (geología, cobertura vegetal, uso de suelo, textura de suelos).

Esta actividad se realizó mediante procesos participativos, que incluyó el desarrollo de talleres y el acompañamiento de campo de pobladores y técnicos, aspectos clave ya que fueron espacios de identificación, interpretación y análisis del funcionamiento hídrico de la micro cuenca.

Se trabajó en seis fuentes de agua seleccionadas, cumpliendo los criterios de abastecer a más del 50 % de la población cercana y ser fuente subsuperficial. Para efectuar esta actividad se realizaron los siguientes talleres:

Taller práctico 1: Taller de capacitación con actores involucrados; identificación de fuentes de agua y primer acercamiento a las ZPRH a partir del conocimiento local.

Taller práctico 2: Análisis y evaluación de las ZPRH en base a los conocimientos adquiridos. Determinación de las ZPRH en fincas donde se ubican estas zonas.

Identificación y caracterización de fuentes de agua y zonas potenciales de recarga hídrica (ZPRH)

Evaluación de los indicadores de estimación de capacidad de recarga

En conjunto con líderes comunitarios se realizó la evaluación de los indicadores de estimación de capacidad de recarga en al menos 3 áreas aledañas a las fuentes; los resultados fueron los siguientes.



Pendiente

El cálculo de la pendiente hizo mediante el método de la cuerda-nivel, obteniendo los resultados que se presentan en el cuadro 2.

Cuadro 2. Pendientes de las ZPRH

Sitio	Microrelieve	Pendiente (%)	Ponderación
Horcones	Moderadamente ondulado / cóncavo	11	4
Horno	Ondulado /convexo	19	3
Macuelizo (Moca)	Moderadamente ondulado / cóncavo	11	4
Macuelizo (Aguacate)	Ondulado / convexo	30	3
Soncuán 1 y 2	Moderadamente ondulado / cóncavo	12	4
Soncuán 3	Ondulado / convexo	38	3

Tipo de Suelo

Para el evaluar el tipo de suelo en función de la capacidad de recarga, se utilizó dos variables: la textura (determinada al tacto) y la capacidad de infiltración de una lamina

de agua (equivalente a una pulgada de lluvia), mediante un cilindro de infiltración de 13 cm de diámetro.

Cuadro 3. Tipo de suelo en las ZPRH

Sitio	Textura	Infiltración	Ponderación
Horcones	Franco limoso	Moderada	3
Horno	Franco arcilloso	Baja	2
Macuelizo (Moca)	Franco limoso	Moderada	3
Macuelizo (Aguacate)	Franco arcilloso	Baja	2
Soncuán 1 y 2	Franco limoso	Moderada	3
Soncuán 3	Franco limoso	Moderada	3

Tipo de Roca

Las rocas existentes en la micro cuenca se derivan de seis formaciones geológicas (aluvial, grupo Coyol con cuatro derivaciones y grupo Matagalpa), es importante mencionar que no existen estudios geológicos a pequeña escala para conocer con precisión las estructuras presentes en las ZPRH.

Cuadro 4. Tipo de roca

Sitios	Tipo de roca	Ponderación
Horcones	Roca poco permeable	2
Horno	Moderadamente permeable	3
Macuelizo (Moca)	Moderadamente permeable	3
Macuelizo (Aguacate)	Moderadamente permeable	3
Soncuán 1 y 2	Moderadamente permeable	3
Soncuán 3	Moderadamente permeable	3

Cobertura Vegetal

El porcentaje de cobertura vegetal se obtuvo mediante estimación visual, teniendo en cuenta la vegetación existente en el periodo lluvioso; los resultados fueron los siguientes.

Cuadro 5. Porcentaje de cobertura vegetal

Sitio	% de cobertura vegetal	Ponderación
Horcones	75	4
Horno	75	4
Macuelizo (Moca)	80	4
Macuelizo (Aguacate)	70	4
Soncuán 1 y 2	75	4
Soncuán 3	70	4

Uso de Suelos

Los suelos en las áreas identificadas están siendo utilizados con fines agrícolas (principalmente maíz y frijol para autoconsumo), pero bajo sistemas agroforestales; no obstante, se emplea gran cantidad de pesticidas, lo que supone contaminación de las fuentes de agua.

