



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL



Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo
Integral Regional Unidad Oaxaca

Maestría en Gestión de Proyectos para el Desarrollo Solidario

TESIS

**“Alternativas de manejo sustentable para protección de zonas de
recarga hídrica dentro de la microcuenca Río Jalapilla, San
Andrés Ixtlahuaca, Oaxaca”**

Para obtener el grado de:

MAESTRA EN GESTIÓN DE PROYECTOS PARA EL DESARROLLO
SOLIDARIO

PRESENTA

SANDRA MARIBEL REYES MACEDO

DIRECTORES DE TESIS

DR. SALVADOR ISIDRO BELMONTE JIMÉNEZ

M. en C. MARÍA DE LOS ÁNGELES LADRÓN DE GUEVARA TORRES

SANTA CRUZ XOXOCOTLÁN, OAXACA, FEBRERO 2021



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL SECRETARIA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

ACTA DE REGISTRO DE TEMA DE TESIS Y DESIGNACIÓN DE DIRECTOR DE TESIS

Ciudad de México, de del

El Colegio de Profesores de Posgrado de en su Sesión
(Unidad Académica)

No. celebrada el día del mes de conoció la solicitud presentada por el (la) alumno (a):

Apellido Paterno:	Reyes	Apellido Materno:	Macedo	Nombre (s):	Sandra Maribel
-------------------	-------	-------------------	--------	-------------	----------------

Número de registro:

del Programa Académico de Posgrado:

Referente al registro de su tema de tesis; acordando lo siguiente:

1.- Se designa al aspirante el tema de tesis titulado:

Objetivo general del trabajo de tesis:

2.- Se designa como Directores de Tesis a los profesores:

Director: 2° Director:

No aplica:

3.- El Trabajo de investigación base para el desarrollo de la tesis será elaborado por el alumno en:

que cuenta con los recursos e infraestructura necesarios.

4.- El interesado deberá asistir a los seminarios desarrollados en el área de adscripción del trabajo desde la fecha en que se suscribe la presente, hasta la aprobación de la versión completa de la tesis por parte de la Comisión Revisora correspondiente.

Director(a) de Tesis

Dr. Salvador Isidro Belmonte Jiménez

2° Director de Tesis (en su caso)

M. en C. María de los Ángeles Ladrón de Guevara Torres

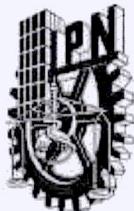
Aspirante

Reyes Macedo Sandra Maribel

Presidente del Colegio

Dr. Salvador Isidro Belmonte Jiménez





INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

En la Ciudad de siendo las horas del día del mes de del se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de la Tesis, designada por el Colegio de Profesores de Posgrado del: para examinar la tesis titulada:

del (la) alumno (a):

Apellido Paterno:	Reyes	Apellido Materno:	Macedo	Nombre (s):	Sandra Maribel
-------------------	-------	-------------------	--------	-------------	----------------

Número de registro:

Aspirante del Programa Académico de Posgrado:

Una vez que se realizó un análisis de similitud de texto, utilizando el software antiplagio, se encontró que el trabajo de tesis tiene 4 % de similitud. **Se adjunta reporte de software utilizado.**

Después que esta Comisión revisó exhaustivamente el contenido, estructura, intención y ubicación de los textos de la tesis identificados como coincidentes con otros documentos, concluyó que en el presente trabajo **SI** **NO** **SE CONSTITUYE UN POSIBLE PLAGIO.**


JUSTIFICACIÓN DE LA CONCLUSIÓN:

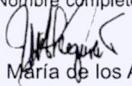
Se cumplió ampliamente con los objetivos planteados en esta investigación.

****Es responsabilidad del alumno como autor de la tesis la verificación antiplagio, y del Director o Directores de tesis el análisis del % de similitud para establecer el riesgo o la existencia de un posible plagio.**

Finalmente, y posterior a la lectura, revisión individual, así como el análisis e intercambio de opiniones, los miembros de la Comisión manifestaron **APROBAR X SUSPENDER** **NO APROBAR** la tesis por **UNANIMIDAD** o **MAYORÍA** en virtud de los motivos siguientes:

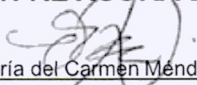
La alumna ha cumplido satisfactoriamente con los objetivos de su trabajo planteado

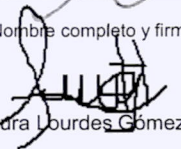

 Dr. Salvador Isidro Belmonte Jiménez
 Director de Tesis
 Nombre completo y firma


 M. en C. María de los Angeles Ladrón de Guevara Torres

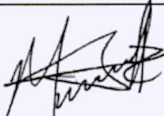
2° Director de Tesis (en su caso)
Nombre completo y firma


COMISIÓN REVISORA DE TESIS

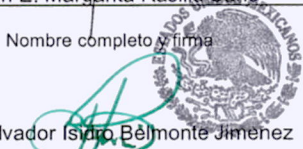

 Dra. Elia María del Carmen Méndez García
 Nombre completo y firma

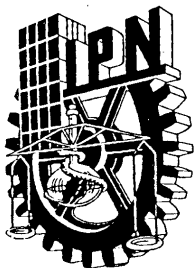

 M. en A. Laura Lourdes Gómez Hernández

Nombre completo y firma


 M. en E. Margarita Rasilla Gano
 Nombre completo y firma


 Dr. Salvador Isidro Belmonte Jiménez


 CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO INTEGRAL REGIONAL
 PRESIDENTE DEL COLEGIO DE PROFESORES
 UNIDAD OAXACA
 I.P.N.



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

CARTA CESIÓN DE DERECHOS

En la Ciudad de Oaxaca de Juárez el día 22 del mes de enero del año 2021, el (la) que suscribe Sandra Maribel Reyes Macedo alumno (a) del Programa de **Maestría en Gestión de Proyectos para el Desarrollo Solidario** con número de registro B180069, adscrito al Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca, manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección del Dr. Salvador Isidro Belmonte Jiménez y la M. en C. María de los Ángeles Ladrón de Guevara Torres y cede los derechos del trabajo titulado “Alternativas de manejo sustentable para protección de zonas de recarga hídrica dentro de la microcuenca Río Jalapilla, San Andrés Ixtlahuaca, Oaxaca” al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección: sreyesm1701@alumno.ipn.mx Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

Sandra Maribel Reyes Macedo

Nombre y firma

AGRADECIMIENTOS

La realización de este trabajo ha sido posible gracias a la colaboración y apoyo de diferentes personas, de los cuales menciono a los siguientes:

Antes que nada, quiero agradecer al ser supremo que guía cada uno de mis pasos, pues sin el nada sería posible.

Al Instituto Politécnico Nacional, en especial al CIIDIR-Unidad Oaxaca, por haberme dado cobijo durante mi estancia y por todo el aprendizaje adquirido.

Al Consejo Nacional de Ciencias y Tecnología (CONACYT) por haberme otorgado la beca y al Instituto Politécnico Nacional (IPN) por la beca tesis de posgrado.

Al municipio de San Andrés Ixtlahuaca, Oaxaca, en especial a los integrantes del Comisariado Ejidal, quienes me abrieron la puerta de su comunidad, por todas las facilidades y apoyo brindado para la realización del proyecto de tesis.

A mis directores de tesis Dr. Salvador Isidro Belmonte Jiménez y la M. en C. María de los Ángeles Ladrón de Guevara Torres por su orientación, acompañamiento y aportes en el desarrollo y culminación de la tesis, sobre todo por la amistad brindada durante este periodo.

A los miembros del comité, Dra. Elia María del Carmen Méndez García, M. en A. Laura Lourdes Gómez Hernández, M. en I. Manuel Dino Aragón Sulik y M. en E. Margarita Rasilla Cano por sus valiosas observaciones y todo el apoyo brindado.

Al laboratorio de suelos del CIIDIR-Unidad Oaxaca por su apoyo para realizar los análisis de suelo.

Al biólogo Raúl Rivera García Jefe del Laboratorio de SIG por las asesorías, el tiempo y el apoyo brindado.

Al M. en C. Margarito Ortiz Guzmán por todos los conocimientos compartidos, el apoyo brindado durante la ejecución del proyecto y por su amistad.

A la Dra. María del Rosario Reyes Santiago y a ECOSUR por la beca otorgada, por el apoyo y amistad brindada.

A todas las personas, familiares y amigos que me brindaron palabras de aliento y me dieron confianza para tomar este reto en mi vida.

Sobre todo, un agradecimiento muy especial a mi familia, por toda la comprensión, apoyo e impulso brindado en todo este tiempo. Sin su apoyo este trabajo no habría sido posible.

DEDICATORIA

A mi esposo

Eder Gil Méndez por brindarme sus enseñanzas, apoyo, confianza y por ser quien me impulsa día con día a ser mejor, mi compañero de andanzas.

A mis hijos

Iyari y Edahi por ser las estrellas que guían mi camino y me dan las fuerzas necesarias para seguir adelante.

A mis padres

Sara Macedo Navarro e Isaac Reyes Santaella por haberme dado la vida y apoyarme en cada uno de mis proyectos.

ÍNDICE

RESUMEN	14
ABSTRACT	16
CAPÍTULO I	18
INTRODUCCIÓN	18
1.1 Antecedentes	20
1.2 Planteamiento del Problema	23
1.3 Justificación	24
1.4 Objetivos	26
1.4.1 Objetivo General	26
1.4.2 Objetivos Específicos	26
1.5 Cobertura y Alcance	26
CAPÍTULO II	28
MARCO TEÓRICO	28
2.1 La Cuenca Hidrográfica como Unidad de Gestión y Planificación Ambiental	28
2.2 La microcuenca como escenario para el desarrollo local	29
2.3 Manejo integral de cuencas hidrográficas	29
2.4 Plan de manejo de cuencas	30
2.5 Recarga hídrica	30
2.5.1 Métodos de balance de agua	31
2.5.2 Método hidroquímico	31
2.5.3 Método participativo	32
2.6 Enfoques de estudio	32
2.6.1 Sustentabilidad	32
2.6.2 Economía solidaria y economía ecológica	33
2.6.2.1 Principios de economía solidaria	35
CAPÍTULO III	37
DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	37
3.1 Localización geográfica	37
3.2 Características generales del territorio	38

3.3 Características socioeconómicas.....	39
3.3.1 Población	39
3.3.2 Educación.....	40
3.3.3 Actividades económicas	41
CAPÍTULO IV.....	42
METODOLOGÍA Y DESARROLLO DEL TRABAJO DE TESIS.....	42
4.1 Primera etapa. Preparación	45
4.1.1 Conformación y caracterización del equipo de trabajo y desarrollo de actividades preliminares	45
4.1.2 Diseño de estrategias de socialización	46
4.2 Segunda etapa. Diagnóstico	46
4.2.1 Elaboración de diagnóstico ambiental.....	46
4.2.1.1 Búsqueda de información documental.....	46
4.2.1.2 Delimitación y caracterización del área de estudio	47
4.2.1.3 Caracterización morfométrica de la cuenca	48
4.2.1.4 Caracterización biofísica de la microcuenca	48
4.2.1.5 Recorridos de verificación <i>in situ</i>	50
4.2.1.6 Taller participativo de diagnóstico ambiental	50
4.2.2 Elaboración de Diagnóstico socioeconómico	51
4.2.2.1 Diagnóstico documental	51
4.2.2.2 Diagnóstico participativo	52
4.3 Tercera etapa. Identificación de zonas potenciales de recarga hídrica	52
4.3.1 Evaluación de los elementos del modelo	54
4.3.1.1 Pendiente y microrelieve	54
4.3.1.2 Tipo de suelo	54
• Capacidad de infiltración por el método de infiltrómetro de doble anillo.....	56
• Textura por el método de Bouyoucos	60
4.3.1.3 Tipo de roca	64
4.3.1.4 Cobertura vegetal permanente	66
4.3.1.5 Usos del suelo	66
4.4 Cuarta etapa. Formulación.....	68

4.4.1	Análisis e integración de la información biofísica y socioeconómica	68
4.4.1.1	Análisis mediante sistemas de información geográfica	68
4.4.1.2	Mapeo comunitario o participativo	69
4.4.2	Propuesta de alternativas de manejo del territorio de San Andrés Ixtlahuaca	71
4.4.3	Socialización de resultados	71
4.5	Sexta etapa implementación	71
4.5.1	Desarrollo de capacidades	71
4.6	Evaluación de impactos del proyecto	73
CAPÍTULO V		75
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		75
5.1	Caracterización del grupo de trabajo	75
5.2	Elaboración de diagnóstico ambiental	77
5.2.1	Delimitación y caracterización del área de estudio	77
5.2.1.1	Caracterización morfométrica de la microcuenca	78
5.2.1.2	Caracterización biofísica de la microcuenca	79
5.2.1.3	Taller participativo de diagnóstico ambiental	83
5.3	Diagnóstico socioeconómico	87
5.4	Identificación de zonas de recarga hídrica	92
5.4.1	Evaluación de los elementos del modelo, análisis multivariable	92
5.4.1.1	Pendiente y microrelieve	92
5.4.1.2	Tipo de suelo	93
5.4.1.3	Tipo de roca	97
5.4.1.4	Cobertura vegetal	98
5.4.1.5	Uso del suelo y vegetación	100
5.5	Análisis e integración de información	101
5.5.1	Análisis mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG)	101
5.5.2	Mapeo comunitario participativo: conocimientos locales	102
5.5.3	Socialización de resultados	103
5.6	Propuesta de alternativas de manejo de la microcuenca	104
5.6.1	Líneas de acción propuestas para el manejo y protección de las zonas de recarga hídrica en el territorio de San Andrés Ixtlahuaca	104
	Restauración de paisajes	104

Fomento a la producción agrícola	104
Fomento a la producción ecoturística	105
Protección de zona alta de las presas	105
Implementación de tecnologías alternativas de manejo del agua	106
Educación ambiental	106
Manejo adecuado de residuos sólidos.....	107
5.6.2 Implementación	107
5.7 Desarrollo de capacidades.....	108
Taller de construcción y uso de aparato A	108
5.8 Evaluación de impactos del proyecto.....	119
5.8.1 Evaluación de impactos en el individuo	119
5.8.2 Evaluación de impactos en el grupo de trabajo.....	121
CONCLUSIONES	127
REFERENCIAS DOCUMENTALES	130
ANEXOS.....	135

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Porcentaje de alfabetismo y analfabetismo a nivel municipal.	40
Tabla 2. Metodología de trabajo.	43
Tabla 3. Cartas temáticas necesarias para la caracterización de la microcuenca (INEGI).....	49
Tabla 4. Principales herramientas/instrumentos utilizadas en el taller participativo de diagnóstico ambiental.....	51
Tabla 5. Posibilidad de recarga hídrica según porcentaje de pendiente y microrelieve.....	54
Tabla 6. Evaluación de la textura y capacidad de infiltración del suelo.	55
Tabla 7. Ubicación y características de los sitios de muestreo para pruebas de infiltración.....	56
Tabla 8. Tabla de corrección por temperatura.....	63
Tabla 9. Evaluación de la posibilidad de recarga hídrica tomando en cuenta el tipo de roca.....	65
Tabla 10. Evaluación del porcentaje de cobertura vegetal y su posibilidad de recarga hídrica.	66
Tabla 11. Evaluación de la posibilidad de recarga hídrica según el uso de suelo. 67	
Tabla 12. Posibilidad de recarga hídrica según el modelo propuesto.....	69
Tabla 13. Herramientas utilizadas en taller de planeación.	70
Tabla 14. Temas y objetivos abordados para el desarrollo de capacidades en la población de San Andrés Ixtlahuaca, Oaxaca.	72
Tabla 15. Valores que se conservan en la comunidad de San Andrés Ixtlahuaca, Oaxaca.	76
Tabla 16. Acontecimientos importantes resultado de la línea del tiempo.....	84
Tabla 17. <i>Problemáticas detectadas en el taller participativo.</i>	85
Tabla 18. Resultados obtenidos de las pruebas de infiltración.....	94
Tabla 19. Resultados obtenidos con método de Bouyoucos.	94
Tabla 20. Evaluación de los parámetros utilizados para caracterizar el suelo.	95
Tabla 21. Ubicación y observaciones de sitios propuestos para construcción de represas.....	111

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización de San Andrés Ixtlahuaca, Oaxaca.....	37
Figura 2. Pirámide de población por grupos de edad.	40
Figura 3. Población ocupada y distribución porcentual según actividad económica y división ocupacional..	41
Figura 4. A) Mapa de curvas de nivel, B) Modelo digital de elevación y C) Corrientes perennes de la Región Hidrológica 20.	47
Figura 5. Ubicación de sitios de muestreo de suelo y pruebas de infiltración.	57
Figura 6. Instalación manual del infiltrómetro de doble anillo.	58
Figura 7. Verificación del nivel de agua en anillo interior y exterior del infiltrómetro.	58
Figura 8. Rellenado de anillos exterior e interior de infiltrómetro.	59
Figura 9. Eliminación de materia orgánica de muestras de suelo.	61
Figura 10. Preparación de muestras de suelo después de pesado.	61
Figura 11. Suspensión de suelo mediante agitación manual.	62
Figura 12. Toma de lectura con hidrómetro.	63
Figura 13. Triángulo para determinación de texturas.	64
Figura 14. Ubicación de San Andrés Ixtlahuaca con respecto a la subcuenca Río Atoyac-Oaxaca de Juárez.	77
Figura 15. Forma de la microcuenca Río Jalapilla, red de drenaje y municipios que la integran.	78
Figura 16. Mapa de climas de la microcuenca Río Jalapilla.	80
Figura 17. Mapa de isoyetas e isotermas de la microcuenca Río Jalapilla.	80
Figura 18. Mapa de uso de suelo y vegetación de la microcuenca Río Jalapilla. .	81
Figura 19. Análisis de los cambios de cobertura en la microcuenca Río Jalapilla entre los años 2001 y 2018.	82
Figura 20. Condiciones de presas de almacenamiento de agua, secas en temporada de estiaje y con problemas de azolve.	86
Figura 21. Problemas detectados en el bosque de encino, semillas de encino atacadas por plaga y ramas con muérdago.	86
Figura 22. Fotografías de participación de los pobladores en taller participativo. .	87
Figura 23. Gráfico del comportamiento de la población total de San Andrés Ixtlahuaca y la precipitación en la zona, periodo 1990-2015.	88
Figura 24. Mapa de tasas de crecimiento demográfico positivas, negativas y estancadas de los municipios de Oaxaca periodo 1990-2005.	88
Figura 25. Riego por goteo en cultivo de maíz intercalado con calabaza.	89
Figura 26. Centro de Cultura Ambiental y senderos interpretativos.	89
Figura 27. Estructura de organización social de la comunidad.	91
Figura 28. Mapa de resultados del análisis de pendiente y microrelieve.	92
Figura 29. Surcos formados en el suelo por los escurrimientos superficiales.	93
Figura 30. Resultados de la textura de suelo A) sitio1, B) sitio 2, C) sitio 3, D) sitio4, E) sitio 5, F) sitio6, G) sitio 7	96

Figura 31. Mapa de posibilidad de recarga hídrica según el análisis de tipo de suelo.....	97
Figura 32. Mapa de posibilidad de recarga hídrica según el análisis de tipo de roca.....	98
Figura 33. Mapa de posibilidad de recarga hídrica según el análisis de cobertura vegetal.....	99
Figura 34. Cobertura en la parte baja de la microcuenca.....	99
Figura 35. Mapa de posibilidad de recarga hídrica según el análisis de usos de suelo y vegetación.....	100
Figura 36. Mapa de potencial de recarga hídrica según modelo propuesto.....	101
Figura 37. Recorridos de identificación de zonas de recarga hídrica.....	102
Figura 38. Ubicación de zonas determinadas por pobladores como zonas de recarga hídrica.....	103
Figura 39. Presentación de resultados con el grupo de trabajo.....	103
Figura 40. Plática de educación ambiental en telesecundaria.....	107
Figura 41. Participación de pobladores en práctica de construcción y uso de aparato A, utilización en campo para trazo de curvas de nivel.....	109
Figura 42. Participación de pobladores en práctica de sistemas de captación de agua de lluvia. Presentación de prototipo.....	109
Figura 43. Recorridos de identificación de zonas de construcción de cortinas de ferrocemento.....	111
Figura 44. Visita a la comunidad de San José Hidalgo, conociendo las cortinas de ferrocemento.....	113
Figura 45. Taller teórico de biodigestores de bolsa.....	114
Figura 46. Determinación de lugar para construcción de biodigestor de bolsa... ..	115
Figura 47. Taller de planeación de actividades del proyecto financiado por Fundación Gonzalo Río Arronte.....	116
Figura 48. Recorrido por viviendas de beneficiarios de los sistemas de captación de agua de lluvia.....	117
Figura 49. Taller de capacitación de construcción de tanques de almacenamiento de agua con la técnica de ferrocemento.....	118
Figura 50. Percepción a nivel individuo.....	120
Figura 51. Gráfico de cambios en la percepción a nivel individuo.....	120
Figura 52. Gráfica de cambios en calidad de vida a nivel individuo.....	121
Figura 53. Motivos de participación en el grupo de trabajo.....	122
Figura 54. Objetivos del grupo de trabajo.....	122
Figura 55. Factores de permanencia del grupo en el tiempo.....	123
Figura 56. Gráfica de Inclusión y consenso dentro del grupo.....	124
Figura 57. Reconocimiento a nivel comunidad y hacia afuera debido a buenas prácticas de manejo de los recursos.....	125

RESUMEN

La pérdida o cambio de la cobertura vegetal natural y la dinámica de uso de la tierra han influido en el cambio de las condiciones para las funciones hidrológicas, principalmente en el escurrimiento y en la infiltración del agua en el suelo.

Es importante identificar zonas que favorezcan la recarga hídrica al acuífero por sus características hidrogeológicas y faciliten la infiltración. El presente trabajo tiene como objetivo general proponer alternativas de manejo sustentable del territorio de San Andrés Ixtlahuaca, Oaxaca, para protección de zonas de recarga hídrica dentro de la microcuenca Río Jalapilla, mediante acciones participativas y análisis multivariados.