Cuadro 6. Uso de suelos en las áreas potenciales de recarga

Sitio	Uso del suelo	Ponderación
Horcones	Sistema agroforestal	4
Horno	Sistema silvopastoril	4
Macuelizo (Moca)	Sistema agroforestal	4
Macuelizo (Aguacate)	Sistema agroforestal	4
Soncuán 1 y 2	Sistema agroforestal	4
Soncuán 3	Sistema agroforestal	4

Calculo de la capacidad de recarga de las zonas identificadas

Para el cálculo de posibilidad de recarga se utilizó una formula lineal, donde cada parámetro evaluado representa un peso relativo

$$ZR = [0,27(PyM) + 0,23(Ts) + 0,12(Tr) + 0,25(Cve) + 0,13(Us)]$$

Cuadro 7. Posibilidad de recarga según los criterios evaluados

Sitio	Criterios evaluados					Sumatoria	Posibilidad de recarga
	Pendiente del terreno	Tipo de suelo	Tipo de roca	Cobertura vegetal	Uso de suelo		
Horcones	1,08	0,69	0,24	1	0,52	3,53	Alta
Horno	0,81	0,46	0,36	1	0,52	3,15	Moderada
Macuelizo (Moca)	1,08	0,69	0,36	1	0,52	3,65	Alta
Macuelizo (Aguacate)	0,81	0,46	0,36	1	0,52	3,15	Moderada
Soncuán 1 y 2	1,08	0,69	0,36	1	0,52	3,65	Alta
Soncuán 3	0,81	0,69	0,36	1	0,52	3,38	Moderada

Elaboración de mapas de las zonas potenciales de recarga hídrica

Se elaboraron mapas temáticos de cada elemento evaluado, para luego elaborar el de ZPRH y compararlo con lo identificado. Es importante señalar que el 68.41 % del área de la micro cuenca tiene moderada potencial de recarga; asimismo, esta valoración

concuera con lo obtenido utilizando el programa ArcView 3.2, tal como se presenta en el siguiente cuadro.

Cuadro. Áreas identificadas con potencial de recarga

Fuente	Área (m ²)	Área (Ha)
El Horno	7943	0,79
Horcones	3896	0,39
La Moca	3452	0,35
El Aguacate	2835	0,28
Soncuán1 y 2	2697	0,27
Soncuán 3	2381	0,24