El territorio de San Andrés Ixtlahuaca se encuentra en la región de Valles Centrales de Oaxaca, forma parte de la microcuenca del Río Jalapilla, junto con otros 2 municipios, San Pablo Cuatro Venados y San Felipe Tejalapam.

Este trabajo surge de una necesidad sentida por los habitantes de San Andrés Ixtlahuaca quienes en los últimos años han sufrido las consecuencias de la degradación de los recursos naturales en la parte alta del territorio. Esta condición ha traído consigo la disminución de la oferta de agua que se había tenido en años anteriores, a tal grado de presentar una disminución de la población reflejada en la migración hacia otros lados por la falta de agua para riego y consumo humano, al ser una comunidad eminentemente agrícola.

La metodología seguida consistió en un enfoque mixto, la parte cuantitativa se basó en un análisis multivariable, evaluando pendiente y microrelieve, geología, cobertura vegetal, uso de suelo mediante puntos de verificación, edafología mediante pruebas de infiltración y determinación de texturas en laboratorio; se categorizaron cada una de las variables de muy baja a muy alta posibilidad de recarga (del 1 al 5). De igual manera se realizó la evaluación de los conocimientos locales mediante metodologías participativas, talleres de diagnóstico, entrevistas semiestructuradas, recorridos in situ (parte cualitativa).

Los resultados determinaron que esta microcuenca es importante para toda la región pues 32.5% del territorio presenta una posibilidad alta de recarga, el 21.2% una posibilidad baja, 21.9% posibilidad media, 16.24% muy alta y 2.2% muy baja.

El trabajo realizado reafirma la importancia de las actividades participativas para el análisis de problemáticas y generación de propuestas de solución. Además de la incorporación de este tipo de estudios en la planificación del manejo de cuencas.

Los resultados fueron fundamento en la obtención de un financiamiento por parte de la Fundación Gonzalo Río Arronte para realizar las acciones propuestas en la parte de la microcuenca que abarca la zona de San Andrés Ixtlahuaca.

Palabras clave: hidrogeológica, zonas de recarga, multivariable, participativo, conocimiento local.

ABSTRACT

The loss or change of natural vegetation cover and the dynamics of land use have influenced the change of conditions for hydrological functions, mainly in runoff and infiltration of water into the soil.

It is important to identify areas that favor water recharge to the aquifer due to its hydrogeological characteristics and facilitate infiltration. This work has the general objective of proposing alternatives for the sustainable management of the territory of San Andrés Ixtlahuaca, Oaxaca, for the protection of water recharge areas within the Jalapilla River micro-basin, through participatory actions and multivariable analysis.

The territory of San Andrés Ixtlahuaca is located in the Valles Centrales region of Oaxaca, it is part of the micro-basin of the Jalapilla River, along with 2 other municipalities, San Pablo Cuatro Venados and San Felipe Tejalapam.

This work is the result of a need of the inhabitants of San Andrés Ixtlahuaca, they in recent years have suffered the consequences of the degradation of natural resources in the upper part of the territory. This condition has brought with it the decrease in the supply of water that had been had in previous years, to the extent of presenting population decline, who began to migrate to other states due to the lack of water for irrigation and human consumption, being an eminently agricultural community.

The methodology followed consisted of a mixed approach, the quantitative part was based on a multivariate analysis, evaluating slope and micro-relief, geology, vegetation cover, soil use through verification points, soil through infiltration tests and determination of textures in the laboratory; each one of the variables was categorized from very low to very high possibility of recharge (from 1 to 5). The evaluation of local knowledge was also carried out through participatory methodologies, diagnostic workshops, semi-structured interviews, on-site tours.

The results determined that this micro-basin is important for the entire region since 32.5% of the territory presents a high possibility of recharging, 21.2% a low possibility, 21.9% medium possibility, 16.24% very high and 2.2% very low.

The work carried out reaffirms the importance of participatory activities for the analysis of problems and the generation of solution proposals. In addition to the incorporation of this type of studies in watershed management planning.

The results were the basis for obtaining financing from the Gonzalo Río Arronte Foundation to carry out the proposed actions in the part of the micro-basin that covers the San Andrés Ixtlahuaca area.

Key words: hydrogeological, recharge zones, multivariable, participatory, local knowledge.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El agua es un elemento esencial para todas las formas de vida en el planeta, representa un vínculo entre la sociedad y el medio ambiente. La civilización humana se sustenta en la disponibilidad de agua en cantidad y calidad, pues es esencial para su bienestar. Hoy en día la cantidad disponible es una preocupación a nivel internacional debido a la disminución presentada. Según datos obtenidos del Foro Económico Mundial (World Economic Forum [WEF], 2019), entre los riesgos globales de mayor impacto, la crisis del agua aparece como el cuarto, además de ubicarse entre los riesgos que pueden llegar a materializarse si no se toman las medidas necesarias (Reporte de Riesgos Globales).

México presenta una creciente crisis de recursos hídricos, tiene un déficit estimado en 11.5 millones de metros cúbicos de agua (Mm³), mismo que se prevé alcance los 23 Mm³ hacia el año 2030. Esto es, el faltante pasará de 17 a 34% (Comisión Nacional del Agua CONAGUA, 2012).

El camino para abordar las demandas por los recursos hídricos cada día en aumento cada vez más limitados, el tránsito hacia un desarrollo y gestión eficiente, equitativa y sostenible de dichos recursos, es representado por la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH), la cual se basa en el manejo a nivel cuenca, subcuenca o microcuenca como unidades interdependientes para la gestión y desarrollo de estos (Valencia et al., 2004).

Los planes de manejo de cuencas se han considerado una herramienta importante en el mejoramiento de la gobernanza del agua a nivel local; se constituyen como un instrumento rector de la administración de los recursos hídricos a mediano y largo plazo; son un factor clave debido a que abordan los diferentes aspectos que integran una comunidad como son los sociales, económicos, ambientales, biofísicos, culturales, legales e institucionales (Rosal, 2016).

Dicha administración de recursos hídricos requiere un proceso de planificación además de la valoración del recurso en el cual se cuente con información confiable

y precisa de las zonas que faciliten la infiltración de agua al subsuelo (zonas de recarga) permitiendo así la recarga hídrica. Lo anterior resulta de gran utilidad al permitir el apoyo en el diseño de planes para la conservación de áreas prioritarias (Peñuela y Carrillo, 2013), como puede ser el pago por servicios ambientales hidrológicos, el cual tiene como objetivo que los poseedores de estas importantes zonas puedan adoptar nuevas tecnologías, aplicar prácticas para la recuperación, conservación y aprovechamiento del recursos hidrológico, además de favorecer la protección del ambiente y la diversidad vegetal y animal de la región.

La participación activa de los poseedores del territorio en la planeación de proyectos de desarrollo económico, social y ambiental ha adquirido importancia en los últimos años. Debido a esta participación de los actores locales, los procesos se han ido enriqueciendo; el desarrollo basado en las comunidades, fundamentado en la participación se hace cada día más sostenible (Centeno, 2010).

Este trabajo busca la participación social, autogestión y empoderamiento local, con enfoque en los principios de economía solidaria, enfatizando en la formación o fortalecimiento de la capacidad de gestión local. Como parte de estos principios el empoderamiento y toma de decisiones desde lo local, es primordial, fortaleciendo el desarrollo de capacidades, para lograr un uso y manejo sostenible de los recursos naturales, reflejado en el mejoramiento de la calidad de vida de las poblaciones.

Por lo mencionado anteriormente, el presente trabajo tiene como objetivo general, formular una propuesta de alternativas de manejo sustentable del territorio de San Andrés Ixtlahuaca, Oaxaca, para protección de zonas de recarga hídrica dentro de la microcuenca Río Jalapilla, mediante acciones participativas y análisis multivariados, con el fin de incidir en el bienestar de la población y que sirva como herramienta de gestión de los recursos hídricos.

En el primer capítulo se presenta la introducción, diferentes estudios que se han realizado a nivel internacional, nacional y local, así como en la zona de estudio sobre la temática abordada; en este capítulo también encontramos la justificación, el planteamiento del problema, los objetivos, los alcances y cobertura del proyecto. En

el capítulo II, se desarrolla el marco teórico que da sustento al trabajo de la presente tesis. El capítulo III, plasma la descripción del área de estudio y describe la metodología desarrollada para alcanzar los objetivos planteados, así como las herramientas a utilizar en cada etapa. Los resultados obtenidos del trabajo, su análisis y discusión se muestran en el capítulo IV. El capítulo V, muestra las conclusiones y recomendaciones de todo el trabajo realizado y finalmente se presentan las referencias bibliográficas y los anexos correspondientes.

1.1 Antecedentes

A nivel internacional existen avances significativos en el manejo de cuencas, principalmente en América Latina. En Colombia existen Guías Metodológicas que tienen como objetivo: establecer los criterios técnicos y metodologías para la formulación de planes de manejo ambiental de microcuencas.

Por medio de la conservación, la restauración y el aprovechamiento de manera sustentable del patrimonio natural, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), a través del Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2020-2024), pretende recuperar las funciones de las cuencas y sus componentes (Naturales, 2020).

Así mismo, en el Programa Nacional Hídrico 2020-2024, se reconoce el trabajo bajo el enfoque de cuencas como de importancia estratégica en el país, debido a que estos territorios muy pocas veces coinciden con límites políticos y aun así en algunas regiones se ha logrado realizar un buen manejo de los recursos naturales por medio de la participación y la integración social, al enfrentar los embates de la naturaleza como son las inundaciones, la inestabilidad de laderas, la erosión del suelo y la contaminación del suelo y agua, los cuales ocurren sin respetar fronteras políticas. Por lo mencionado anteriormente, se busca enfocar la atención hacia una integración de estos dos puntos de vista (Agua, 2020).

En México, un ejemplo de éxito en lo que respecta al manejo de cuencas lo tenemos en el programa “Agua para siempre” alternativas y procesos de participación social A.C., quienes después de realizar un diagnóstico en la zona y determinar porque se

han dado las condiciones de pobreza en la población, decidieron organizar a la población (55 municipios de Puebla y Oaxaca). Así mismo se integró un equipo interdisciplinario quienes recuperaron las tecnologías hidroagroecológicas prehistóricas de manejo de las cuencas tributarias de la región, con el fin de recuperar y enriquecer los suelos, con diferentes tipos de obras de conservación para retener e infiltrar agua en los meses de lluvias que se presentan en la región, los cuales son pocos, para recargar acuíferos subsuperficiales y con esto reducir las pérdidas agrícolas; por medio del uso de biodigestores anaerobios evitan que el agua de los ríos se contamine, elevando de esta manera los niveles de seguridad hídrica de la población así como la alimentaria, económica y ecológica (Cotler et al., 2009).

Se han incorporado 190 pueblos participantes, 55 municipios de Puebla y Oaxaca, cubriendo 35 cuencas tributarias, 8,000 km², beneficiando a más de 200 mil habitantes.

Otro ejemplo se da en San Miguel de Allende, Guanajuato con el proyecto Prioridades para el manejo de la subcuenca Támbula-Picachos, en donde se analizó los componentes biofísicos y socioeconómicos de la región utilizando el enfoque socio-ecosistémico para englobar diversos componentes: tratar de mitigar los niveles actuales de marginación social, en lo referente al aspecto ambiental, se reconoció la importancia de conservar los recursos naturales, sobre todo por los servicios ecosistémicos que proporciona la región, además de la búsqueda de estrategias para prevenir riesgos naturales que pudieran presentarse en toda la zona (Pineda et al., 2010).

En la zona de las cuencas Copalita- Zimatán- Huatulco (CZH), se trabajó en conjunto tanto el conocimiento de los expertos, así como la percepción y experiencia de los pobladores para definir la problemática que acontece en esta región, este proyecto se dio mediante una alianza entre la WWF y la Fundación Gonzalo Río Arronte, I.A.P. Para este proyecto, mediante la realización de un taller que duró tres días con la participación de un grupo de 18 expertos se logró identificar los vacíos y se definió la información indispensable que debía generarse a corto plazo. En las

partes alta, media y baja de la cuenca empleando como guía el método “Medidas de éxito”, en el cual se plantea la identificación de las amenazas que puedan atentar contra este, la prioridad de atención de estas con criterios de urgencia, intensidad y extensión, así como las causas que las provocan (Margoluis & Salafsky, 1998).

En las cuencas Copalita, Zimatán y Huatulco, se organizó un instrumento de investigación socioambiental integrado por diez indicadores, ciento nueve variables, parámetros, utilizando una herramienta para realizar el levantamiento y acopio de información en campo, el respectivo diseño de muestreo y la construcción de un software de captura y procesamiento de estos datos el cual es operado en línea. Este instrumento se denomina Sistema de Monitoreo de la Percepción y la Participación Social (SISMOC C-Z-H) y se realizó con la participación de Comunitas A.C. (Cotler, et al. 2009).

1.1.1 Trabajos realizados en la zona de estudio

En San Andrés Ixtlahuaca se tiene el antecedente de algunos estudios previos realizados por parte de la Comisión Nacional del Agua, específicamente el departamento de calidad de agua del Laboratorio Regional Pacífico Sur (Organismo de Cuenca Pacífico Sur) realizó un estudio del análisis de calidad de agua en febrero del año 2016.

En este estudio se analizaron muestras tomadas en 8 puntos de muestreo, obteniendo resultados satisfactorios en los parámetros medidos: sólidos suspendidos totales, sólidos totales, demanda química de oxígeno, nitrógeno amoniacal, nitrógeno orgánico, fósforo total y coliformes fecales, estos parámetros nos muestran que la calidad del agua es buena para consumo humano debido a que todos los valores obtenidos presentan valores menores a los criterios ecológicos de calidad de agua para fuentes de abastecimiento de agua potable, según métodos utilizados de las diferentes normas mexicanas aplicables: NOM-AA-007-SCFI-2013 Análisis de agua – medición de la temperatura en aguas naturales, residuales y residuales tratadas - método de prueba; NOM-AA-012-SCFI-2001-determinación de oxígeno disuelto en aguas naturales, residuales y residuales

tratadas - método de prueba; NOM-AA-034-SCFI-2001-determinación de sólidos y sales disueltas en aguas naturales, residuales y residuales tratadas - método de prueba; NOM-AA-029-SCFI-2001-determinación de fósforo total en aguas naturales, residuales y residuales tratadas - método de prueba; STD METHOD 9223 B prueba de coliformes de sustrato enzimático: 9223b.

Otro estudio realizado en la comunidad es un informe técnico de residencia profesional (Lorenzo, 2016), el cual se titula “Intercepción de agua de lluvia por la vegetación arbórea en San Andrés Ixtlahuaca, Oaxaca”, en este estudio tomaron una pequeña porción de la microcuenca Río Jalapilla, solo se evaluó 1.32% del territorio. Entre los resultados relevantes de este estudio se encuentran que en esta microcuenca se precipita un volumen de 1,352,677.6 m³, de los cuales 982,563.4 m³ son evapotranspirados y 26,917.8 m³ son escurridos, es decir, del 100% del agua de lluvia el 73% se evapotranspira, el 2% escurre, por lo que hay una pérdida de 25% que es retenida por la vegetación arbórea equivalente a 342,196.4 m³.

1.2 Planteamiento del Problema

El crecimiento económico sostenible de una región, así como el bienestar de los habitantes depende de la relación existente entre el agua, la seguridad alimentaria y la producción de energía. La demanda y competencia por estos recursos puede provocar cambios irreversibles en los ecosistemas, repercutiendo en la sostenibilidad de estos a largo plazo. Dichos elementos están tan vinculados que las actividades realizadas en uno de ellos pueden influir directa o indirectamente sobre los demás al grado incluso de limitar el crecimiento de los otros (Naciones Unidas, 2015).

El agua es un elemento vital para los seres humanos, los animales y la agricultura. No importan su procedencia, la lluvia o fuentes naturales, es vida, ningún otro elemento es considerado tan importante y su escasez provoca problemas de salud, migración, inclusive ha provocado conflictos sociales, por la competencia por este recurso tan trascendental.

Los modelos de desarrollo económico y social actuales han generado una presión sobre los ecosistemas, haciéndose evidente día a día en la constante degradación ambiental de estos (Colin, 2003).

La pérdida o cambio de la cobertura vegetal natural y la dinámica de uso de la tierra en San Andrés Ixtlahuaca, Oaxaca, comunidad inmersa dentro de la microcuenca Río Jalapilla, han influido en el cambio de las condiciones para las funciones hidrológicas, principalmente en el escurrimiento y en la infiltración del agua en el suelo.

Durante el periodo comprendido del año 1995 hasta el 2005 según datos obtenidos del INEGI (2015), la comunidad tuvo un descenso de la población, la tasa de crecimiento en este periodo disminuyó en -0.44% (DIGEPO, 2010), debido al efecto de la migración, ocasionado por la problemática enfrentada por la falta de agua para uso y consumo humano además al no contar con agua para riego de sus cultivos, siendo la agricultura un sector económico importante en la comunidad. Lo anterior, resultado de la degradación de los recursos naturales, debido a la sobreexplotación de estos, la deforestación provocada por la apertura de nuevos terrenos para la agricultura y el sobrepastoreo que provocaron erosión de los suelos, pérdidas y disminución de cosechas, principalmente.

1.3 Justificación

Los servicios ambientales o ecosistémicos que proporcionan los recursos naturales en especial el recurso hídrico tienen un valor incalculable y es de suma importancia reconocer su valor económico, para que tanto productores como consumidores realicen acciones para conservar y preservar estos recursos además de realizar acciones encaminadas al cambio de prácticas agrícolas que degradan el ambiente por prácticas amigables con este.

Lo anterior ha creado la necesidad de establecer procesos de planificación ambiental territorial que logren detener el deterioro y afianzar los procesos de desarrollo sustentable buscando mantener el patrimonio natural, permitiendo la apropiación por parte de la sociedad, todo esto como parte de los principios

fundamentales de la economía solidaria, la gestión sustentable de los recursos regionales que en nuestro caso es la microcuenca.

Dicha gestión debe ser enfocada a la protección de los recursos naturales, la conservación, uso y su aprovechamiento sostenible; procurar una ocupación de forma segura del territorio, así como tratar de evitar condiciones de riesgo o amenazas dentro del territorio que abarca la cuenca. Visto desde un enfoque participativo, el manejo de las cuencas hidrográficas y la ordenación del territorio persiguen sistematizar el uso de los recursos naturales en general (el suelo, las aguas, la flora y la fauna), partes fundamentales de la zonificación ambiental del territorio (zonas de recarga hídrica) (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2013).

Para poder realizar un manejo adecuado de los recursos hídricos, es fundamental identificar adecuadamente las zonas de recarga hídrica para establecer estrategias de protección y preservación de los recursos que componen las mismas. Este desconocimiento de la ubicación de las zonas de recarga hídrica ha provocado el deterioro de estas y la disminución de los caudales. Además de la ubicación, para realizar la caracterización se necesitan metodologías prácticas, las cuales son desconocidas por los actores locales y organismos responsables del manejo de las cuencas. Por ello, es de vital importancia el presente trabajo el cuál retoma la sostenibilidad ambiental que permita la preservación de los recursos y que generaciones futuras puedan disfrutar de los beneficios que una cuenca hidrológica puede proporcionar, esto al identificar y proteger las principales zonas de recarga hídrica de la microcuenca para evitar que estas se sigan degradando y perdiendo así su capacidad de retención.

Se busca impactar de manera positiva en la parte ambiental de la microcuenca al implementar el manejo adecuado de los recursos naturales, prácticas de conservación y de mejoramiento de suelos, incremento de la capacidad de retención de humedad. En la parte social se trata de incidir en el fortalecimiento de las organizaciones mediante el desarrollo de capacidades, creando procesos participativos comunitarios, propiciando bases solidarias, sensibilización

(importancia de los recursos naturales) en diferentes niveles, y la gestión participativa de los recursos naturales. En la parte económica sentar las bases de la gestión de recursos para implementar los proyectos que emanen del presente trabajo.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Proponer alternativas de manejo sustentable del territorio de San Andrés Ixtlahuaca, Oaxaca, para protección de zonas de recarga hídrica dentro de la microcuenca Río Jalapilla, mediante acciones participativas y análisis multivariados.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Realizar el diagnóstico, la caracterización socioeconómica y ambiental del territorio de San Andrés Ixtlahuaca, dentro de la microcuenca Río Jalapilla, mediante metodologías participativas con integrantes clave de la comunidad.
- Identificar las zonas potenciales de recarga hídrica en el territorio de San Andrés Ixtlahuaca dentro de la microcuenca Río Jalapilla de manera participativa y con análisis multivariados.
- Establecer las líneas de acción para realizar las alternativas de manejo para protección de las zonas de recarga hídrica.
- Facilitar el desarrollo de competencias en la población para la implementación de las alternativas de manejo mediante acciones de intervención comunitaria.
- Evaluar los resultados del trabajo.

1.5 Cobertura y Alcance

El presente proyecto comprende el territorio geográfico que abarca la comunidad de San Andrés Ixtlahuaca, la cual forma parte de la microcuenca Río Jalapilla; se trabajó con el grupo de ejidatarios en específico con los integrantes del comisariado

de bienes ejidales de San Andrés Ixtlahuaca (presidente, secretario, tesorero y consejo de vigilancia), pues son ellos los responsables de vigilar y actuar en el territorio que comprende la delimitación de la microcuenca, además de estar comprometidos con el desarrollo del trabajo.

Con este proyecto se pretende sentar las bases para el inicio de la gestión de recursos para el financiamiento e implementación de la propuesta.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 La Cuenca Hidrográfica como Unidad de Gestión y Planificación Ambiental

La definición de cuenca hidrográfica desde la visión de la gestión y planificación ambiental debe ir más allá de pensar ésta simplemente desde sus características topográficas. Es necesario abordarla desde una visión holística y sistémica, la cuenca hidrográfica es donde la relación del hombre-naturaleza se expresa en el territorio delimitado; es más que un entorno físico que alberga el patrimonio natural, es también la actividad del hombre y el espacio en el que se planifican las actividades socioeconómicas, productivas y donde se dan las desarticulaciones Hombre-Naturaleza.

Hidrológicamente una cuenca hidrográfica es un espacio geográfico formado por un río principal, los escurrimientos que lo forman y sus afluentes, cuyos límites son definidos por el parteaguas, por la topografía del terreno tomando en cuenta los puntos topográficos más elevados. El territorio de la cuenca está formado por el río principal y su cauce en todo su recorrido, la llanura que lo rodea, las diferentes vertientes o laderas (Gaspari, et al., 2013), así como por todos los recursos que se pueden encontrar dentro de su delimitación.

Es un espacio o unidad de territorio conformado por un sistema hídrico (río principal, afluentes) que tiene la salida de sus aguas en un río principal, un lago o mar, delimitado por una línea divisoria denominada “parteaguas”, (López, 2014) en este espacio interactúa el ser humano, los recursos naturales, los ecosistemas y el ambiente, tanto en la parte biofísica como en la socioeconómica, siendo el agua el recurso que une e integra sistémicamente la cuenca (Jiménez, 2010).

La definición dada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, (2013), menciona que es un conjunto complejo y abierto, en donde interactúan tanto el subsistema biofísico (el suelo, el agua, la biodiversidad y el aire), así como la parte económica, social y cultural. Estos últimos no tienen un límite físico, dependen

exclusivamente de la oferta, la calidad y disponibilidad de recursos naturales que soporta la cuenca hidrográfica.

2.2 La microcuenca como escenario para el desarrollo local

“Se entiende por microcuenca al ámbito geográfico, hidrológico, económico, social y ambiental complementario con otros ámbitos. Hacia adentro, se complementa con la finca (familia) y comunidad (estructura social); hacia afuera, se complementa con ámbitos naturales, como la subcuenca y cuenca o ámbitos político-administrativos, como los municipios y departamentos” (FAO, 2008). Comprende un subsistema natural y humano, pero a diferencia de las cuencas de mayor tamaño, las relaciones entre ambos subsistemas en la microcuenca se hacen más estrechas y evidentes por el nivel de detalle e interacción que se logra al estudiarla, por tal motivo se trabaja desde una gestión local (Sánchez, et al., 2003).

Dentro de una Subzona hidrográfica se encuentra una microcuenca la cual es su nivel subsiguiente, se ha definido una superficie inferior 500 Km² como su área de drenaje. Comprende el drenaje superficial, conformado por una red hidrográfica natural con uno o varios cauces naturales, los cuales llegan a un curso mayor y este puede desembocar en un río principal, en un lago, en un pantano o directamente en el mar, estas corrientes pueden ser de caudal continuo o intermitente; la microcuenca está delimitada por una línea imaginaria que divide una cuenca de otra (Gobierno de Colombia, 2012).

2.3 Manejo integral de cuencas hidrográficas

“El manejo integral de cuencas hidrográficas es un conjunto de acciones encaminadas al aprovechamiento racional, conservación y uso múltiple de los recursos; la prevención, protección y mitigación contra fenómenos naturales y el incremento del desarrollo humano, organizados en un plan que incluye la integración y participación de comunidades, la construcción de obras de desarrollo, así como el control de la actividad social y económica sobre las cuencas” (Gutiérrez, 2013).

2.4 Plan de manejo de cuencas

Los planes de manejo de Cuencas se pueden definir como "Instrumentos directrices para ordenar las acciones que requiere una Cuenca Hidrográfica, para lograr un uso sostenible de sus recursos naturales". Para diseñar un Plan de Manejo de Cuencas es necesario llevar a cabo una formulación técnica, para definir el modelo que le corresponde según las necesidades para finalmente llevar a cabo todo el proceso técnico y social para definir las actividades a implementar (Vision, 2004).

El Plan de Manejo y Ordenamiento de una Cuenca (POMCA), se refiere a la planeación del aprovechamiento de los recursos naturales renovables para obtener un beneficio económico y la conservación de la estructura funcional (físico-biótica) de una cuenca, principalmente de los recursos hídricos, con la finalidad de mantener o restablecer un adecuado equilibrio entre estos, es decir llevar a cabo un uso y manejo sostenible de sus recursos naturales renovables.

2.5 Recarga hídrica

La recarga hídrica, se refiere al proceso por el cual el agua que proviene del exterior (lluvia, u otra procedencia) se incorpora a un acuífero; este fenómeno desencadena un proceso complejo hasta llegar a la capa freática. Después del proceso de infiltración, el agua que no es eliminada por la evapotranspiración drena desde la zona de las raíces, también conocida como zona de aireación a través de la zona no saturada en dirección descendente hasta formar parte del acuífero (Faustino, 2011).

Para llevar a cabo una estimación adecuada de la recarga, son varios factores los que intervienen, como es el clima, pues sus variaciones determinan la cantidad de agua infiltrada, así como el cambio de uso de suelo que se da en la zona, las características geomorfológicas y algunos parámetros puntuales extrapolados que sean representativos (de Vries, J. J. & Simmers, 2002).

Estos factores son determinantes en regiones semiáridas, en donde la recarga es muy variable en el espacio y en el tiempo. Es por esto que Samper, 1997, Simmers,

1997, Custodio, 1997; Hendrickx y Walker, 1997; Scanlon et al., 2002 en sus estudios mencionan que para contrastar los resultados es conveniente aplicar varios métodos. Aunado a esto, al realizar un estudio, solo se aplican algunos de estos métodos, debido a los datos disponibles, las características regionales y locales, la factibilidad operativa y los costos de aplicación.

Entre los métodos más conocidos para estimar la recarga hídrica natural en una cuenca hidrográfica, se mencionan los siguientes:

2.5.1 Métodos de balance de agua

Esta metodología está basada en la ecuación general hidrológica, la cual toma en cuenta las entradas y salidas del recurso agua (precipitación, escurrimiento, infiltración, evapotranspiración). Una manera de determinar problemas en cantidad del recurso se hace a través del cálculo del balance hídrico cuantificando la acumulación de la oferta hídrica. Por medio de estos cálculos se puede determinar si el recurso es suficiente para satisfacer las necesidades de los usuarios actuales y potenciales (Rodríguez, 2014).

2.5.2 Método hidroquímico

Esta metodología estima la recarga hídrica que se produce por la lluvia (aporte atmosférico) en un determinado lugar, dependiendo de la cantidad de precipitación reportada, pero no calcula el agua subterránea almacenada, ya que este depende del tiempo de residencia, también es conocida como el balance del ión cloruro (Faustino, 2011).

“El balance del ión cloruro es factible ya que es un soluto conservativo que normalmente no es aportado por el terreno, entre sus propiedades están la solubilidad, no interactúa con el medio, fácil de muestrear y el terreno carece de cantidades significativas” (García, 2007).

2.5.3 Método participativo

Para la aplicación efectiva de este método, es importante tomar en cuenta los conocimientos locales, es una metodología práctica y de fácil aplicación para identificar zonas con potencial de recarga hídrica, en donde se aprovecha el conocimiento y experiencia de los actores locales con el conocimiento de los expertos, mediante metodologías participativas con los pobladores de las comunidades y especialistas que trabajan en la zona (Faustino, 2011).

De acuerdo con Arias (2008), los habitantes de las comunidades son los principales actores a ser involucrados en cada parte del proceso, al ser los poseedores del territorio y quienes conocen la realidad en la que se encuentran, son ellos quienes deben definir el rumbo a seguir, así como definir la planeación y las estrategias a seguir para lograr el desarrollo de su propia comunidad.

2.6 Enfoques de estudio

2.6.1 Sustentabilidad

Hablar de desarrollo sustentable bajo un enfoque integrado, con visión interdisciplinaria y solidaridad nos lleva a lograr una participación integrada de la población la cual sea capaz de tomar decisiones para lograr su propio desarrollo, el cual debe ser equitativo y justo para las generaciones presentes y futuras; así mismo es de suma importancia la conservación de los recursos naturales, considerando la capacidad de regeneración y asimilación del planeta. De acuerdo con Constanza, et al. (2000), es un concepto ético filosófico e interdisciplinario que necesita la integración de distintas ciencias para explicar y lograr sus fines; pues hoy en día nos enfrentamos a problemas globales de largo plazo que requieren soluciones puntuales, las cuales se lograrán con la participación de diversas disciplinas interrelacionadas entre sí, ya que estas soluciones demandan el manejo de sistemas complejos.

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible reconocen que nuestra sociedad necesita cambios radicales en la forma de consumo y en cómo están funcionando las economías mundiales. Esto para

lograr cumplir con los principales compromisos propuestos como son: “acabar con la pobreza y el hambre, lograr la protección social universal, reducir las desigualdades y alcanzar la sostenibilidad medioambiental”. Se reconoce que es necesario cambios radicales en la forma de actuar, bajo un enfoque integrador total que una al hombre con su entorno. Para lograr que esto se haga realidad, es fundamental voltear la vista hacia alternativas y modelos económicos que están surgiendo como estrategia para lograr la inclusión y un desarrollo sostenible (Unidas, 2018).

El desarrollo endógeno sustentable busca generar soluciones que terminen con la pobreza, mediante la generación de alternativas económicas las cuales den respuesta a las diferentes problemáticas de la vida social sin deterioro del medio ambiente, es decir que al mismo tiempo, se favorezca el manejo sustentable de los recursos naturales (Rosas y Lara, 2013).

La sustentabilidad social y su acercamiento con la sustentabilidad ecológica no solo reconoce las necesidades de la población sino también la importancia que tienen los saberes de los pobladores al incluir los conocimientos tradicionales, experiencias identitarias y culturales, el diálogo de saberes, en donde se toman en cuenta las opiniones tanto de los expertos como la de los actores locales, logrando con esto un intercambio de experiencias entre la parte técnica y práctica para tener una mejor comprensión del entorno y con esto una atención puntual de problemas (Rosas, et al., 2014).

2.6.2 Economía solidaria y economía ecológica

“La economía solidaria, es un enfoque de la actividad económica que tiene en cuenta a las personas, el medio ambiente y el desarrollo sostenible y sustentable, como referencia prioritaria, por encima de otros intereses” (Red de Redes de Economía y Alternativa Solidaria REAS, 2011).

Es considerada “Un nuevo modo de organización de la economía y de la sociedad humana”. Es social porque construye sociedad, articula el tejido social, promueve la ayuda mutua entre actores sociales, no promueve la confrontación ni lucha de

clases. El objetivo de la producción social y solidaria es la satisfacción de necesidades. Su definición implica tres tipos de solidaridades que la identifican y distinguen con respecto a la economía capitalista: la solidaridad con los seres humanos, con la naturaleza y con la cultura (Collin, 2008).

Barkin y Lemus (2012) reconocen esta solidaridad entre los seres humanos al mencionar como en las comunidades se da este proceso, al decidir colectivamente entre todos que los ciudadanos tienen ciertos derechos como son el acceso a alimentos de primera necesidad, a servicios sociales y todo lo que sea necesario para garantizar que los individuos tengan un nivel de vida adecuado.

La economía solidaria se refiere a una economía de masas (colectiva), en donde el individuo tiene derecho a decidir y en ese momento cambia todo, empieza con el concepto de comunidad y el compromiso de esta para asegurar la supervivencia y el bienestar de todos sus miembros, crean capital social.

Al hablar de “capital social” nos referimos a las relaciones que se establecen entre los miembros de una comunidad, relaciones que se materializan en la confianza, reciprocidad, solidaridad y cooperación mutua, relaciones sociales que van más allá de lo concreto-abstracto, más allá de lo productivo, llamado de otra manera, instituciones de cooperación comunitaria (Rosas, 2012).

De igual manera es importante abordar la solidaridad vista desde la economía ecológica la cual está relacionada con la naturaleza, esta da a entender que ningún recurso puede ser intercambiado por otro, sino que todos se complementan, poniendo como ejemplo el capital humano es complementario al capital natural, al reconocer que uno se deriva del otro y necesita de este para su supervivencia, ambos se complementan (Fuente, 2008).

Visto desde el enfoque de la Nueva Ruralidad, la perspectiva de la Economía Ecológica es compatible con esta, ya que la autonomía, la autosuficiencia, la diversificación productiva y la gestión de los ecosistemas forman parte de los principios básicos que buscan fortalecer los procesos autónomos que se llevan a cabo en las comunidades (Barkin, 2001).

Dichos principios son fundamentales como se mencionó anteriormente para fortalecer los procesos autónomos de las comunidades donde se están gestando estrategias propias de generación de ingresos y fuentes de empleo, alternativas a la producción capitalista. En las cuales las comunidades además de producir bienestar para mejorar la calidad de vida de sus habitantes, se procura el cuidado y protección del medio ambiente, por ser este el que provee de todo lo necesario para la subsistencia, surgiendo así formas de armonía y sinergias sociales dentro de las comunidades.

La economía solidaria va más allá de un emprendimiento solidario, no se refiere solamente a un producto, o a un objeto. Tiene que ver con el respeto al medio ambiente, incorpora el respeto y fortalecimiento a la cultura local, busca la ciudadanía y la igualdad. En todo momento trata de establecer el comercio justo, la cooperación, la seguridad en el trabajo, la producción se da sin utilizar mano de obra infantil, sin sufrimiento de personas o animales, valora el trabajo comunitario, enfatiza la equidad de género y el consumo sustentable (Gadotti, 2016).

2.6.2.1 Principios de economía solidaria

La economía solidaria, menciona que principios como la equidad (igualdad de oportunidades, de derechos, de participación, de transparencia, de información sea cual sea la condición social, género, edad, etnia, origen, capacidad), la justicia, la fraternidad económica, la solidaridad social y la democracia directa deben regir la gestión de la actividad económica y estos valores universales también deben incorporarse en las relaciones entre toda la ciudadanía que forman una sociedad.

Entre estos valores, la solidaridad y la cooperación son indispensables para crear en la sociedad nuevas formas de visualizar la economía desde un punto de vista más humana, lo cual se logra creando capital social en las comunidades con la finalidad de aumentar la capacidad de organizarse y asociarse sosteniendo así las bases de un nuevo modelo de gestión (Rofman, 2010).

La Ley de La Economía Social y Solidaria, Reglamentaria Del Párrafo Octavo Del Artículo 25 de La Constitución Política de Los Estados Unidos Mexicanos, (2019).

publicada en el Diario Oficial de la Federación el 23 de mayo del 2012, en su última reforma publicada el 12 de abril del 2019 menciona los valores que deben orientar la actuación de los organismos participantes en el sector solidario, los cuales son: ayuda mutua, democracia, equidad, honestidad, igualdad, justicia, pluralidad, responsabilidad compartida, solidaridad, subsidiariedad, transparencia, confianza y autogestión

CAPÍTULO III

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

3.1 Localización geográfica

El municipio de San Andrés Ixtlahuaca se encuentra en el estado de Oaxaca, región de Valles Centrales, dentro del Distrito del Centro. Geográficamente está situado al Oeste (W) de la Ciudad de Oaxaca a una altitud que va de 1,500 a 2,300 metros sobre el nivel del mar. En las coordenadas $96^{\circ}49'$ longitud oeste y $17^{\circ}04'$ latitud norte.

Dentro de los límites municipales, este colinda al norte con San Felipe Tejalapam y San Lorenzo Cacaotepec; al sur con San Pedro Ixtlahuaca; por el oriente se encuentra Santa María Atzompa; y con San Felipe Tejalapam al poniente. El municipio cuenta con una superficie total de $33,17 \text{ km}^2$. Se encuentra aproximadamente a 10 km de la capital del Estado (Velasco, 2013).

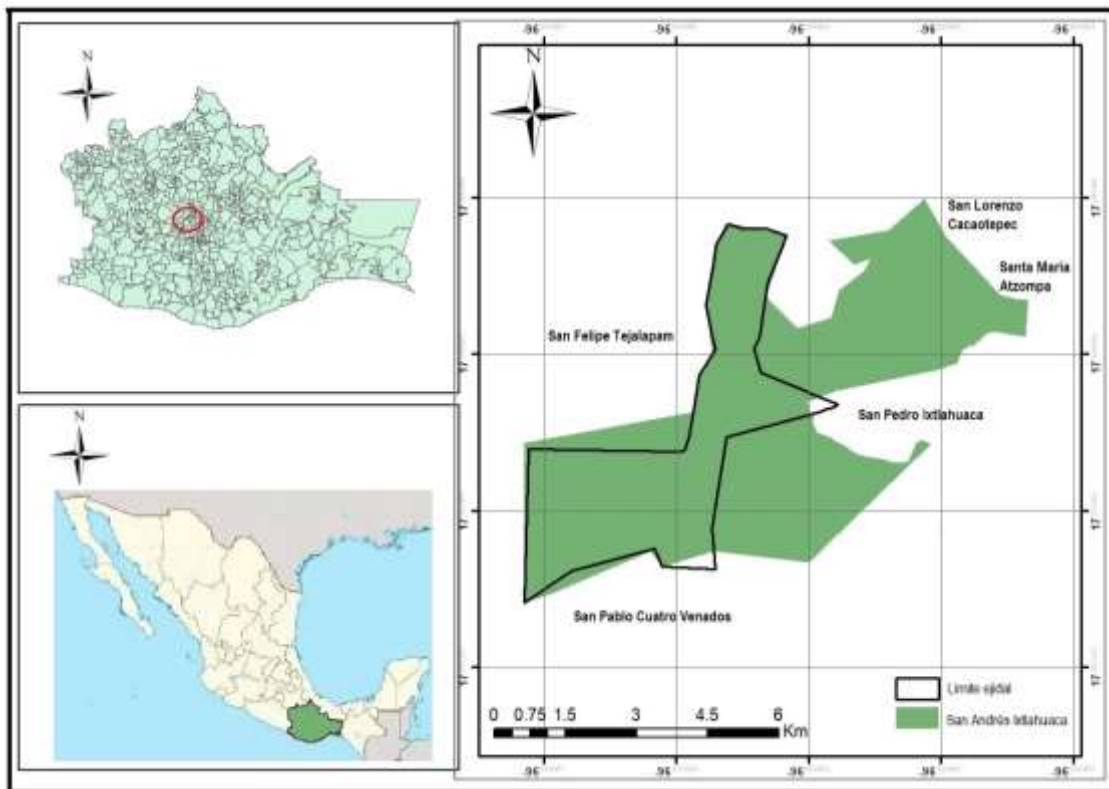


Figura 1. Localización de San Andrés Ixtlahuaca, Oaxaca.

3.2 Características generales del territorio

Entre los estados de la República Mexicana con mayor extensión territorial se encuentra Oaxaca, su territorio se divide en ocho regiones Hidrológicas. Al este-sureste de la entidad dentro de la Región Costa Chica Río Verde podemos encontrar al municipio de San Andrés Ixtlahuaca, esta región se forma por las cuencas Río Atoyac (siendo este río, el más representativo de esta cuenca junto con la laguna Miniyua y el Corralero), la cuenca del Río La arena y Río Ometepec o Grande.

El territorio cuenta con dos corrientes importantes de agua para la región, el Río Metate y el Río Yegalán o Jalapilla. El primero es de tipo intermitente, es decir depende de las lluvias, pues solo se abastece de agua en esta temporada y la segunda es de tipo perenne, todo el año tiene agua, dependiendo la intensidad de la temporada de lluvia.

Forma parte de la Sierra Madre Occidental, se encuentra dentro de la Provincia Sierra Madre del Sur (XII), específicamente en la Subprovincia Sierras y Valles de Oaxaca.

Tomando de referencia la carta topográfica E14D47 perteneciente a Oaxaca de Juárez, según la ubicación de la comunidad, la altura del cerro más alto (la capitana) oscila alrededor de los 2,600 metros, en general el territorio está conformado por valles con lomeríos suaves.

La zona presenta dos tipos de climas principales, el semicálido subhúmedo (A)C (w₀) (w) b (i')g y el semiseco semicálido BS₁hw (w) (i').

(A)C (w₀) (w) b (i')g. Semi cálido subhúmedo, subtipo de menor humedad, en este tipo de climas las lluvias se presentan en verano, la temperatura media anual registrada es menor de 22°C, con un cociente P/T menor de 43.2, el verano es fresco y largo, con una oscilación térmica inferior a 5°C, la precipitación del mes más seco menor de 60 mm.

BS₁hw (w) (i'). Semi seco semi cálido, cociente P/T menor de 22.9, temperatura media anual entre 18 y 22°C, con lluvias en verano, invierno se presenta fresco registrando hasta 18°C y una asociación térmica anual que va de 5 a 7° C.

En San Andrés Ixtlahuaca, por las variaciones climáticas, en promedio se registran hasta 5 heladas en el mismo mes, las cuales comienzan a presentarse desde mediados de noviembre y termina el periodo de incidencias a finales de enero, extendiéndose en ocasiones hasta el mes de marzo. Este fenómeno afecta la superficie Agrícola de riego de la parte plana del municipio, generando pérdidas para los productores de esta zona.

Debido a la combinación de climas que se da en la zona, en las partes altas la vegetación que se encuentra es el bosque de Quercus y de Pinus, en la parte media y baja existen pastizales y bosque tropical caducifolio. Entre las especies reportadas para esta zona se encuentran Pinos, encinos, Copales, Guamúchil, Algarrobes, Burseras, Mezquites, Yucas, Huisaches, Cazahuates, Bromelias como Heno y Gallinetas, además de diferentes especies de Cactáceas de las cuales predominan los nopales, Mamilarias y Biznagas que son muy saqueadas en la zona, además también se puede encontrar plantas parásitas como es el Muérdago.

3.3 Características socioeconómicas

3.3.1 Población

El municipio de San Andrés Ixtlahuaca está conformado por 6 localidades, La Cieneguilla, El Progreso, El Cazahuate, La Palma, Buena Vista y San Andrés Ixtlahuaca (cabecera municipal). Tomando de referencia la Encuesta Intercensal 2015 (INEGI, 2016) la población total era de 1,604 habitantes para ese año, de los cuales 845 eran mujeres y 759 hombres.

La mayor población femenina se encuentra distribuida en rangos de edades que van de los 15 a los 40 años, y la población masculina se distribuye en los rangos de 15 a 34 años como podemos observar en la figura 2.