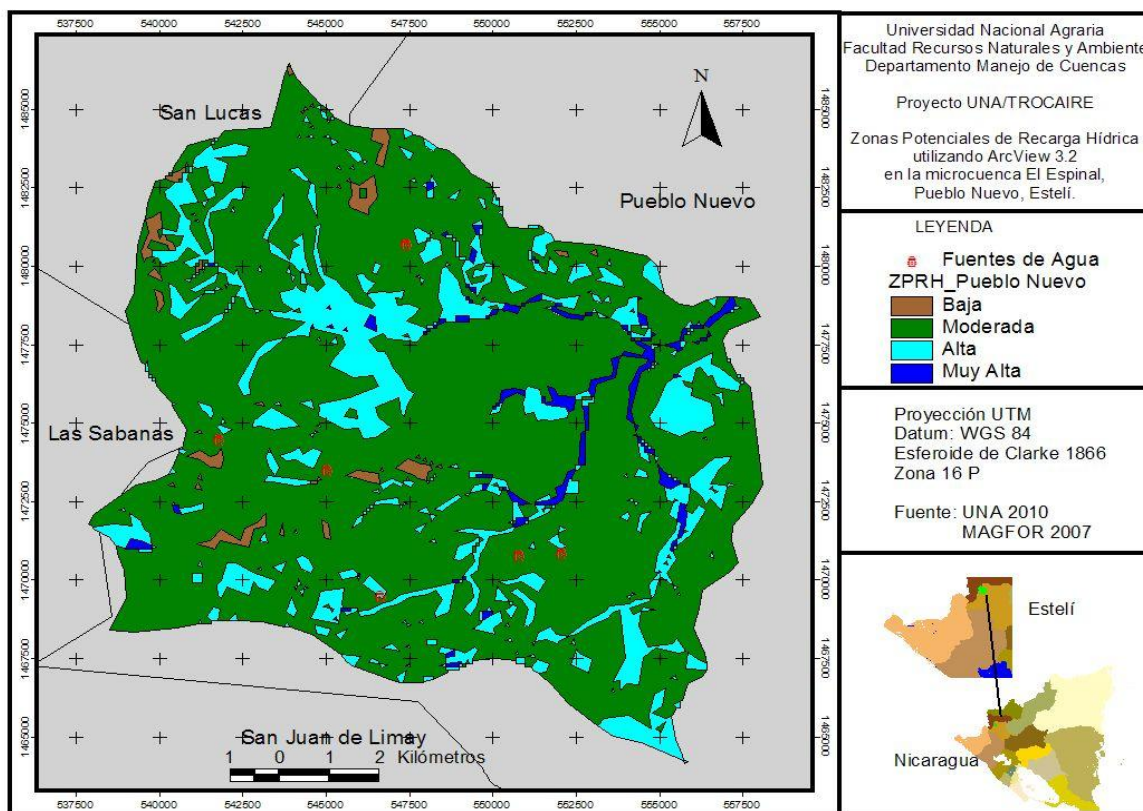


Figura 3. Mapa de zonas potenciales de recarga hídrica

Delimitación de áreas de recarga

Para asegurar la sostenibilidad de los recursos naturales y en especial el agua, es importante delimitar las ZPRH de las fuentes; esta actividad tuvo éxito al involucrar a los propietarios de las parcelas donde se ubican las ZPRH y determinando acciones en conjunto, para el manejo y conservación de dicha zonas.

Delimitación de las ZPRH, ésta se hizo a través de recorrido de campo, señalando el perímetro del área mediante marcas, tales como pintas en árboles, estacas y cercas. Los perímetros de las ZPRH delimitados y señalizados, se aprecian en la figura 4.

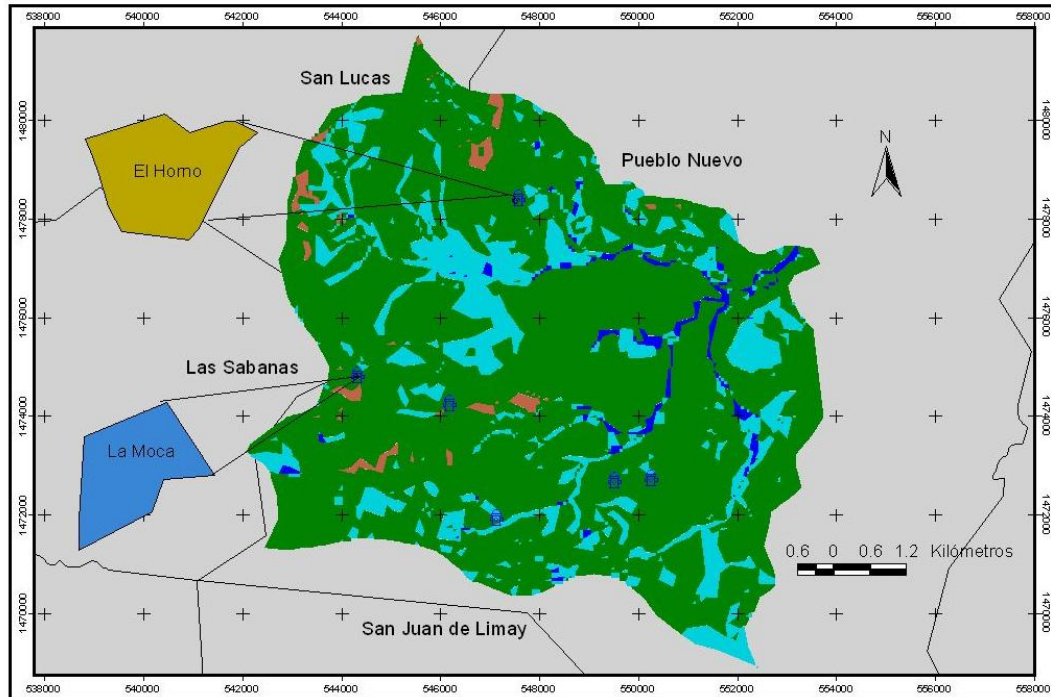


Figura 4. Polígonos de las zonas potenciales de recarga hídrica

Elaboración de plan de manejo y conservación de áreas de recarga

La elaboración de un plan de manejo y conservación se fundamenta en la participación real, activa y responsables de todas las personas encargadas de llevarlo a la práctica. Las siguientes actividades son las consensuadas con los comunitarios para manejar y conservar las ZPRH.