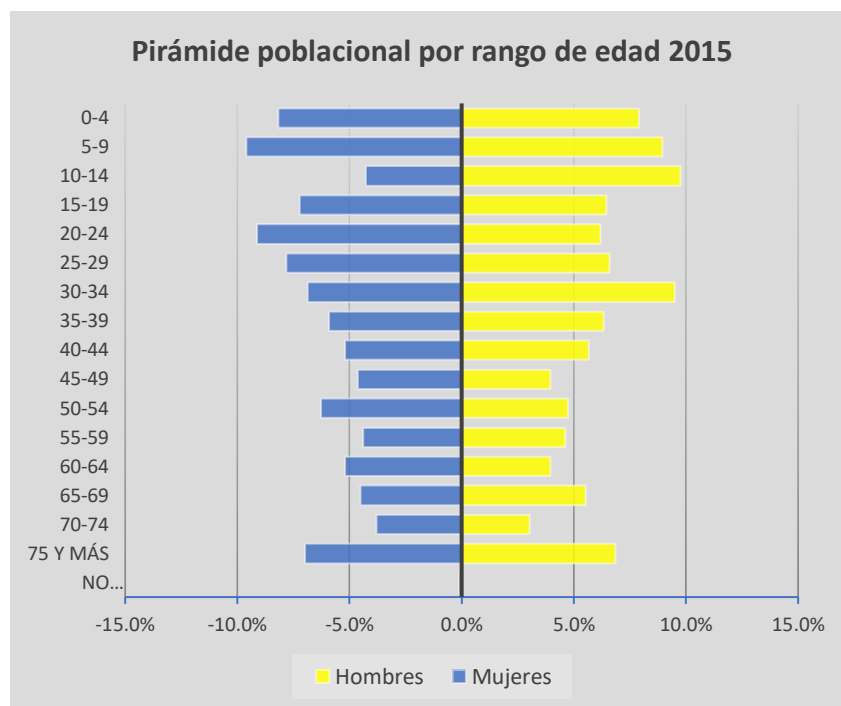


Figura 2. Pirámide de población por grupos de edad.
Fuente: elaboración propia con datos de INEGI, Encuesta Intercensal 2015.

3.3.2 Educación

El municipio presenta alto grado de alfabetismo con un 92.76%, del cual el género masculino presenta mayor grado de estudios, quedando la población femenina en un alto porcentaje de analfabetismo, como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Porcentaje de alfabetismo y analfabetismo a nivel municipal.

Sexo	Porcentaje de alfabetas	Porcentaje de analfabetas
Total	92.76 %	6.91%
Mujeres	52.17%	80.95%
Hombres	47.83%	19.05%

Fuente: INEGI. Encuesta Intercensal 2015; IEEPO Dirección de Planeación Educativa. Departamento de estadística. Ciclo escolar 2018-2019.

El 65.2% de la población femenina concluyó la educación básica, mientras la población masculina el 72.7%. Solo el 10.29% de la población tiene nivel de escolaridad superior, 8.66% mujeres y 12.21% hombres (DIGEPO, SM, 2020).

3.3.3 Actividades económicas

En cuanto a las actividades económicas, la mayor parte de la población se dedican al sector primario 42.09% (hombres) y el 51.2 % se dedican al sector terciario, servicios (mujeres), como podemos observar en la figura 3.

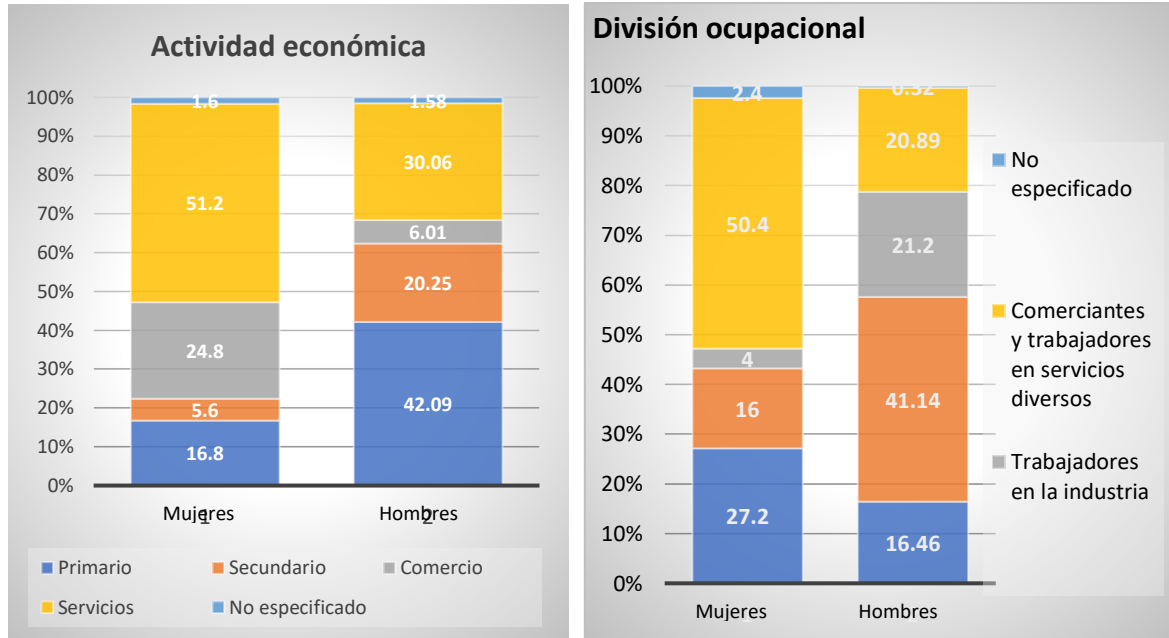


Figura 3. Población ocupada y distribución porcentual según actividad económica y división ocupacional. Fuente: INEGI. Encuesta Intercensal 2015.

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA Y DESARROLLO DEL TRABAJO DE TESIS

La metodología general de trabajo se estructuró en cuatro etapas principales y nueve pasos tomando de referencia la Guía Metodológica para la Formulación de los Planes de Manejo Ambiental de Microcuencas, elaborado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, MINIAMBIENTE, (2018), Dirección de Gestión Integral del Recurso Hídrico, del Gobierno de Colombia. Esta se integra por cinco fases: preparación, diagnóstico, formulación, ejecución, seguimiento y evaluación. Aunque no se planteó un plan de manejo como tal, esta fue una manera de planeación de actividades dentro de una microcuenca para proponer las alternativas de manejo, es por tal motivo que se toma como referencia; se trabajó conforme a las primeras 3 etapas, así como el seguimiento de las acciones que llegaron a implementarse (Tabla 2).

La primera etapa, preparación, se define como el proceso en el cual se conciben las condiciones necesarias para el desarrollo del proceso de planificación ambiental en la microcuenca, por lo tanto la priorización y selección del área de estudio y la conformación del grupo de trabajo, son actividades que permitieron la preparación del proceso de planificación, en esta etapa se conformó el equipo de trabajo necesario para realizar y acompañar la formulación e implementación de las alternativas de manejo, se definió el plan de trabajo, la estrategia de socialización, participación y la logística, entre otros aspectos.

En la segunda etapa se realizó el diagnóstico de la microcuenca Río Jalapilla, el cual se conformó por el diagnóstico ambiental y socioeconómico, la identificación de las zonas potenciales de recarga hídrica en el territorio de San Andrés Ixtlahuaca, para lo cual se utilizó la Guía para la identificación participativa de zonas con potencial de recarga hídrica (Matus, et al., 2009).

En la tercera etapa se analizó toda la información recabada en las etapas anteriores para realizar la formulación de las alternativas de manejo integral de la microcuenca para la protección de zonas de recarga hídrica.

Tabla 2. Metodología de trabajo.

Etapas	Pasos metodológicos	Herramientas	Parámetros
Primera etapa Preparación	Paso 1.		
	Conformación y caracterización del equipo de trabajo	Observación participante Entrevistas semiestructuradas Pláticas informales	Valores solidarios Compromiso con el medio ambiente Nivel de participación
	Paso 2.		
	Búsqueda de información documental de la zona de estudio	Investigación documental	Ubicación Clima Suelo Uso de suelo y vegetación Geología
Segunda etapa Diagnóstico ambiental	Paso 3.		
	Diseño de estrategias de socialización	Elaboración de plan de trabajo	
Segunda etapa Diagnóstico ambiental	Paso 4.		
	Elaboración de diagnóstico ambiental	Delimitación de área de estudio Caracterización morfométrica de la microcuenca Caracterización biofísica a nivel microcuenca Recorridos de verificación	Parteaguas Área Perímetro Factor de forma Pendiente Elevación Tiempo de concentración Clima Suelo Uso de suelo y vegetación Geología Temperatura media, precipitación, (3 estaciones meteorológicas, Tlazoyaltepec, Jalapa del Valle y Oaxaca) Mapa base

Continuación Tabla 2..

		Taller participativo de diagnóstico ambiental	Diagrama de cuenca Línea del tiempo Matriz de evaluación de recursos Identificación zonas de recarga
	Paso 5		
		Investigación documental	Población Tendencias demográficas Distribución poblacional Economía Sistemas organización social Vivienda
Tercera etapa diagnóstico socioeconómico	Elaboración de Diagnóstico socioeconómico	Investigación etnográfica (observación participante Entrevistas semiestructuradas Pláticas informales	Usos e importancia del agua Actores representativos Principales sectores productivos
	Paso 6		
Cuarta etapa	Identificación de las zonas potenciales de recarga hídrica (evaluación de elementos biofísicos)	Cartas temáticas Recorridos <i>in situ</i>	Pendiente y microrelieve Tipo de suelo Tipo de roca Cobertura vegetal Uso de suelo
Quinta etapa Formulación	Paso 7		
	Análisis e integración de información biofísica y socioeconómica	Análisis mediante sistemas de información geográfica Mapeo comunitario o participativo de zonificación	Mapas de zonificación de recarga hídrica
	Paso 8		
	Propuestas de alternativas de manejo de la microcuenca		

Continuación Tabla 2..

Paso 9		
	Socialización de resultados	Taller participativo
Paso 10		
Sexta etapa	Desarrollo de capacidades	Talleres para desarrollo de capacidades dependiendo de necesidades detectadas en el diagnóstico
Implementación		
Evaluación	Evaluar las acciones emprendidas	Indicadores

Fuente: elaboración propia.

4.1 Primera etapa. Preparación

4.1.1 Conformación y caracterización del equipo de trabajo y desarrollo de actividades preliminares

El equipo de trabajo que acompañó el proyecto se seleccionó como resultado de tres reuniones con ejidatarios del lugar, seleccionando a los integrantes de acuerdo a los siguientes criterios:

Originarios de la comunidad,

Integrantes del comisariado ejidal

Mostrar interés y compromiso con el trabajo.

Los indicadores considerados fueron: el grado de participación (alta, media, baja), número de personas asistentes a las reuniones y grado de interés mostrado.

Para caracterizar a los integrantes del grupo, así como los habitantes del municipio de San Andrés Ixtlahuaca se llevó a cabo un proceso de investigación cualitativa consistente en observación participante, entrevistas semiestructuradas, pláticas informales, además de visitas a la comunidad.

4.1.2 Diseño de estrategias de socialización

Con el apoyo de los integrantes del grupo de trabajo mediante una reunión se elaboró el plan de trabajo a seguir durante todo el proceso, haciendo énfasis de las herramientas a utilizar para cada una de las etapas, principalmente en el desarrollo de los talleres participativos, entrevistas, encuestas. En esta etapa se definieron las personas que acompañaron en los recorridos de campo, los cuales fueron el presidente del comisariado ejidal y el presidente del consejo de vigilancia, pues ellos cuentan con vehículo además de conocer mejor el territorio. Se planearon 3 recorridos de campo por la zona alta, media y baja, además de la visita a cada una de las represas y bordos construidos. Para los talleres participativos se invitó a toda la población sin distinción, se planearon las fechas tentativas. El taller diagnóstico se tenía ideado para el 8 de febrero del 2019 y se recorrió al 22 de febrero.

4.2 Segunda etapa. Diagnóstico

4.2.1 Elaboración de diagnóstico ambiental

4.2.1.1 Búsqueda de información documental

Como primera parte del diagnóstico se hizo una consulta de fuentes primarias para recabar información documental, principalmente sobre las características físicas del área de estudio. Esta información se consultó en el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), en la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). Además, se llevó a cabo una búsqueda de información referente a estudios anteriores realizados en la comunidad sobre el tema agua y recursos naturales. Derivado de entrevistas semiestructuradas realizadas con los informantes clave de la comunidad, se obtuvo información sobre la existencia de estudios de calidad de agua en la zona, estudios para la construcción de retenes, dicha información se solicitó principalmente a CONAGUA, CONAZA, FIRCO, así como al Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca (ITVO).

4.2.1.2 Delimitación y caracterización del área de estudio

Para delimitar el área de estudio se realizó el trazo de la microcuenca, mediante la identificación de la red de drenaje principal y tributarios que forman parte del río Jalapilla, para esto se utilizó el Simulador de flujos de aguas de cuencas hidrográficas versión 3.2 (SIATL, 2010), de donde se extrajo dicha información que fue usada para determinar el análisis.

Teniendo la red de drenaje, se obtuvo del modelo digital de elevación de la región (E14-9 Oaxaca de Juárez, Escala 1:250,000), así como las cartas topográficas correspondientes, información que se obtuvo de la base de datos del INEGI 2010 (Figura 4). Posteriormente se procedió a la delimitación de la microcuenca mediante el método del parteaguas, que considera como los límites de ésta los puntos más altos de las montañas tomando como referencia el valor de las curvas de nivel, pasando por los puntos de mayor nivel topográfico, que es en donde se generan los escurrimientos que dan aporte a la corriente principal para formar la microcuenca. Para esta actividad se utilizó el software QGIS. Como producto final obtuvimos la microcuenca delimitada, con su red de drenaje.

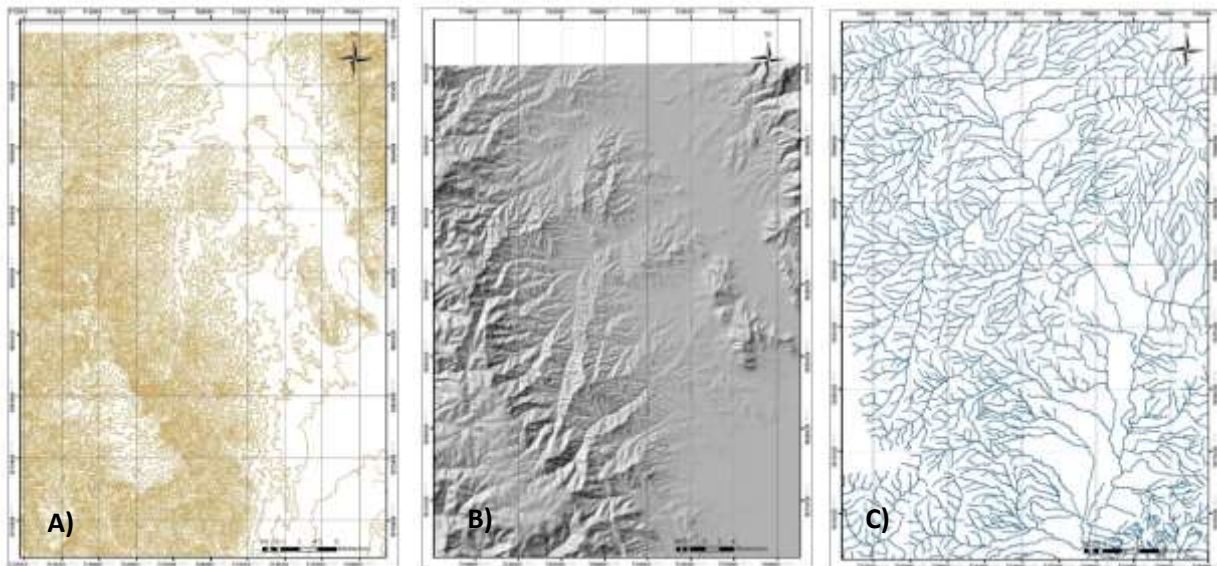


Figura 4. A) Mapa de curvas de nivel, B) Modelo digital de elevación y C) Corrientes perennes de la Región Hidrológica 20.

Fuente: elaboración propia con información obtenida de INEGI.

4.2.1.3 Caracterización morfométrica de la cuenca

Ante la presencia de fuertes precipitaciones, una forma de predecir el comportamiento de la cuenca es por medio de la caracterización morfométrica. Para realizar esta caracterización se utilizaron sistemas de información geográfica (SIG), en específico el programa QGIS, utilizando la información digital disponible proporcionada por el INEGI, la carta topográfica digitalizada de la zona de estudio (E14D47 y E14D48) escala 1:50,000, cartas temáticas de uso de suelo y vegetación, edafológicas, el modelo digital de elevación (E14-9) y la información de las estaciones meteorológicas que se encuentren dentro del territorio de la microcuenca o cercanas al sitio. Estas estaciones son la 20044 Jalapa del Valle, la 20313 Tlazoyaltepec y la 20079 Oaxaca, dichas estaciones son administradas por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN), adscrito a la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). Los principales parámetros determinados fueron: área (A), perímetro (P), longitud (L), orden de la cuenca (O), orden del curso (O), altura máxima y mínima (H,h), pendiente, longitud del cauce principal (Lcp), coeficiente de compacidad (índice de Gravelius), coeficiente de forma.

4.2.1.4 Caracterización biofísica de la microcuenca

Las condiciones biofísicas de la microcuenca se caracterizaron considerando lo siguiente:

Clima: se descargó el mapa climas de la República Mexicana en el cual se muestra la clasificación hecha por Köppen modificada por García (1998), escala 1:1000000, publicado en el año 2001 que representa los diferentes tipos de clima tomando en cuenta temperatura registrada así como la precipitación. Este se encuentra disponible en la página de la CONABIO. Para analizar la información obtenida y extrapolarla a la zona de estudio se empleó el software QGIS, debido a que este mapa se encuentra en coordenadas geográficas se convirtió la información al sistema de coordenadas UTM (Universal Transversal de Mercator).

Edafología: se utilizó el mapa que muestra los diferentes tipos de suelo que se encuentran a nivel nacional el cual fue elaborado con la unión de 32 coberturas: 17

a escala 1:250000 y 15 a 1:1000000. El mapa digitalizado (INEGI) se obtuvo del Instituto Nacional de investigaciones Forestales y Agropecuarias INIFAP apoyado por CONABIO (1995), última edición 2013, lo cual forma parte del proyecto P147 Enriquecimiento y uso de la base de datos geográficos. Para analizar la información obtenida se siguió el mismo procedimiento que en el mapa de climas.

Geología: para el análisis de información geológica de la zona de estudio, se consultó la carta geológica editada por el Servicio Geológico Mexicano (1984 y 1989), así como la Geológico-minera E14-9.

Uso de suelo y Vegetación: se analizó la información contenida en el mapa de la CONABIO (1998), el cual muestra las categorías de uso del suelo y vegetación a escala 1:250000, que fueron publicadas por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) (1981-1991), en las Cartas de uso del suelo y vegetación y distribuidas en forma digital por la Dirección General de Ordenamiento Ecológico (DGOE), última edición 2013, la cual forma parte del Instituto Nacional de Ecología (INE).

Tabla 3. Cartas temáticas necesarias para la caracterización de la microcuenca (INEGI).

Carta	Lugar	Escala	Edición
Uso de suelo y vegetación	E14-9 Oaxaca	1:250,000	2013
	E14-12 Zaachila		2013
Hidrografía	RH20Ac	1:50,000	2010
Edafología	E14-9 Oaxaca	1:250,000	2013
	E14-12 Villa de Zaachila		2013
Geología	E14-9 Oaxaca	1:250,000	1984
	E14-12 Zaachila		1989
Climas	República Mexicana	1:1,000,000	2001

Fuente: elaboración propia.

4.2.1.5 Recorridos de verificación *in situ*

Se realizó el reconocimiento de la microcuenca con el fin de comparar la información de los planos con la real, especialmente en lo referente a la red de drenaje. Para lo cual se georeferenciaron los sitios con un sistema de posicionamiento global (GPS Garmin GSCX). Para esta actividad se realizaron tres recorridos conjuntamente con algunos integrantes del grupo de trabajo, para que fueran ellos quienes guiaran el recorrido, mostrando aspectos importantes que consideraron debían tomarse en cuenta para el análisis de la información.

4.2.1.6 Taller participativo de diagnóstico ambiental

Para la realización del diagnóstico ambiental participativo se realizó un taller con integrantes del grupo de trabajo e informantes clave de la comunidad. Se planeó la utilización de diferentes herramientas de obtención de información, como son las técnicas del mapa base, diagrama de cuenca, matriz de análisis de conflictos, censos de problemas de uso de los recursos (Geilfus, 2005). Así como la implementación de los talleres de percepción para uniformizar los conceptos usados dentro del trabajo como son: cuenca, microcuenca, agua subterránea, zona de recarga hídrica (tabla 4).

Entre los indicadores a evaluar en esta parte se encuentran el número de participantes, cantidad de hombres, mujeres; nivel de participación (alta, media, baja).

El objetivo general del taller fue generar un diagnóstico ambiental a través de la participación de las personas mediante la recolección y análisis conjunto de la información para detectar las principales problemáticas que afectan a la comunidad.

Tabla 4. Principales herramientas/instrumentos utilizadas en el taller participativo de diagnóstico ambiental.

Grupo	Herramienta/ Instrumento*	Objetivo
Grupo de trabajo	Mapa base	Identificar los diferentes componentes de la comunidad y ubicación de puntos estratégicos de trabajo.
Ejidatarios Comuneros Sociedad	Diagrama de cuenca	Identificar las principales corrientes de drenaje y la delimitación de la microcuenca partiendo del mapa base, servirá para platicar sobre las interacciones entre los diferentes componentes de la microcuenca y los beneficios que estos aportan a la sociedad
	Matriz de análisis de conflictos	obtener información sobre lo que piensan los pobladores sobre el estado que guardan los recursos (disponibilidad, calidad) principalmente el agua y de ahí partirá el análisis de conflictos que ocurren en la comunidad, tratar de determinar las causas que los originan
	Censo de problemas de uso de los recursos	Identificar cuáles son los problemas que se logra identificar en cada zona que conforma la delimitación del área de estudio, en cuanto al uso de los recursos naturales (principalmente el recurso agua).
	Línea del tiempo	Identificar los principales acontecimientos que han ocurrido en la comunidad

Fuente: elaboración propia con base en *Geilfus, 2005.

4.2.2 Elaboración de Diagnóstico socioeconómico

4.2.2.1 Diagnóstico documental

Para esta parte del estudio fue necesario registrar los principales indicadores socioeconómicos como son: población, tendencias demográficas, distribución poblacional, economía, sistemas de producción, sistemas de organización social, vivienda, infraestructura, servicios básicos. Esta información fue recabada de cada una de las localidades que forman parte del territorio de San Andrés Ixtlahuaca, el cual se encuentra inmerso dentro de la microcuenca. Las principales fuentes de

información fueron INEGI, Consejo Nacional de Población (CONAPO), Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) y el Atlas de Género.

4.2.2.2 Diagnóstico participativo

Para obtener mayor información sobre este rubro también se realizaron entrevistas semiestructuradas, observación participante, un taller participativo con representantes de los principales sectores económicos (sector primario, secundario, terciario). Lo anterior con el fin de detectar cuáles son los principales usos de la tierra dentro de la microcuenca, así como las principales problemáticas que presentan, la parte más importante en este paso es la información obtenida mediante investigación cualitativa sobre el uso y consumo, además de la valoración que se le da al recurso agua dentro de la comunidad.

Se realizaron 8 entrevistas semiestructuradas con informantes claves de la comunidad por ser dinámica, flexible y no directiva. Para determinar el número de entrevistas realizadas en la parte cualitativa de este estudio se tomó en cuenta el punto de saturación. El cual se determina en el momento en que una entrevista ya no aporta datos nuevos a la investigación, la saturación señaló que la recogida de datos estaba completa (Díaz, et al., 2013).

También se aplicó una encuesta, la cual fue dirigida a toda la población, la encuesta constó de 20 preguntas y se realizó un muestreo no probabilístico en la población objetivo mediante la técnica de los porcientos (Escalante, 2000), tomando en cuenta que la población es homogénea, se determinó un 5% del total de la población, determinando así el número total de encuestas a aplicar, de las 465 viviendas que existen en la comunidad, se encuestaron 25.

4.3 Tercera etapa. Identificación de zonas potenciales de recarga hídrica

Para la identificación de las zonas potenciales de recarga hídrica, se aplicó la metodología propuesta por Matus, Faustino y Jiménez, (2009), en donde se seleccionaron las principales fuentes de agua ubicadas en la microcuenca. Se

generó un mapa de las zonas potenciales de recarga hídrica identificadas por los habitantes, resultado de la experiencia de los pobladores, reflejada en el taller de diagnóstico y en los recorridos de campo.

En las zonas identificadas se determinó y evaluó el potencial de recarga hídrica. Para lo cual se realizó una comparación de resultados obtenidos con dos técnicas distintas: 1) Aprovechar el conocimiento comunitario mediante un análisis conjunto con los actores locales siguiendo la metodología propuesta y 2) análisis mediante la superposición de las diferentes variables a considerar (tipo de suelo, pendiente, usos del suelo, geología, cobertura vegetal) evaluadas según los parámetros (elementos biofísicos) propuestos en la metodología, los cuales son los siguientes: pendiente y micro relieve, tipo de suelo, tipo de roca, cobertura vegetal, uso del suelo y vegetación.

Para evaluar cada elemento de la metodología se utilizó una ponderación que va de 1 a 5, en orden ascendente el 1 representa el valor más bajo, es decir, características menos favorables para que ocurra la recarga hídrica, hasta llegar al valor de 5 el cual representa las características más favorables para que ocurra la recarga asignándole el valor más alto.

Para realizar este paso de la metodología se buscó la participación activa de los diferentes representantes de la comunidad, tanto comités, asociaciones, productores, o cualquier otra organización presente en la comunidad. Buscando en todo momento fomentar el proceso de enseñanza-aplicación-aprendizaje y fueran los mismos participantes quienes a través de las diferentes actividades pudieran reconocer las zonas de recarga hídrica presentes en la zona y la forma en la cual se pueden gestionar y planificar el uso y manejo de los recursos hídricos de la región. Todo esto fue enfocado a que los mismos habitantes de la comunidad se convirtieran en los agentes de cambio, con miras al empoderamiento y el auto desarrollo comunitario (Matus, et al., 2009), para esto se llevó a cabo un taller para el desarrollo de capacidades de los integrantes del grupo en cada una de las variables a evaluar.

4.3.1 Evaluación de los elementos del modelo

4.3.1.1 Pendiente y microrelieve

En lo que respecta al relieve, se pudo inferir que este afecta de forma negativa al proceso de recarga hídrica, las zonas que presentan elevaciones altas, pendientes pronunciadas y donde el escurrimiento superficial es rápido, la infiltración y la recarga disminuyen debido al poco tiempo de contacto del agua con el suelo y se aceleran los procesos de erosión y compactación de los suelos. En caso contrario, en lugares planos, semiplanos, de poca pendiente y cóncavos a mayor tiempo de contacto del agua con el suelo el proceso de infiltración y recarga hídrica aumenta. En la evaluación de la pendiente se empleó la matriz que se detalla en la tabla 5.

Tabla 5. Posibilidad de recarga hídrica según porcentaje de pendiente y microrelieve.

Microrelieve	Pendiente (%)	Posibilidad de recarga	Ponderación
Plano o casi plano, con o sin rugosidad	0-6	Muy alta	5
Moderadamente ondulado o cóncavo	6-15	Alta	4
Ondulado/cóncavo	15-45	Moderada	3
Escarpado	45-50	Baja	2
Fuertemente escarpado	>60	Muy baja	1

Fuente: Matus, et al., 2009.

Para evaluar esta variable se utilizó el algoritmo map calculator del software ArcMap, tomando como referencia el modelo digital de elevación y los recorridos de campo realizados, para poder realizar la ponderación propuesta dependiendo de la pendiente que presentó el terreno.

4.3.1.2 Tipo de suelo

El tipo de suelo es una de las características de mayor importancia al momento de determinar la capacidad de recarga hídrica, pues esta depende de la textura, porosidad, permeabilidad y compactación. Para asegurar una alta capacidad de infiltración, las zonas de recarga hídrica deben ser muy permeables.

Suelos que favorecen la recarga hídrica presentan textura gruesa, alta porosidad y permeabilidad. Por el contrario, suelos que dificultan la recarga hídrica presentan textura fina, alta cantidad de arcilla, pesados y con alta compactación. Para evaluar esta variable, se tomó en cuenta la textura y la capacidad de infiltración (elementos que influyen en la permeabilidad del suelo), las cuales fueron medidas en campo con el apoyo de los actores locales y en laboratorio.

Para determinar la ponderación de la capacidad de recarga hídrica con los resultados obtenidos de la evaluación de estos elementos se tomaron en cuenta los criterios mostrados en la tabla 6.

Tabla 6. Evaluación de la textura y capacidad de infiltración del suelo.

Textura	Posibilidad de recarga	Ponderación
Franco-arenosos a arenosos, tamaño de las partículas de gruesos a medios, con muy rápida capacidad de infiltración (más de 25 cm/h).	Muy alta	5
Franco, presentando partes iguales de arena, limo y arcilla, rápida capacidad de infiltración (12,7 – 25 cm/h).	Alta	4
Franco-limosos, partículas de tamaño medio a finas, moderada a moderadamente rápida capacidad de infiltración (2-12,7 cm/h).	Moderada	3
Franco-arcillosos, combinación de limo y arcilla, partículas finas, suelos pesados, muestras de compactación, lenta a moderadamente lenta capacidad de infiltración (0,13-2 cm/h).	Baja	2
Arcillosos, muy pesados, partículas muy finas, compactas, muy lenta capacidad de infiltración (menos de 0,13 cm/h).	Muy baja	1

Fuente: Matus, et al., 2009.

La capacidad de infiltración y la textura se obtuvieron de la siguiente manera:

- Capacidad de infiltración por el método de infiltrómetro de doble anillo

Para determinar la capacidad de infiltración que se tiene en el territorio de San Andrés Ixtlahuaca, se procedió a realizar pruebas de infiltración mediante el método de infiltrómetro de doble anillo. Se determinó la realización de 7 pruebas (tabla 7) distribuidas aleatoriamente dentro del territorio, tomando en cuenta principalmente el tipo de suelo, la geología y la vegetación presente, factores interrelacionados que determinan la infiltración (Figura 5).

Los anillos de infiltración sirven para realizar pruebas que simulan el proceso de infiltración del agua y determinan la permeabilidad del suelo, (Delgadillo y Pérez, 2016).

Tabla 7. Ubicación y características de los sitios de muestreo para pruebas de infiltración.

Punto de muestreo	Ubicación (UTM)	Tipo de suelo	Uso de suelo y vegetación	Geología
1	723219 1883931	LVcrpf + LPeu + RGeulep/2	Vegetación secundaria arbórea de bosque de pino-encino	PE(Gn) Gneis
2	724141 1885266	RGeulen + LPeu/2	Vegetación secundaria arbórea de bosque de pino-encino	PE(Gn) Gneis
3	724768 1884228	RGeulen + LPeu/2	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino	PE(Gn) Gneis
4	725295 1885204	RGeulen + LPeu/2	Pastizal inducido	PE(Gn) Gneis
5	725864 1885156	RGeulen + LPeu/2	Agricultura de riego anual	PE(Gn) Gneis
6	726053 1886106	FLeu/1r	Agricultura de riego anual	PE(Gn) Gneis
7	726677 1887516	RGeulen + LPeu/2	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	PE(Gn) Gneis

Fuente: elaboración propia.

El Infiltrómetro de doble anillo consiste en dos cilindros concéntricos separados, que reducen fugas laterales de agua en el cilindro interno proporcionando lecturas más exactas de la infiltración. Este instrumento es utilizado para determinar la tasa de

infiltración, infiltración acumulada, capacidad de infiltración y la conductividad hidráulica saturada; valores que pueden ser evaluados en los diferentes horizontes del suelo (Gabriels, et al., 2006). En este estudio solo se determinó la capacidad de infiltración.

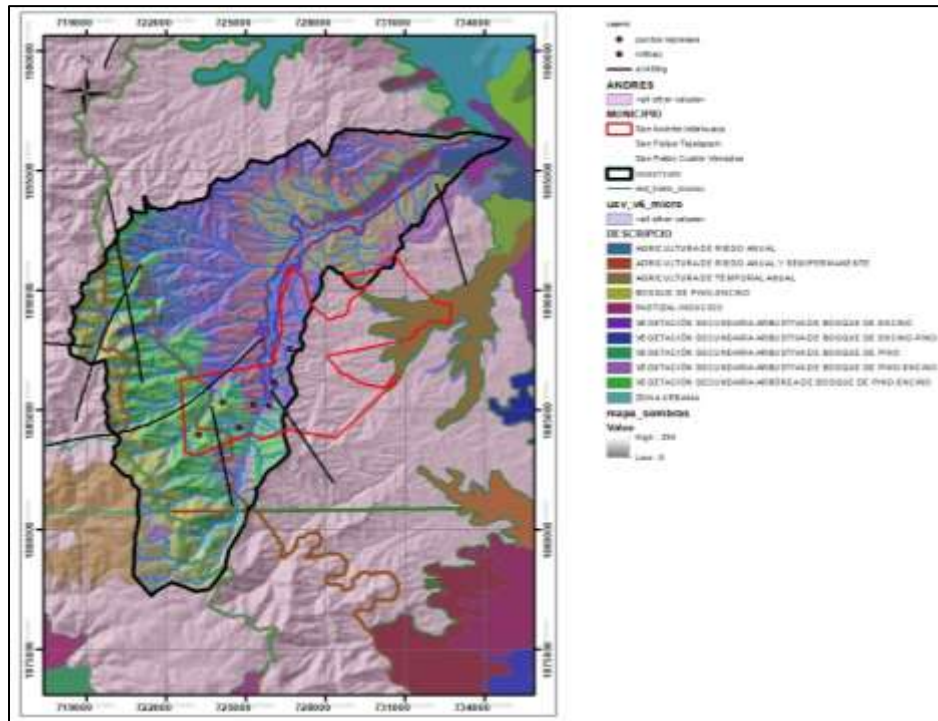


Figura 5. Ubicación de sitios de muestreo de suelo y pruebas de infiltración.
Fuente: Elaboración propia con información obtenida de INEGI.

Para la toma de datos en campo, fue necesario el apoyo de los pobladores para la dotación del agua necesaria, así como su acompañamiento en la ubicación de los sitios y la realización de las pruebas de infiltración.

El procedimiento se basó en Ibañez, et al., (2010) (modificado), el cual se describe a continuación:

1. Primero se ubicaron en campo los sitios seleccionados previamente (se eligieron lugares menos perturbados).
2. En cada uno de los sitios se limpió el área seleccionada para la instalación del infiltrómetro, eliminando hojas, basura e impurezas que impidieran el flujo normal del agua.

3. Se enterró el infiltrómetro de doble anillo mecánicamente aproximadamente 15 cm del suelo utilizando un marro y un polín para disminuir las vibraciones (Figura 6).



Figura 6. Instalación manual del infiltrómetro de doble anillo.

4. Antes de agregar el agua se verificó la correcta instalación del infiltrómetro (enterrado firmemente de manera uniforme, sin movimientos ni huecos alrededor).
5. Se llenó el anillo exterior con agua, comprobando que no existieran fugas de agua en los alrededores.
6. Posteriormente se llenó con agua el anillo interior, verificando que ambos anillos tuvieran la misma altura de agua (Figura 7).



Figura 7. Verificación del nivel de agua en anillo interior y exterior del infiltrómetro.
Fuente: Fotografía tomada en campo durante realización de pruebas de infiltración.

7. Una vez llenado el anillo central, con una regla y un cronómetro se midió cuanto varió la altura del agua al transcurrir el tiempo. Se realizaron mediciones a intervalos de tiempo regulares (2 minutos). Se llenaron nuevamente ambos anillos lo más rápido posible (Figura 8) para observar el comportamiento de la absorción capilar y humedad del suelo.
8. Una vez alcanzada una infiltración constante se continuó con las mediciones hasta que tres mediciones sucesivas fueran iguales o muy parecidas (Matus, 2009) y no tuvieran aumentos o decrementos. La prueba terminó cuando la medición fue constante.



Figura 8. Rellenado de anillos exterior e interior de infiltrómetro.
Fuente: Fotografía tomada en campo durante realización de pruebas de infiltración.

Una vez obtenidos los datos de campo se procedió al análisis de estos, la capacidad de infiltración se obtuvo de dividir la cantidad de agua infiltrada entre el intervalo de tiempo:

$$f = \text{Variación de altura} / \text{Variación de tiempo.}$$

Tomando los tres valores más bajos obtenidos de velocidad de infiltración se determinó el promedio de infiltración.

La velocidad de infiltración se obtuvo aplicando la fórmula siguiente:

$$I = (\Delta h * 600) / \Delta t$$

donde:

i : velocidad de infiltración en mm/hora

Δh : diferencia de altura de agua (cm)

Δt : diferencial de tiempo (min)

- Textura por el método de Bouyoucos

Por medio de la determinación de la textura del suelo podemos inferir como se da el movimiento del agua en todo el perfil, además de facilitar el manejo y conocer los nutrientes presentes, se puede predecir el comportamiento físico del suelo; esta es una de las características más importantes que debemos conocer.

Para determinar este parámetro a nivel laboratorio, es necesario realizar todo un procedimiento para medir la velocidad con que se sedimentan las partículas las cuales se dispersan en agua. Mediante este procedimiento podemos observar como las partículas de mayor tamaño se sedimentan más rápido que las pequeñas, esto se explica porque las partículas grandes flotan menos que las pequeñas, es decir, tienen menor área específica (Gómez, 2013).

De los sitios elegidos para realizar las pruebas de infiltración se obtuvieron muestras de suelo de aproximadamente 2 kilos cada una para determinar a nivel laboratorio la textura por el procedimiento de Bouyoucos a través del método AS-09.

El procedimiento para determinar la textura a nivel laboratorio se basó en la NOM-021-RECNAT-2002 que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudio, muestreo y análisis. Para lo cual se siguió el siguiente procedimiento:

1. Lo primero a realizar fue la preparación de las muestras, se tamizaron los suelos en una malla de 2 mm para eliminar las partículas mayores a 2 mm (gravas).
2. Se tomó una porción pequeña de cada una de las muestras de suelo (150 gr) en crisoles de porcelana y se introdujeron en una mufa a 570°C por 2 horas para eliminar la materia orgánica presente en los suelos (Figura 9).



Figura 9. Eliminación de materia orgánica de muestras de suelo.

3. Después de eliminar la materia orgánica, se pesaron 100 gramos de suelo (por presentar textura arenosa) de cada muestra utilizando crisoles y balanza analítica, se pusieron en un vaso de precipitados de 250 ml. Posteriormente se adicionó agua destilada para cubrir una superficie de 2 cm (Figura 10). Agregamos 10 ml de agente dispersante (hexametáfosfato de sodio) y se dejó reposar durante 15 minutos.



Figura 10. Preparación de muestras de suelo después de pesado.

4. El siguiente paso de la metodología consistió en vaciar las muestras a las copas del agitador mecánico. Después se encendió el agitador y se dispersó la suspensión durante 5 minutos. Al finalizar la agitación se pasó todo el contenido a una probeta de 1000 ml.
5. Se agregó agua destilada hasta completar 1 litro con el hidrómetro adentro de la suspensión, se sacó el hidrómetro y se suspendió el suelo por 1 minuto con la ayuda de un agitador manual (Figura 11).



Figura 11. Suspensión de suelo mediante agitación manual.

6. Se colocó el hidrómetro dentro de la probeta, la primera lectura se realizó a los 20 segundos tratando de no mover la suspensión. Pasado este tiempo se toma la primera lectura a los 40 segundos (Figura 12). Posteriormente se sacó el hidrómetro de la probeta, se lavó, secó y se tomó la temperatura utilizando un termómetro de mercurio. A las 2 horas se tomó la siguiente lectura introduciendo el hidrómetro y se realizaron los mismos pasos que en la primera lectura.



Figura 12. Toma de lectura con hidrómetro.

Cálculos

Realizadas las pruebas de laboratorio para las 7 muestras de suelo, se procedió a analizar los datos, para lo cual se corrigieron las lecturas del hidrómetro, por cada grado centígrado arriba de 19.5°C se le fue agregando 0.36 y por cada grado debajo de dicha temperatura se le fue restando la misma cantidad (Tabla 8).

Tabla 8. Tabla de corrección por temperatura.

Temperatura °C		Corrección	Temperatura °C		Corrección
15.0	-	1.62	21.5	+	0.18
15.5	-	1.44	22.0	+	0.90
16.0	-	1.26	22.5	+	1.08
16.5	-	1.08	23.0	+	1.26
17.0	-	0.90	23.5	+	1.44
17.5	-	0.72	24.0	+	1.62
18.0	-	0.54	24.5	+	1.80
18.5	-	0.36	25.0	+	1.98
19.0	-	0.18	25.5	+	2.15
19.5	-	0	26.0	+	2.34
20.0	+	0.18	26.5	+	2.52
20.5	+	0.36	27.0	+	2.70
21.0	+	0.54	27.5	+	2.858
			28.0	+	3.06

Fuente: NOM-021-RECNAT-2002

Siguiendo la metodología, para obtener el porcentaje de arcilla más limo, se tomó la lectura a los 40 segundos y se multiplicó por 2, este resultado se restó a 100 y así se obtuvo el porcentaje de arena. Para determinar el porcentaje de arcilla se tomó la lectura obtenida a las 2 horas y se multiplicó por 2. Finalmente, el porcentaje de limo se obtuvo por diferencia de los valores obtenidos anteriormente. Con los cálculos realizados se procedió a revisar los triángulos de textura, una vez obtenidos los porcentajes de limo, arena y arcilla se determina la textura correspondiente (Figura 13).

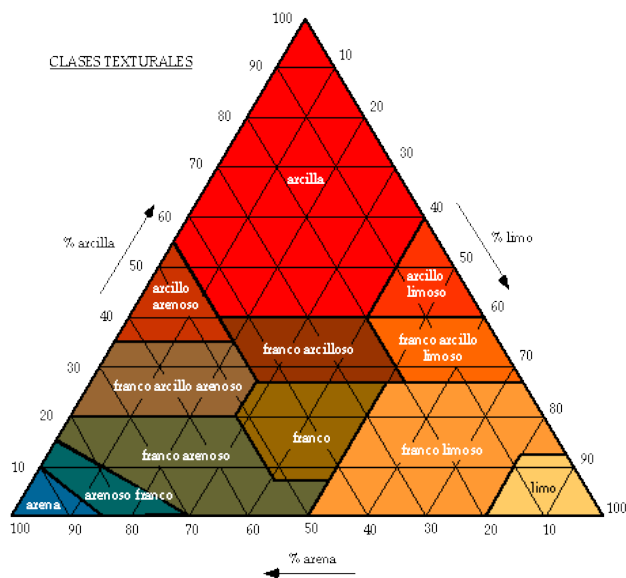


Figura 13. Triángulo para determinación de texturas.
Fuente: Rojas y Herrera, 2016.

4.3.1.3 Tipo de roca

Esta variable ayudó a determinar si la recarga es subsuperficial o profunda. Dependiendo de las características del material rocoso presente en la zona se puede determinar el movimiento del agua en el suelo. Puesto que la recarga hídrica depende tanto de las condiciones físicas como es el clima del sitio, de la pendiente que se presente, del tipo de suelo, el tipo y la cobertura vegetal, además del buen uso que se le dé al suelo, aunque el sitio tenga las características anteriores favorables para la recarga pero exista una capa de material rocoso o arcilla

impermeable, no habrá recarga hacia el acuífero, el agua no logrará transitar hacia las capas profundas del suelo debido a que el agua presentará un movimiento horizontal, formando un flujo de agua en las capas subsuperficiales del suelo, que buscará salida hacia la superficie por medio de la alimentación de un río o un manantial (INAB 2003).

La porosidad y la permeabilidad como sucede con el tipo de suelo, son las principales características determinantes de la capacidad de recarga hídrica de las rocas. Rocas duras que presentan poros finos no tienen espacio entre ellos por lo que no favorecen la recarga; rocas suaves o permeables, que presentan mayor espacio intersticial con macroporos, favorecen la recarga hídrica de los acuíferos de igual manera en zonas que presentan fallas o fracturas, el agua fácilmente penetra las capas de la roca logrando así favorecer la recarga.