Cuadro 8. Acciones a realizar en las ZPRH

Práctica	Acción/Actividad	El Horno	La Moca
Protección	Cercado de las ZPRH	X	X
Manejo de Suelos	Curvas de nivel	X	X
	Zanjas de infiltración	X	
	No realizar quemas	X	X
	Dejar residuos vegetales	X	X
	Realizar rondas corta fuego	X	
Manejo de la vegetación	Establecimiento de especies caducifolias (de la zona)	X	X
	Cultivos perennes (frutales)		X
	Siembra de especies forrajeras	X	
	Barreras y cercas vivas	X	X
	Eliminar arboles de Neem	X	

Se recomienda reforestar con especies forestales caducifolias y propias de la zona, para reducir la extracción de agua por las plantas en época seca, en vista que en la micro cuenca la disponibilidad de agua en las fuentes se debe a flujo subsuperficial.

Cambios en la capacidad de recarga

Realizando cada una de las acciones propuestas, se mejoraría la capacidad de recarga de estas zonas, tal como se presenta en el cuadro siguiente:

Cuadro 9. Posibles cambios en los criterios evaluados

Sitio	Criterios evaluados					Sumatoria	Posibilidad de recarga
	Pendiente	Tipo de suelo	Tipo de roca	Cobertura vegetal	Uso de suelos		
El Horno	0,81	0,92	0,36	1	0,65	3,74	Alta
La Moca	1,08	0,92	0,36	1	0,65	4,01	Alta

ANEXOS

Tablas de parámetros para evaluar las Zonas Potenciales de Recarga Hídrica

Pendiente (%)	Posibilidad de recarga	Ponderación
0 – 6	Muy alta	5
6 – 15%	Alta	4
15 – 45%	Moderada	3
45 – 65%	Baja	2
> 65%	Muy Baja	1

Textura	Posibilidad de recarga	Ponderación
Suelos que van de franco arenosos a arenosos, con tamaño de agregados o partículas de gruesos a medios, con alta a buena capacidad de infiltración.	Muy alta	5
Suelos francos, con partes iguales de arena, limo y arcilla con buena a moderada capacidad de infiltración.	Alta	4
Suelos franco limoso, con partículas de tamaño medio a finas, con moderada capacidad de infiltración.	Moderada	3
Suelos franco arcillosos, combinación de limo y arcilla, con partículas finas, suelos pesados, con muestras de compactación, con baja capacidad de infiltración.	Baja	2
Suelos arcillosos, muy pesados, con partículas muy finas, compactados, con muy mala capacidad de infiltración.	Muy Baja	1

Uso del suelo	Posibilidad de recarga	Ponderación
Bosque que presentan los 3 estratos con árboles, arbustos y hierbas o zacate denso	Muy alta	5
Sistemas agroforestales o silvopastoriles	Alta	4
Terrenos cultivados y con obras de conservación de suelo	Regular	3
Terrenos cultivados sin ninguna obra de conservación de suelo y agua.	Baja	2
Terrenos agropecuarios con manejo intensivo.	Muy baja	1

Rocas	Posibilidad de recarga	Ponderación
Rocas muy permeables, muy suaves, constituida por cristales o agregados gruesos, con macro poros interconectados entre sí, como arenas gruesas, piedras pómez, gravas o cascajos.	Muy alta	5
Rocas permeables, suaves, constituidas por cristales o agregados medianos, con poros conectados entre sí, como arenas finas, areniscas, con poca cementación.	Alta	4
Rocas moderadamente permeables, semi suaves, con regular conexión de poros entre sí.	Moderada	3
Rocas poco permeables, un poco duras, moderadamente compactadas, constituidas por partículas finas, una combinación de gravas con arcillas, con presencia de fracturas conectadas entre sí.	Baja	2
Rocas impermeables, duras, cementadas, compactadas, constituidas por partículas muy finas, sin presencia de fracturas.	Muy baja	1

Porcentaje %	Posibilidad de recarga	Ponderación
> 80%	Muy alta	5
70 – 80%	Alta	4
50 – 70%	Moderada	3
30 – 50%	Baja	2
< 30%	Muy baja	1

Posibilidad de recarga	Rango
Muy alta	4,1 - 5
Alta	3,5 – 4,09
Moderada	2,6 – 3,49
Baja	2 – 2,59
Muy baja	1 – 1,99