Tabla 9. Evaluación de la posibilidad de recarga hídrica tomando en cuenta el tipo de roca.

Rocas	Posibilidad de recarga	Ponderación
Rocas muy permeables, muy suaves, constituidas por cristales o agregados gruesos, con macroporos interconectados; por ejemplo, arena gruesa, piedra pómez, grava o cascajo.	Muy alta	5
Rocas permeables, suaves, constituidas por cristales o agregados medianos, con poros interconectados; por ejemplo, arena fina o arenisca con poca cementación.	Alta	4
Rocas moderadamente permeables, semisuaves, con regular conexión entre poros.	Moderada	3
Rocas poco permeables, un poco duras, moderadamente compactadas, constituidas por partículas finas, con presencia de fracturas interconectadas; por ejemplo, la combinación de gravas con arcillas.	Baja	2
Rocas impermeables, duras, cementadas, compactadas, constituidas por partículas muy finas, sin presencia de fracturas.	Muy baja	1

Fuente: Matus, 2009.

El análisis y evaluación del tipo de roca se hizo en campo con la participación de los actores locales, aprovechando el conocimiento y experiencia de estas personas, además de la identificación de fallas, fracturas, lineamientos con el uso de la carta

geológica. En la tabla 9 se muestra la ponderación de la capacidad de recarga hídrica dependiendo del tipo de roca presente en la zona de estudio.

4.3.1.4 Cobertura vegetal permanente

Las características de la cobertura vegetal que determinan la recarga hídrica son: una buena cubierta vegetal, cantidad suficiente de materia orgánica en el suelo, esto contribuye a una mayor retención del agua y mayor infiltración. Estas características se presentan en lugares con varios estratos vegetales como son árboles, arbustos y hierbas en un mismo sitio, además ayudan a conservar las características del suelo favoreciendo así la recarga. Para evaluar la cobertura vegetal se utilizó la clasificación que se muestra en la tabla 10.

Tabla 10. Evaluación del porcentaje de cobertura vegetal y su posibilidad de recarga hídrica.

Cobertura vegetal permanente (%)	Posibilidad de recarga	Ponderación
Mayor a 80	Muy alta	5
Entre 70 y 80	Alta	4
Entre 50 y 70	Moderada	3
Entre 30 y 50	Baja	2
Menor a 30	Muy baja	1

Fuente: Matus, 2009.

4.3.1.5 Usos del suelo

La actividad antrópica influye de manera determinante en el uso que se le da al suelo, dependiendo de las buenas o malas actividades que se realicen se reflejará en las características del suelo, pudiendo presentarse erosión y compactación, reducción de la capacidad de infiltración y de recarga hídrica. El uso inadecuado del suelo puede disminuir la recarga del acuífero hasta en un 50%, también puede provocar el aumento de los riesgos naturales y la pérdida de suelo por erosión hídrica o eólica (FORGAES sf). Para evaluar esta variable se buscó determinar la afectación que ejerce cierta actividad o cambio de uso del suelo a la recarga hídrica.

Una forma de agrupar estos factores fue buscar características que favorecieran la infiltración del agua, como son los sistemas silvopastoriles y agroforestales, en los cuales se da el uso e incorporación de materia orgánica al suelo, o las asociaciones de cultivos. Para evaluar las actividades agropecuarias se agruparon las prácticas que pueden afectar las características de suelo, que lleguen a dificultar la infiltración y favorezcan la evaporación, aumenten la compactación y el escurrimiento superficial del agua, englobando a la agricultura intensiva sin obras de conservación, la ganadería extensiva, la labranza convencional, o el uso de maquinaria agrícola.

Para evaluar esta variable se realizaron recorridos de campo con la participación de los diferentes actores locales pues son ellos quienes mejor conocen el territorio para determinar los usos de suelo que se dan en la zona de estudio. En la tabla 11 se muestran las características de diferentes usos de suelo para determinar la recarga hídrica.

Tabla 11. Evaluación de la posibilidad de recarga hídrica según el uso de suelo.

Uso del suelo	Posibilidad de recarga	Ponderación
Bosque, en donde se presentan los tres estratos: arbóreo, arbustivo y herbáceo o zacate denso	Muy alta	5
Sistemas agroforestales o silvopastoriles	Alta	4
Terrenos con cultivos que presentan obras de conservación de suelo y agua	Moderada	3
Terrenos cultivados sin ninguna obra de conservación de suelo y agua	Baja	2
Terrenos agropecuarios con manejo intensivo	Muy baja	1

Fuente: Matus, 2009.

Para la evaluación de los usos de suelo se realizó además el análisis de los cambios de cobertura vegetal a través de una evaluación de imágenes de satélite mediante comparación de dos años diferentes, 2001 y 2018. Se realizó la comparación de imágenes de LANDSAT 7 y 8, mediante la técnica de clasificación supervisada, utilizando el algoritmo de máxima verosimilitud y la herramienta Land Change Modeler.

4.4 Cuarta etapa. Formulación

4.4.1 Análisis e integración de la información biofísica y socioeconómica

4.4.1.1 Análisis mediante sistemas de información geográfica

Con los resultados de las fases anteriores (diagnóstico) se realizó el análisis de toda la información mediante SIG, obteniendo los mapas de potencial de recarga hídrica de la microcuenca así como las diferentes zonas que se determinaron necesarias para el manejo adecuado de los recursos de la microcuenca (protección, restauración, aprovechamiento).

Para determinar el potencial de recarga hídrica se empleó la ecuación siguiente:

$$ZR = [0.27(Pend)+0.23 (Ts)+0.12(Tr)+0.25(Cve)+0.13(Us)]$$

Donde:

Pend = Pendiente y microrrelieve

Ts = Tipo de suelo

Tr = Tipo de roca

Cve = Cobertura vegetal permanente

Us = Uso del suelo

En dicha ecuación se sustituyeron los elementos del modelo por los valores obtenidos en la evaluación en campo.

La posibilidad de recarga se determinó mediante la multiplicación de cada resultado obtenido de las variables evaluadas dependiendo de las características de la zona por su factor correspondiente y al final sumando los resultados. Obtenidos estos resultados, se revisó la tabla 12 en donde se muestran los rangos de posibilidades de recarga hídrica. La asignación de los valores a cada elemento se realizó en función de su importancia en el proceso de infiltración del agua; de las variables evaluadas, los criterios que favorecieron mayormente la infiltración del agua en el suelo a los que se les dio mayor importancia.

Tabla 12. Posibilidad de recarga hídrica según el modelo propuesto.

Posibilidad de recarga	Rango
Muy alta	4.1 a 5
Alta	3.5 a 4.09
Moderada	2.6 a 3.49
Baja	2 a 2.59
Muy baja	1 a 1.99

4.4.1.2 Mapeo comunitario o participativo

Para realizar esta actividad, la participación fue fundamental, se aplicó el enfoque denominado *mapas comunitarios o participativos de recarga*, el cual es un procedimiento de investigación donde la participación ciudadana, plena y consciente, fue un eje articulador básico. Este mapeo consistió en que los participantes ubicaran y describieran en un mapa elaborado por ellos mismos, los rasgos más relevantes del territorio a estudiar, tanto en el espacio como en el tiempo. Además de esto también se documentó la percepción que se tiene del estado de los recursos, su distribución y las formas de manejo que se han llevado a cabo.

El mapeo participativo se realizó por medio de un taller participativo, los objetivos que se persiguieron son: mostrar los resultados obtenidos del diagnóstico y las principales zonas de recarga hídrica que se pueden encontrar en el territorio, para que entre todos los participantes se planificaran las acciones y así buscar las mejores estrategias de manejo del territorio, todo acorde al conocimiento y las necesidades de la comunidad.

Para la realización del taller se buscó el apoyo de los informantes clave de la comunidad pues estas personas conocen el territorio y la realidad que se vive en el. La experiencia de estos fue muy valiosa durante todo el proceso del desarrollo del proyecto ya que de esto depende la socialización de los resultados, la puesta en marcha de las acciones propuestas y el éxito del proyecto.

Además del taller participativo se llevaron a cabo recorridos por la zona para ir identificando estas zonas en campo y poder plasmarlas después en un mapa.

Para esta parte del mapeo comunitario se recurrió a las herramientas mostradas en la tabla 13.

De esta manera se creó el mapa comunitario de zonas de recarga hídrica del territorio que abarca San Andrés Ixtlahuaca dentro de la Microcuenca del Río Jalapilla, así como la planeación de acciones.

Con esta forma de recolectar la información con el apoyo de los mismos pobladores de la comunidad y agentes externos que tienen injerencia en el territorio, dicha información resulta ser de actualidad y calidad además acorde a las necesidades existentes.

Tabla 13. Herramientas utilizadas en taller de planeación.

Grupo	Herramienta/ Instrumento	Objetivo
Grupo de trabajo Ejidatarios Comuneros Sociedad	Mapa de ordenamiento	Elaborar un mapa que represente el ordenamiento de los recursos naturales visualizado por los mismos pobladores dentro del área de estudio. Es un documento que representa las zonas que para ellos según su experiencia retiene más agua dentro de su territorio. Es una herramienta fundamental para planificar un proyecto que conlleve un cambio en el manejo de los recursos.
	Plan de finca	Elaborar un plan que plasme las acciones que se necesiten para el desarrollo de la finca; dicho plan debe ser elaborado en conjunto con los agricultores y con la facilitación de los promotores. En el se debe reflejar un compromiso sobre acciones que puedan llevarse a cabo a corto y mediano plazo, para acercarse a la visión plasmada en el mapa de ordenamiento. Para la realización de este plan, es necesario llevar a cabo el diagnóstico, el análisis de problemas, la selección de opciones y la elaboración del plan.

Fuente: Elaboración propia con información obtenida de Geilfus, 2002.

4.4.2 Propuesta de alternativas de manejo del territorio de San Andrés Ixtlahuaca

Como parte final, se analizaron los resultados obtenidos y se planearon las acciones necesarias para la protección de las zonas de recarga dentro de la microcuenca, todo esto con la colaboración de los actores locales clave que han participado en todo el proceso, definiendo lineamientos de gestión para su implementación.

Con los resultados obtenidos de todos los estudios realizados, se cuenta con material suficiente para hacer una propuesta acorde a la realidad del territorio en donde se abarquen acciones y actividades, así como los lineamientos de gestión, partiendo de la participación comunitaria y gubernamental, mejoramiento del uso de los terrenos de acuerdo a su capacidad productiva, el ámbito educativo, de organización civil, así como la divulgación de la información, todo esto como un enfoque del manejo integrado de cuencas hidrográficas.

4.4.3 Socialización de resultados

Teniendo elaborada la propuesta de alternativas de manejo sustentable para protección de zonas de recarga hídrica dentro de la microcuenca Río Jalapilla, San Andrés Ixtlahuaca, se dio a conocer a la población para que conocieran los alcances que tendrá este plan, así como los diferentes proyectos que integran la propuesta y las posibles fuentes de financiamiento.

4.5 Sexta etapa implementación

4.5.1 Desarrollo de capacidades

Con base en los resultados obtenidos en la fase de diagnóstico y análisis de la información, se implementó el desarrollo de capacidades en torno a cada una de las necesidades detectadas y de las alternativas de manejo a implementar.

Los temas abordados se desglosan en la tabla No. 14.

Tabla 14. Temas y objetivos abordados para el desarrollo de capacidades en la población de San Andrés Ixtlahuaca, Oaxaca.

Tema	Objetivo	Participantes
Construcción y uso del aparato A	Aprender a construir y utilizar el aparato A para nivelación de terrenos.	Grupo de trabajo Abierto a quien quiera participar
Técnicas de reforestación Prácticas de conservación de suelo	Capacitar a ejidatarios y habitantes sobre temas de obras de conservación de suelos y reforestación.	Grupo de trabajo Abierto a quien quiera participar
Sistemas agroforestales	Destacar la importancia del uso de este tipo de sistemas en comparación con la producción tradicional. Diseñar y establecer parcelas piloto con sistemas agroforestales.	Grupo de trabajo Abierto a quien quiera participar
Agroecología (elaboración de abonos orgánicos y biofertilizantes)	Facilitar el desarrollo de competencias en los participantes sobre la elaboración de abonos orgánicos, biofertilizantes y agricultura orgánica en el Ejido de San Andrés Ixtlahuaca.	Grupo de trabajo Abierto a quien quiera participar
Captación de agua de lluvia y Tratamiento de agua residual	Facilitar el desarrollo de competencias en los participantes sobre los sistemas de captación de agua de lluvia, construcción, operación, mantenimiento, así como de sistemas de tratamiento de agua residual para implementarlos en pequeñas viviendas.	Grupo de trabajo Abierto a quien quiera participar
Obras de retención de agua	Proporcionar a los participantes conceptos básicos sobre la construcción de cortinas de ferrocemento para almacenamiento de escurrimientos pluviales en zonas específicas de la región. Curso teórico-práctico con visita a lugar de construcción de cortinas y así conocer su construcción y funcionamiento.	Grupo de trabajo Abierto a quien quiera participar
Biodigestores de bolsa	Dar a conocer entre los participantes las ventajas del uso de los biodigestores de bolsa para el tratamiento de las excretas de animales de granja (vacas, chivos, caballos, etc.).	Grupo de trabajo Abierto a quien quiera participar

Continuación Tabla 14...

Disposición final de residuos sólidos municipales	Proporcionar a los participantes conocimientos sobre la regulación aplicable en materia de residuos sólidos (general y local), aspectos fundamentales para su aplicación y exigibilidad, y aspectos técnicos relevantes del manejo integral y disposición final de este tipo de residuos, clasificación de los residuos.	Grupo de trabajo Abierto a quien quiera participar Encargados de servicios municipales
---	--	--

Fuente: elaboración propia.

4.6 Evaluación de impactos del proyecto

Para realizar la evaluación del impacto de los resultados del proyecto, se utilizó la metodología obtenida de Rebollo, et al., (2016) de la cual se obtuvieron e hicieron algunas modificaciones a los cuestionarios de evaluación del impacto a nivel individuo y grupo de trabajo, a nivel comunidad fue difícil hacer una evaluación debido al corto tiempo del proyecto.

Se aplicaron dos cuestionarios a cada integrante del grupo de trabajo, para determinar la percepción de cada uno de ellos en cuanto a los resultados obtenidos con el proyecto. Esta es una metodología cualitativa pues analiza las opiniones de cada persona.

Para la recolección de datos se utilizó como instrumento de medición una escala de actitud de tipo escalamiento Likert en la cual se presentan afirmaciones o juicios en donde se pide la reacción de los participantes eligiendo entre las cinco categorías de la escala. A cada categoría se le asigna un valor numérico (Hernández, et al., 2006).

Dichos cuestionarios se aplicaron de manera autoadministrada: se entregaron los cuestionarios a los participantes y estos decidieron las posibilidades que describen mejor su reacción, marcando su respuesta.

Combinar estos cuestionarios nos ayudó a concluir si se trata de un grupo apoderado (con capacidad de incidencia hacia fuera) o de un grupo apoderador (con capacidad para hacer crecer a sus miembros).

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Caracterización del grupo de trabajo

El grupo de trabajo se conformó como resultado de las dos reuniones efectuadas con algunos ejidatarios de la comunidad de San Andrés Ixtlahuaca. Al principio iniciaron 8 hombres integrantes del comisariado ejidal (presidente, secretario, tesorero, consejo de vigilancia con sus respectivos suplentes), cuyas edades eran superiores a los 30 años; la participación de mujeres fue reducida, solamente asistieron a las reuniones dos mujeres, las cuales tuvieron un bajo involucramiento.

Durante el avance del proyecto, se incorporaron más personas a los trabajos; principalmente las mujeres tuvieron mayor interés en participar, tanto en las reuniones como en los trabajos de campo. Los integrantes del grupo acompañaron en cada una de las actividades realizadas, mostraron actitud de apoyar y aprender sobre los temas tratados.

La participación de las mujeres fue activa durante las pruebas de infiltración, en los recorridos, los talleres de desarrollo de capacidades y todo lo referente al recurso agua. Esto se asocia a que son las mujeres quienes sienten el problema de escases hídrica más de cerca, al ser este un recurso indispensable en cada una de sus actividades diarias.

La investigación cualitativa realizada permitió conocer el contexto de la comunidad destacando que estas personas tienen o conservan valores humanos que han heredado de sus antepasados y han pasado de generación en generación como legado, los cuales se muestran en la tabla 15.

En general, el 80% de los participantes del grupo de trabajo presentó alto grado de participación. En las reuniones de trabajo los asistentes mostraron entusiasmo sus puntos de vista con respecto al trabajo.

Tabla 15. Valores que se conservan en la comunidad de San Andrés Ixtlahuaca, Oaxaca.

Valores	Características
Fuerte arraigo a sus usos y costumbres	Los servicios tanto religiosos como políticos ejercidos por los habitantes para beneficio de su comunidad se prestan sin ninguna remuneración económica.
Participación	Los integrantes del grupo de trabajo se caracterizan por ser participativos al mostrar sus puntos de vista y opiniones en cada aspecto tratado en reuniones y asambleas. Así como su acompañamiento en los trabajos de campo.
Entusiasmo	Durante las reuniones llevadas a cabo para el presente trabajo, todos mostraron entusiasmo de realizar las actividades planteadas.
Actitud para escuchar y aprender	Este valor se refleja en todo momento, tanto con personas conocidas como foráneas. Este fue fundamental para el desarrollo del proyecto, en cada una de las actividades emprendidas.
Amabilidad y buen trato	Hacia todas las personas tanto conocidos como desconocidos, sin hacer distinción de ningún tipo.
Solidaridad	Con los compañeros de trabajo, vecinos, personas de pueblos circunvecinos.
Compromiso	Cumplen en todo momento con lo que ellos se comprometen.
Educación	Inculcada de padres a hijos, sobre el comportamiento que deben tener hacia las demás personas.
Identidad	Se sienten orgullosos de pertenecer a esta comunidad, de sus formas de vida, sus recursos, su historia y por esto, antepone a todo el bienestar de la misma.
Libertad	Todos por igual cuentan con la libertad de expresión, así como de decisión.
Respeto	Este se demuestra hacia cada uno de los integrantes de la comunidad, las mujeres, los niños y adultos mayores y sobre todo hacia la naturaleza, por representar el sustento de todo, además de respetar los bienes de los demás.
Responsabilidad	El cual se profesa con el cumplimiento de todos los compromisos adquiridos con la familia y la comunidad.
Trabajo en equipo	Principalmente se realiza por el bienestar de la comunidad, representa el apoyo entre vecinos y familiares, en la construcción de viviendas, en las fiestas o en los duelos.

Fuente: elaboración propia.

5.2 Elaboración de diagnóstico ambiental

5.2.1 Delimitación y caracterización del área de estudio

La microcuenca del río Jalapilla, se ubica en la Región Hidrológica 20, Costa Chica-Río Verde, en la cuenca del río Atoyac (A), subcuenca del río Atoyac-Oaxaca de Juárez (Figura 14).

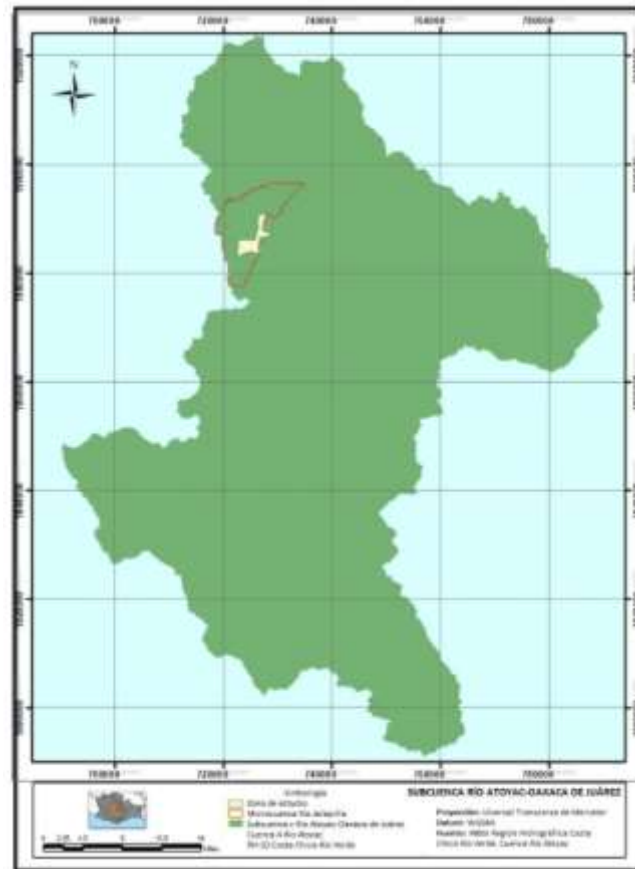


Figura 14. Ubicación de San Andrés Ixtlahuaca con respecto a la subcuenca Río Atoyac-Oaxaca de Juárez. Fuente: Elaboración propia con base en información proporcionada por el INEGI.

Se encuentra ubicada en la región de valles centrales, estado de Oaxaca, su territorio abarca 3 municipios, San Andrés Ixtlahuaca, San Felipe Tejapalam y San Pablo Cuatro Venados.

El río principal (cauce principal) que forma esta microcuenca es el río Jalapilla, el cual tiene una longitud de 28,105 metros, desemboca (boquilla) hacia la corriente principal del río Atoyac (figura 15). Debido a su forma alargada, tiene un potencial de crecidas moderado. Esta microcuenca tiene un área de 137 km², y presenta altitudes que van de 1578 a 2733 msnm.

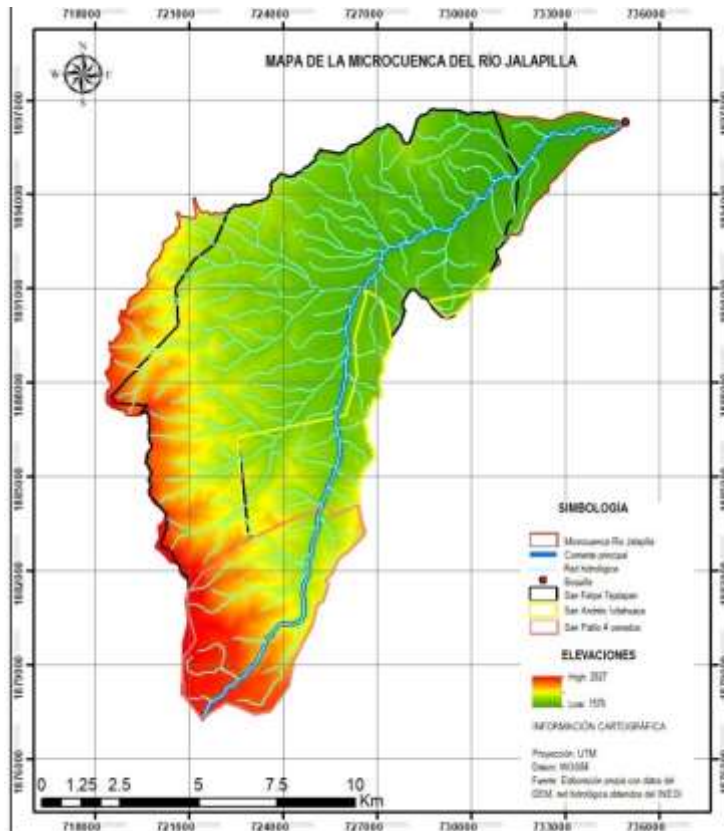


Figura 15. Forma de la microcuenca Río Jalapilla, red de drenaje y municipios que la integran.

5.2.1.1 Caracterización morfométrica de la microcuenca

- Índice de Gravelius o Coeficiente de compacidad (Kc)

Este índice es la relación que existe entre el perímetro de la cuenca y el perímetro de un círculo de área igual a la cuenca.

La microcuenca del río Jalapilla presenta un Kc de 1.5992445, mientras más grande sea el coeficiente de compacidad se tiene un mayor tiempo de concentración. En

esta microcuenca es de esperarse que la magnitud de la escorrentía generada por una precipitación sea menor, debido al resultado obtenido en este parámetro.

- Coeficiente de forma

Relación entre el ancho medio de la cuenca y la longitud de su cauce principal. La microcuenca bajo estudio presenta un coeficiente de forma de 0.17515; por ser una cuenca alargada la corriente de agua principal es más larga que las corrientes secundarias, por lo cual las descargas son de menor volumen y los tiempos de concentración son distintos para eventos de precipitación.

Pendiente media

La pendiente media de los cauces del río principal es de 30.74 %

Orden de la cuenca

La microcuenca bajo estudio es una cuenca de orden 4

5.2.1.2 Caracterización biofísica de la microcuenca

La microcuenca presenta dos tipos de clima, de la parte media a la alta se presenta templado subhúmedo con lluvias en verano $C(w_1)(w)$, subtipo de humedad media entre los templados subhúmedos con una temperatura media anual entre los 12 grados centígrados; la precipitación presentada en el mes más seco es menor de 40 mm; las lluvias se presentan durante el verano con índice Precipitación/Temperatura entre 43.2 y 55, en el invierno se presenta un porcentaje de lluvia que va del 5% al 10.2% del total anual.

El clima semicálido subhúmedo (A) $C(w_0)(w)$ subtipo de menor humedad se presenta de la parte media hacia la desembocadura de la microcuenca, este tipo de clima presenta una temperatura media anual mayor de 18°C, en el mes más frío esta es menor de 18, y en el mes más caliente es mayor de 22; el mes más seco presenta una precipitación menor de 40 mm; las lluvias son reportadas en el verano con índice Precipitación/Temperatura menor de 43.2, y durante el invierno el porcentaje de lluvia va del 5% al 10.2% del total anual.

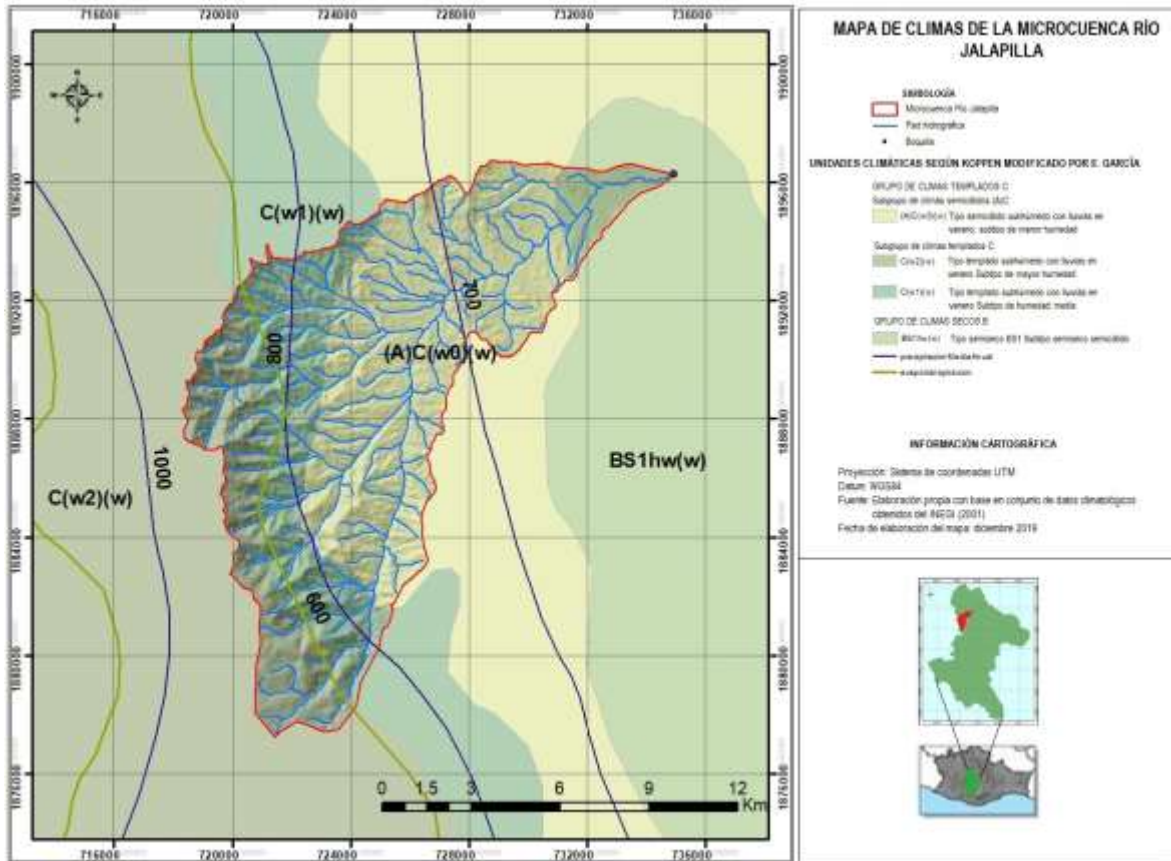


Figura 17. Mapa de climas de la microcuenca Río Jalapilla.

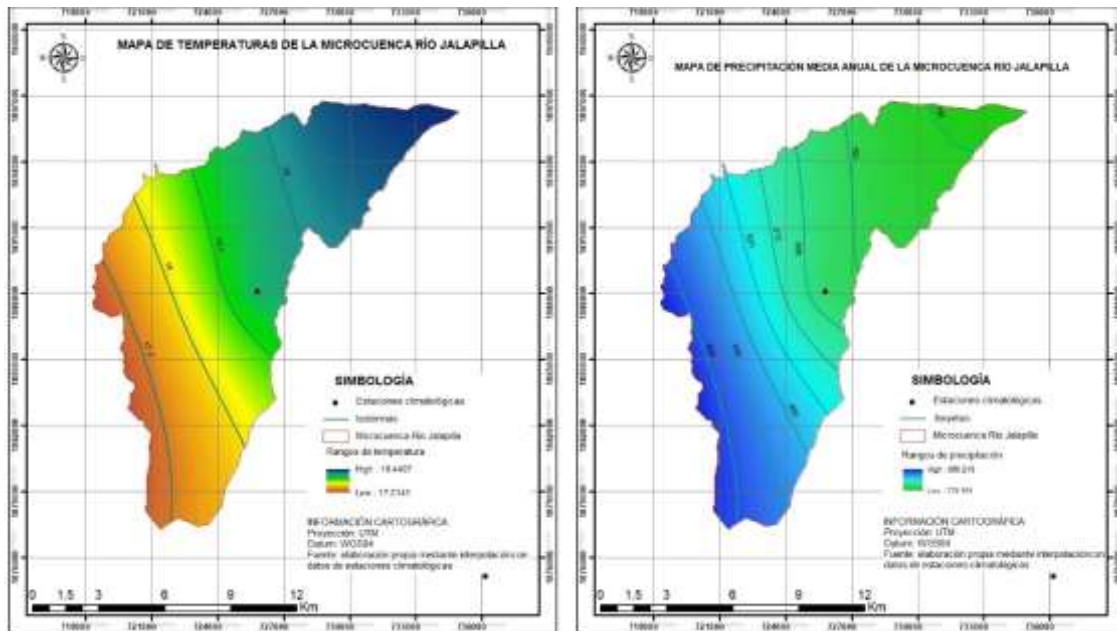


Figura 16. Mapa de isoyetas e isotermas de la microcuenca Río Jalapilla.

Como resultado del análisis de los cambios de cobertura en la zona de estudio se pudo observar las transiciones de tipos de vegetación. El bosque natural fue desplazado por vegetación secundaria, principalmente el bosque de pino. Podemos concluir que en el año 2001 la cobertura vegetal estaba más deteriorada que en el año 2018.

La zona que presentó suelo desnudo en el año 2001 fue cubierta por pastos, lo cual contribuye de alguna manera al control de la erosión, aunque no de manera significativa como si contara con otro tipo de vegetación formada por vegetación arbórea.

Por otro lado, los bosques de pino-encino y de encino sufrieron pérdidas. El bosque de encino perdió 8,922 hectáreas (21%), las cuales se convirtieron en terrenos agrícolas y pastizales, presentó también ganancias del 17% en este periodo (7,075 ha), el bosque de pino-encino se convirtió en bosque de encino; estas pérdidas de bosques se convirtieron en zonas cultivadas, pastizales y otro tipo de vegetación (figura 20).

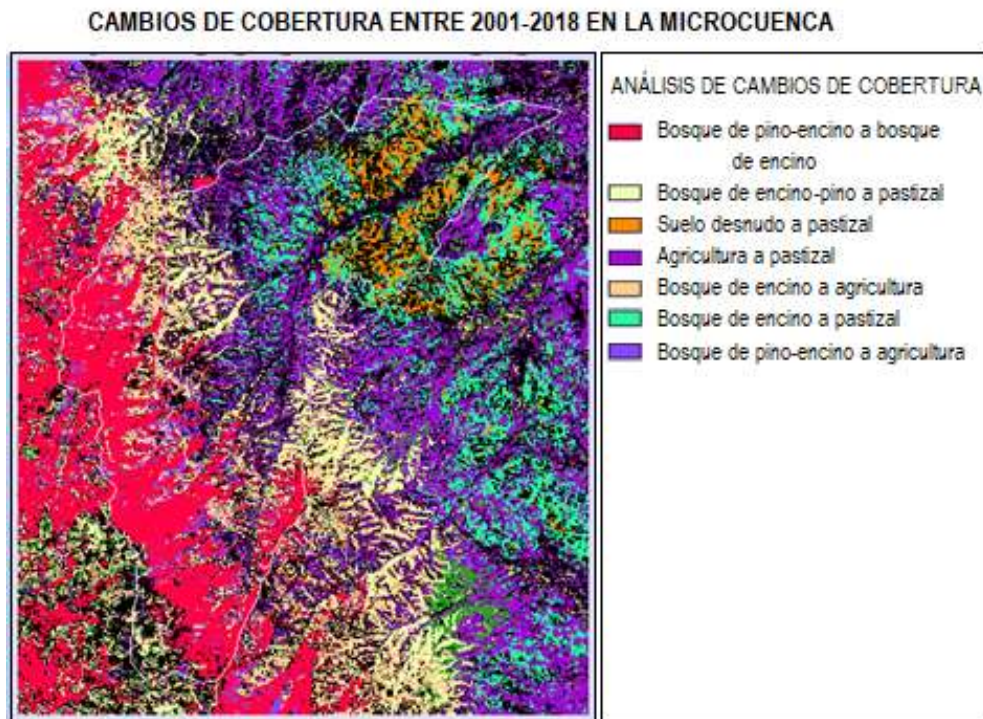


Figura 19. Análisis de los cambios de cobertura en la microcuenca Río Jalapilla entre los años 2001 y 2018. Fuente: elaboración propia con análisis de imágenes de satélite (USGS, 2018).

Los terrenos agrícolas también sufrieron cambios, el 22% de su superficie se convirtió en pastizal, bosque de encino y suelo desnudo; fenómeno analizado comparando la dinámica poblacional experimentada de disminución de la población durante este periodo. El aumento de los pastizales fue asociado a la eliminación de vegetación para que rebrote el pasto para alimentación de los animales de las personas que tienen ganado vacuno y caprino principalmente, lo cual a largo plazo constituye un riesgo para el suelo, el cual se va compactando, convirtiéndose en suelo improductivo muy propenso a la erosión hídrica.

Contrastando estos datos con los mencionados por SENER, FIRCO, AFD, 2017, se estima que en el periodo 1990-2000 en México cambiaron anualmente a otro uso de suelo cerca de 190400 hectáreas de bosques. Para el periodo 2000-2010 se dio una disminución a 135800 hectáreas al año en la tasa de cambio y para el periodo del 2010 al 2015, había disminuido a 91600 hectáreas anuales.

5.2.1.3 Taller participativo de diagnóstico ambiental

El taller participativo se realizó en el corredor de las oficinas del comisariado ejidal el día 22 de febrero del 2019 a las 19:00 horas dado que la mayoría de los pobladores se dedican a la agricultura esta fue la hora más adecuada. Participaron 23 personas de la comunidad: 20 hombres y 3 mujeres, cuyas edades eran superiores a los 30 años.

Inició con las palabras de bienvenida del presidente del comisariado ejidal y del grupo organizador, quien indicó el objetivo del taller. Posteriormente se adecuaron las actividades planeadas al tiempo que disponían los participantes. Se aplicaron el diagrama de cuenca, la línea del tiempo y el censo de problemas de uso de los recursos debido al horario.

Los participantes compartieron puntos de vista sobre la importancia del agua y los recursos naturales en general. Compararon cómo consideran las condiciones en que se encontraban los recursos en el pasado y cómo conciben que se encuentran actualmente. Recordaron acontecimientos importantes ocurridos en la comunidad con respecto al uso y manejo de los recursos naturales. Con base en estas

actividades, se construyó una línea del tiempo. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 16.

Tabla 16. Acontecimientos importantes resultado de la línea del tiempo.

Año	Acontecimiento	Comentario
1966	Había mucha agua.	No tenían necesidad de excavar pozos; el agua superficial obtenida del río Jalapilla era suficiente para la comunidad.
2000	Hubo un periodo de 10 años de escasa lluvia.	Se secaron las principales fuentes de agua superficial.
2000	Disminuyó la población.	60% de la población emigró a E.U. (Finix Arizona, Chicago), por la falta de agua para cultivar, puesto que la mayoría son agricultores.
2002	Formularon Plan rector para cuidar recursos naturales.	La autoridad municipal estaba comprometida con el cuidado del agua, el bosque, producción de alimentos. Empezó a buscar apoyos para tecnificar el riego, pero no fue bien aceptado por la población. Los integrantes del cabildo formulan un Plan rector para cuidar los recursos naturales. Inicia la preocupación por el deterioro ambiental y la disminución de la población.
2002	Iniciaron la reforestación.	Iniciaron los primeros trabajos de cuidado del medio ambiente bajo el Lema "No hay mañana para conservar lo que tenemos y tratar de restaurar lo que ya se perdió". Reforestaron sin un plan definido.
2002	Programa nacional de microcuencas (Construcción de primeras cuatro presas)	La comunidad accedió al préstamo de maquinaria para la construcción de las primeras cuatro presas de captación de agua. Esto se realizó con el apoyo del Programa nacional de microcuencas, impulsado por FIRCO y SAGARPA. Con esto se promovió uno de los objetivos vinculados a FIRCO: revertir el deterioro de los ecosistemas a través de acciones para preservar el agua, el suelo y la biodiversidad.
	Firmaron convenio con SEMARNAT	Recibieron apoyo por parte de la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales durante cinco años para seguir construyendo presas.
2005	Concesionan materiales pétreos	El presidente municipal en turno comenzó a vender arena y grava del río a empresas particulares.
2006	Pago por servicios ambientales	Recibieron apoyo del programa de Pago por Servicios Ambientales de CONAFOR.
2010	Inician con su ADVC	Destinaron parte de su territorio para formar parte de un Área Destinada Voluntariamente a la Conservación de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Se brindaron apoyos para seguir conservando los recursos.
2010	Inician con su proyecto ecoturístico "Centro de Cultura Ambiental"	Iniciaron un proyecto ecoturístico con apoyo de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR).

Continuación Tabla 16...

2019	Veinte presas distribuidas en el territorio	En la actualidad tienen veinte presas en su territorio, las cuales se encuentran, en su mayoría, con problemas de azolves y abandono.
------	---	---

Fuente: Elaboración propia con información resultante de taller participativo 23 de febrero de 2019, complementado con entrevistas semiestructuradas.

En un segundo momento, se mostró una serie de imágenes de los recorridos realizados en el territorio y se impartió una plática reflexiva sobre la importancia de los recursos naturales. Con estas actividades, los participantes plasmaron en papeles bond lo que a su criterio es un problema a ser atendido en la comunidad (tabla 17).

Tabla 17. Problemáticas detectadas en el taller participativo.

Principales problemáticas ambientales		
Recurso afectado		
Suelo	Agua	Vegetación
Erosión	Escasez en temporada de sequía	Mal manejo
Sobrepastoreo	Falta agua para riego	Deforestación
Contaminación por residuos sólidos	Falta regulación en uso de agua	Falta conciencia de protección
Quema de residuos sólidos	Falta retenes para aumentar infiltración	Envejecimiento del bosque
	Retenes azolvados	Plagas
		Incendios

Fuente: Elaboración propia con información resultante de taller participativo 23 de febrero de 2019.

Del taller de diagnóstico se concluyó que los aspectos más preocupantes para la población son: la erosión del suelo y la escasez del recurso hídrico. Este último problema se agudiza al transcurso de los años, se percibe más en temporada de estiaje, cuando un pozo abastece de agua a toda la población asentada en la agencia de policía La Cieneguilla. La erosión afecta de manera negativa las represas de agua; el suelo arrastrado por la lluvia y el viento provoca azolves en estas (Figura 20), además induce a la infertilidad de los suelos.



Figura 20. Condiciones de presas de almacenamiento de agua, secas en temporada de estiaje y con problemas de azolve.

En la zona boscosa se detectó poca regeneración natural principalmente de encinos, esto es asociado a la gruesa capa de mantillo que existe. Las semillas al caer no tocan el suelo por lo que germinan en esta parte y no logran enraizar y mueren. También existen problemas causados por plagas. Se encontraron semillas de encino atacadas por alguna especie de gusano que se alimenta del embrión, e infestación por plantas parásitas, principalmente dos especies diferentes de muérdago, *Psittacanthus calyculatus* y *Cladocolea cupulata* (Figura 21).



Figura 21. Problemas detectados en el bosque de encino, semillas de encino atacadas por plaga y ramas con muérdago. Fuente: Fotografía tomada en recorridos por territorio ejidal de San Andrés Ixtlahuaca, diciembre 2018.

Otro aspecto tratado fue el manejo de residuos sólidos. En la comunidad no se tiene una adecuada disposición final, los residuos son quemados o enterrados; los residuos orgánicos son depositados sin ningún tratamiento en los terrenos de siembra.



Figura 22. Fotografías de participación de los pobladores en taller participativo.
Fuente: Taller participativo de diagnóstico ambiental, San Andrés Ixtlahuaca. Febrero, 2019.

5.3 Diagnóstico socioeconómico

La comunidad de San Andrés Ixtlahuaca es una comunidad que ha evolucionado en el tiempo debido a las necesidades padecidas por la población; desde reconocer la importancia que tienen los ecosistemas hasta su cuidado pensando en generaciones futuras.

Con los datos estadísticos consultados de fuentes fijas de información podemos observar cómo ha evolucionado la población desde los años 90. Se reflejan los efectos de la disminución de recursos hídricos y la migración en la disminución de población debido a la disminución de fuentes de empleo, al ser una comunidad eminentemente agrícola. Contrastando estos datos con los obtenidos de la

precipitación en la región, se puede notar la relación existente entre estas variables (figura 23).

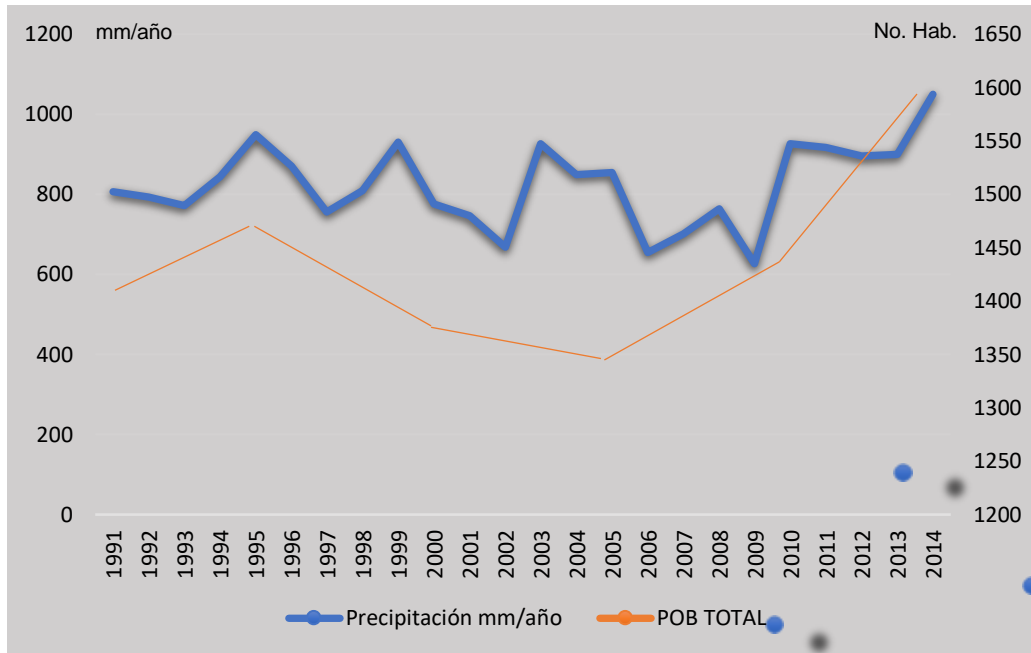


Figura 23. Gráfico del comportamiento de la población total de San Andrés Ixtlahuaca y la precipitación en la zona, periodo 1990-2015. Fuente: Encuesta intercensal 2015, INEGI. Servicio Meteorológico Nacional CONAGUA, Estación climatológica 20044

San Andrés Ixtlahuaca se encuentra entre los municipios que presentan una tasa de crecimiento poblacional negativa en el periodo comprendido entre 1990 y el 2005, según el Diagnóstico del sector Rural del Estado de Oaxaca.

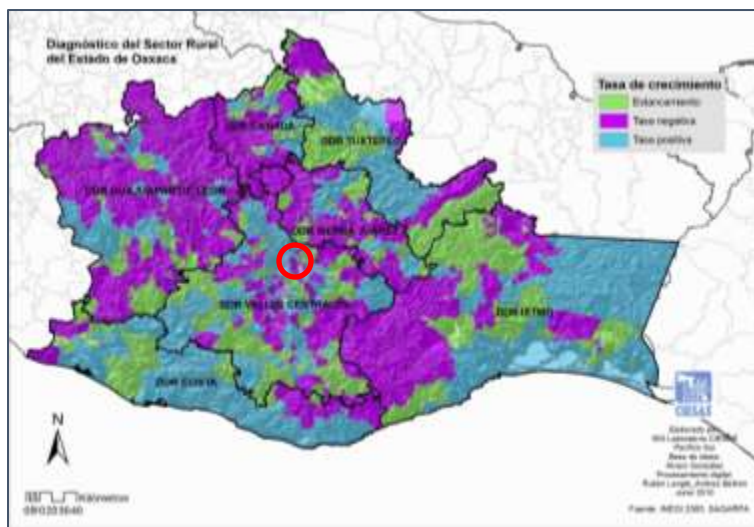


Figura 24. Mapa de tasas de crecimiento demográfico positivas, negativas y estancadas de los municipios de Oaxaca periodo 1990-2005.

A partir del año 2005 se empiezan a visualizar los resultados de las primeras actividades encaminadas a cuidar y proteger los recursos naturales, se vuelve a reportar aumento en la población y de la precipitación en la zona.

San Andrés Ixtlahuaca es una comunidad dedicada a la agricultura, la cual ha evolucionado dependiendo de las necesidades de la población. Hoy en día, el 80% de la PEA dedicada a esta actividad lo hace de manera semitecnificada, son pocos los que realizan riego rodado. Resultado de su experiencia reconocen que con estas prácticas desperdician la poca agua existente. Principalmente siembran maíz, frijol, tomate, ejote, miltomate, fresa, guías de calabaza.



Figura 25. Riego por goteo en cultivo de maíz intercalado con calabaza.

Otra actividad productiva que llevan a cabo es el ecoturismo, para esto cuentan con un centro ecoturístico el cual inició sus operaciones en el año 2012 (Figura 26).



Figura 26. Centro de Cultura Ambiental y senderos interpretativos.

Entre las actividades que se realizan en este lugar se encuentran recorridos, caminatas, acampados, tirolesa, educación ambiental (senderos interpretativos). Este proyecto inició por gestiones del comisariado ejidal y contaba para su administración con un comité encargado. Actualmente lo administra los integrantes del comisariado ejidal.

Este proyecto inició como centro ecoturístico para mostrar la belleza escénica del lugar. Años después se transformó su esencia hacia un enfoque educativo y se convirtió en un Centro de Cultura Ambiental con el objetivo de concientizar a niños sobre la importancia del cuidado de la naturaleza mediante visitas de escuelas, a través de pláticas y recorridos para transmitir el conocimiento.

En la comunidad de San Andrés Ixtlahuaca existen diversos grupos sociales encargados del buen funcionamiento de esta. Es un municipio regido por la comunalocracia como lo menciona Martínez (2003) el poder es ejercido por medio de la Asamblea general de ciudadanos como órgano máximo de gobierno, en donde se toman todas las decisiones que rigen las actividades del municipio, se eligen todos los demás cargos de representación, avalados por el común, es decir por la misma población (Figura 27).

De acuerdo con el artículo 115 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (2020), "Cada Municipio será gobernado por un Ayuntamiento de elección popular directa, integrado por un Presidente Municipal y el número de regidores y síndicos que la ley determine". El cabildo o Ayuntamiento de San Andrés Ixtlahuaca está formado por personas de la comunidad elegidas por los ciudadanos, integrado por el presidente municipal, secretario, tesorero, síndico, alcalde y regidores, con sus respectivos suplentes, quienes se encargan de todo lo relacionado a hacer cumplir las leyes y normas para la sana convivencia entre ciudadanos y cuestiones de servicios básicos de la comunidad.

Le sigue en importancia la parte agraria, representada por los comisariados de bienes comunales y el ejidal, formados por el presidente, secretario, tesorero, consejo de vigilancia y sus suplentes. De acuerdo a los artículos 32, 33, 99 fracción

El y 107 de la Ley Agraria, (2018), “el Comisariado Ejidal o de Bienes Comunales es el encargado de la ejecución de los acuerdos de la Asamblea así como informar de las labores efectuadas y del movimiento de fondos e informar sobre los trabajos de aprovechamiento de las tierras de uso común y del estado en que se encuentran”; el Consejo de Vigilancia de conformidad con el artículo 36 de la Ley Agraria es el “órgano encargado de vigilar que los actos del Comisariado se ajusten a lo dispuesto por la Ley y por el Reglamento Interno o Estatuto Comunal o la Asamblea, revisar las cuentas y operaciones del Comisariado y dar a conocer a la Asamblea las irregularidades que detecte así como convocar a Asamblea cuando no lo haga el Comisariado”.

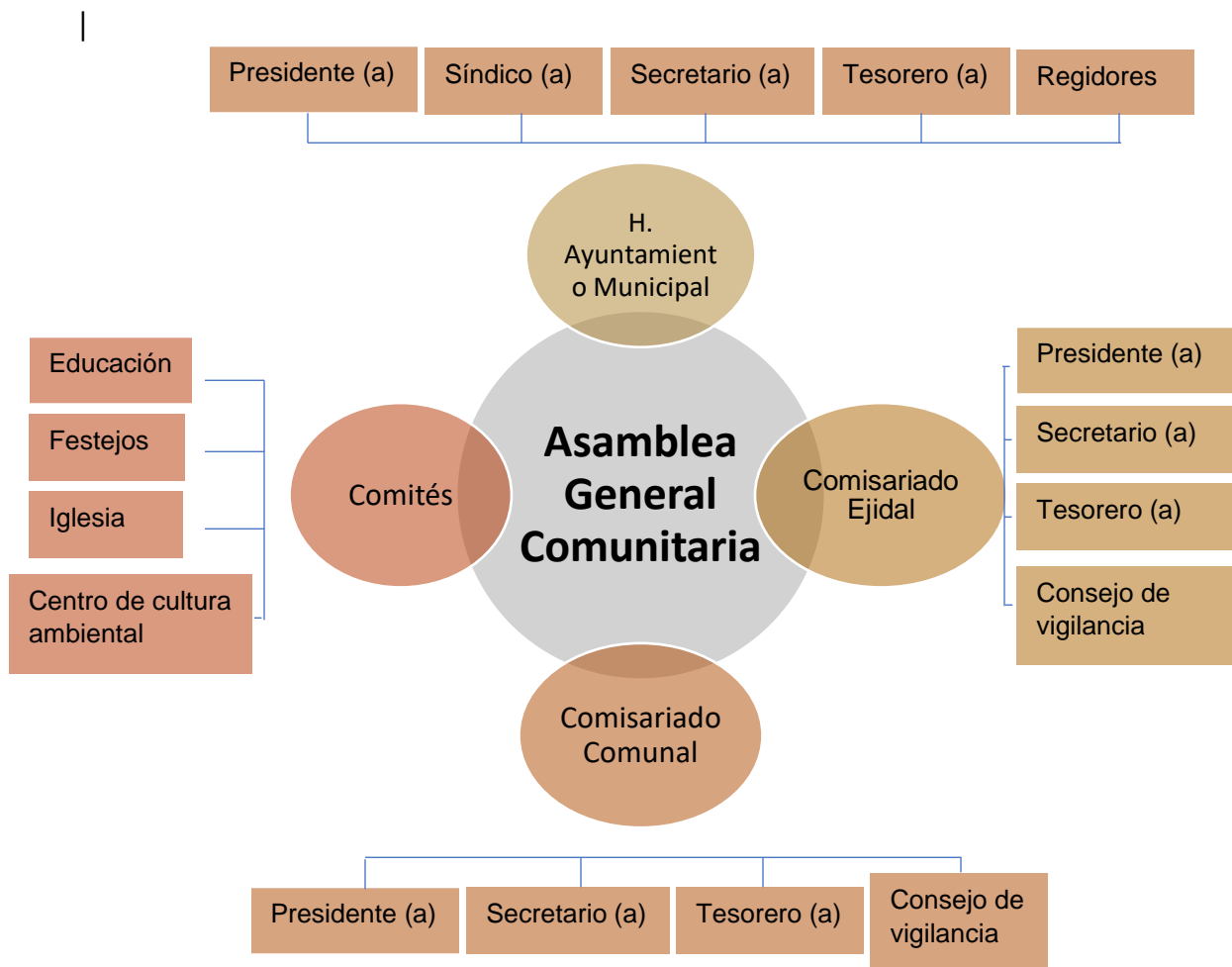


Figura 27. Estructura de organización social de la comunidad. Fuente: elaboración propia.

También dentro del municipio se encuentran los diferentes comités: de educación, religiosos, de festejos, del Centro de Cultura Ambiental.

5.4 Identificación de zonas de recarga hídrica

5.4.1 Evaluación de los elementos del modelo, análisis multivariable

5.4.1.1 Pendiente y microrelieve

La pendiente y el microrelieve afectan de distintas formas la capacidad de recarga hídrica de los suelos. Los resultados obtenidos de esta variable muestran que las partes media y alta de la microcuenca presentan capacidad de recarga hídrica de moderada a muy baja. Se encuentran en zonas con fuertes pendientes que favorecen el escurrimiento superficial. Las partes más bajas y planas presentan una capacidad alta de recarga como se muestra en la figura 28.

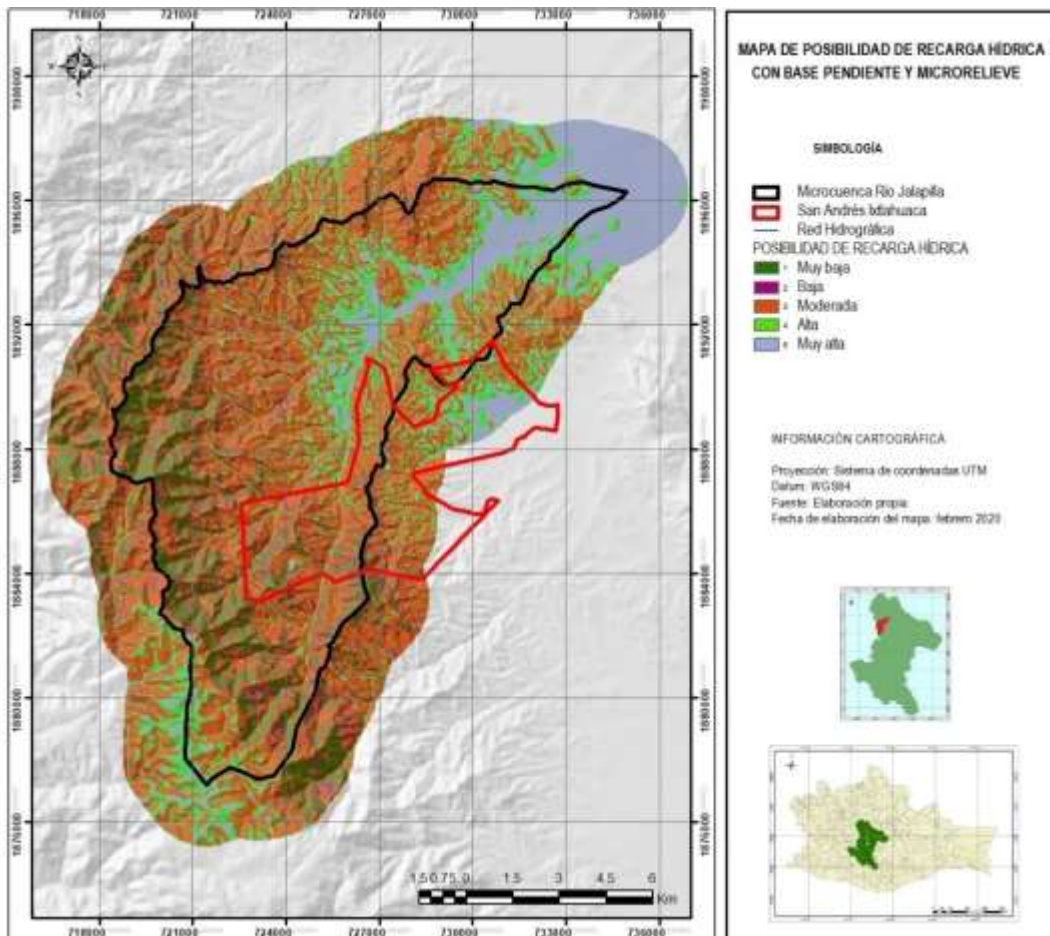


Figura 28. Mapa de resultados del análisis de pendiente y microrelieve.
Fuente: Elaboración propia.

Los recorridos realizados en los parajes La Capitana y el Cerro de la Concha (parte alta de la microcuenca), mostraron relieves escarpados y elevaciones pronunciadas con elevaciones mayores del 50%. En estos sitios, se presenta un escurrimiento superficial rápido, provocando la disminución del proceso de infiltración y recarga, acelerando la erosión y compactación del suelo. Estas condiciones se agravan en partes que presentan baja cobertura vegetal. Por lo tanto, el relieve afecta de forma negativa la recarga hídrica, la velocidad del escurrimiento desgasta el suelo al grado de formar surcos (Figura 29). En lugares con relieves planos, semiplanos y cóncavos se favorece la recarga hídrica y la infiltración del agua en el suelo, pues el agua puede estar un mayor tiempo en contacto con el suelo.



Figura 29. Surcos formados en el suelo por los escurrimientos superficiales.

5.4.1.2 Tipo de suelo

Los resultados obtenidos del análisis de capacidad de infiltración con el método del infiltrómetro de doble anillo en cada uno de los sitios muestreados se presentan en la tabla 18.

Tabla 18. Resultados obtenidos de las pruebas de infiltración.

No. Sitio	Ubicación		Cap. Infiltr (cm/h)
	14Q	UTM	
sitio 1	723219	1883931	15.8
sitio 2	724141	1885266	24.4
sitio 3	724768	1884228	37.2
sitio 4	725295	1885204	91.5
sitio 5	725864	1885156	12
sitio 6	726053	1886106	31.05
sitio 7	726677	1887516	22.5

Con los análisis de laboratorio para determinar la textura de los suelos se obtuvieron los resultados mostrados en la tabla 19.

Tabla 19. Resultados obtenidos con método de Bouyoucos.

No. Muestra	Lectura 40			Lectura 2		
	Seg	Temp	Corrección	Hr	Temp	Corrección
1	10	24	11.62	0	25	1.98
2	8	22	8.9	1	23	2.26
3	10	23	11.26	0	24.5	1.8
4	4	24	5.62	-1	24.5	0.8
5	10	23	11.26	1	24	2.62
6	7	23.5	8.44	-1	25	0.98
7	7	23.5	8.44	0	24	1.62

no. muestra	% arcilla+		% limo	% arcilla	% total	clasificación
	limo	% arena				
1	23.24	76.76	19.28	3.96	100	Areno-franco
2	17.8	82.2	13.28	4.52	100	Areno-franco
3	22.52	77.48	18.92	3.6	100	Areno-franco
4	11.24	88.76	9.64	1.6	100	Arenoso
5	22.52	77.48	17.28	5.24	100	Franco arenoso
6	16.88	83.12	14.92	1.96	100	Areno-franco
7	16.88	83.12	13.64	3.24	100	Areno-franco

La mayoría de los suelos estudiados son ricos en arena; existe mucha variabilidad entre la cantidad de finos y arena. El contenido de arcilla presente en las muestras oscila entre 1.6 y 5.24%, una cantidad muy baja. El limo está entre 9.64 y 19.28%; la cantidad de finos (arcilla + limo) encontrados fluctúa entre 11.24 y 23.24%. Como se mencionó, el mayor porcentaje encontrado en las muestras fue la arena en rangos que van de 76.7% a 88.76%, y la mayoría de los sitios presentan similitud.

En la figura 30 se presentan los triángulos texturales resultantes por cada sitio.

La evaluación del tipo de suelo en cuanto a textura y capacidad de infiltración en las diferentes zonas presentó los siguientes resultados:

Tabla 20. Evaluación de los parámetros utilizados para caracterizar el suelo.

Sitio	Textura	Capacidad infiltración (cm/hr)
1	Areno-franco	15.8
2	Areno-franco	24.4
3	Areno-franco	37.2
4	Arenoso	91.5
5	Franco arenoso	12
6	Areno-franco	31.05
7	Areno-franco	22.5

Con el análisis de esta variable se determinó que la mayor parte de la microcuenca (58.4%) se encuentra en una posibilidad muy alta de favorecer la recarga hídrica. La mayor parte del territorio presenta una textura franco arenoso a arenoso con alta capacidad de infiltración. El 38.8% de la superficie de la microcuenca presenta una posibilidad moderada, el 1.6% tiene una posibilidad baja, el 1.1% una posibilidad alta y un 0.04% una posibilidad muy baja de recarga hídrica (figura 31).

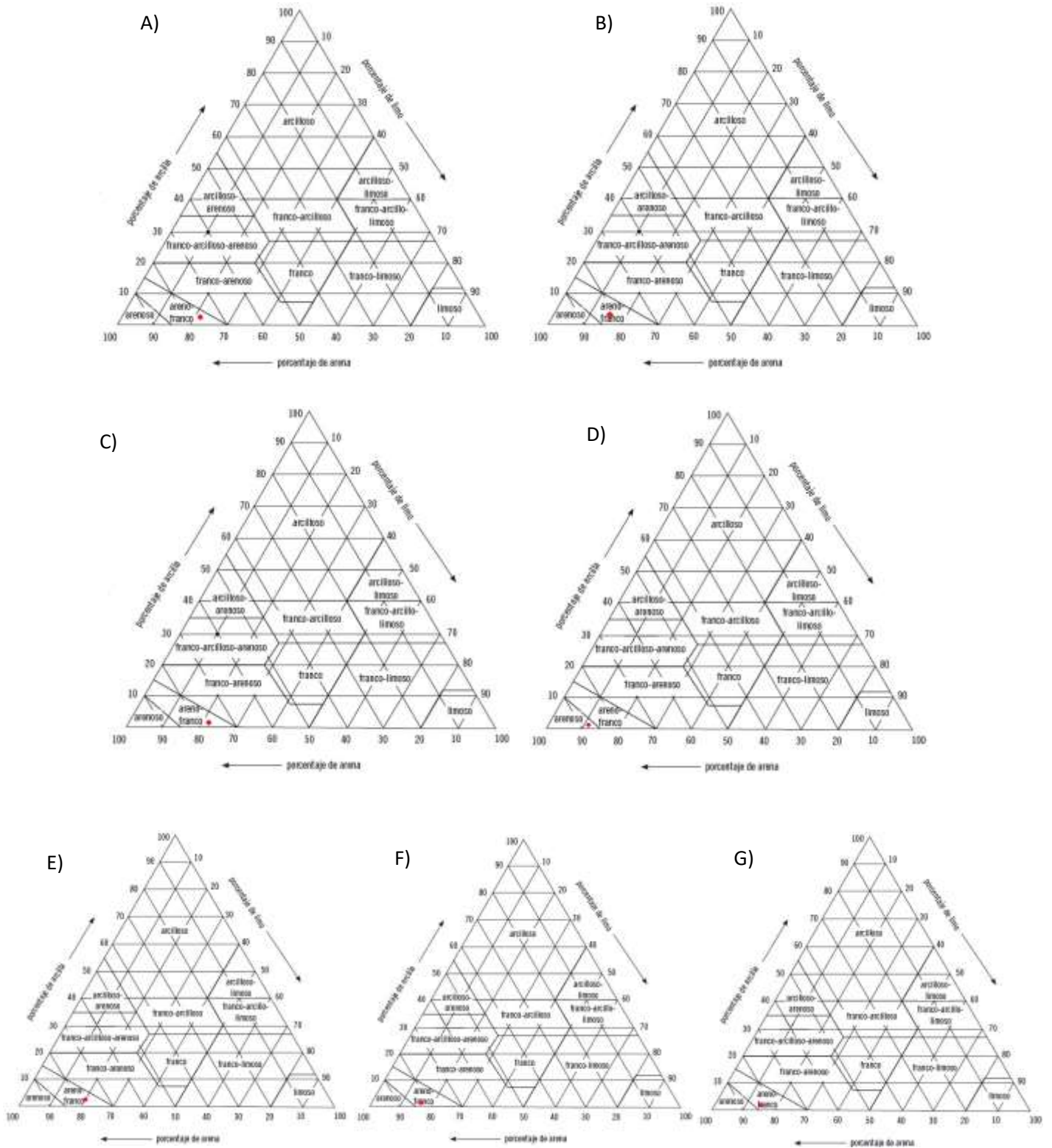


Figura 30. Resultados de la textura de suelo A) sitio1, B) sitio 2, C) sitio 3, D) sitio4, E) sitio 5, F) sitio6, G) sitio 7

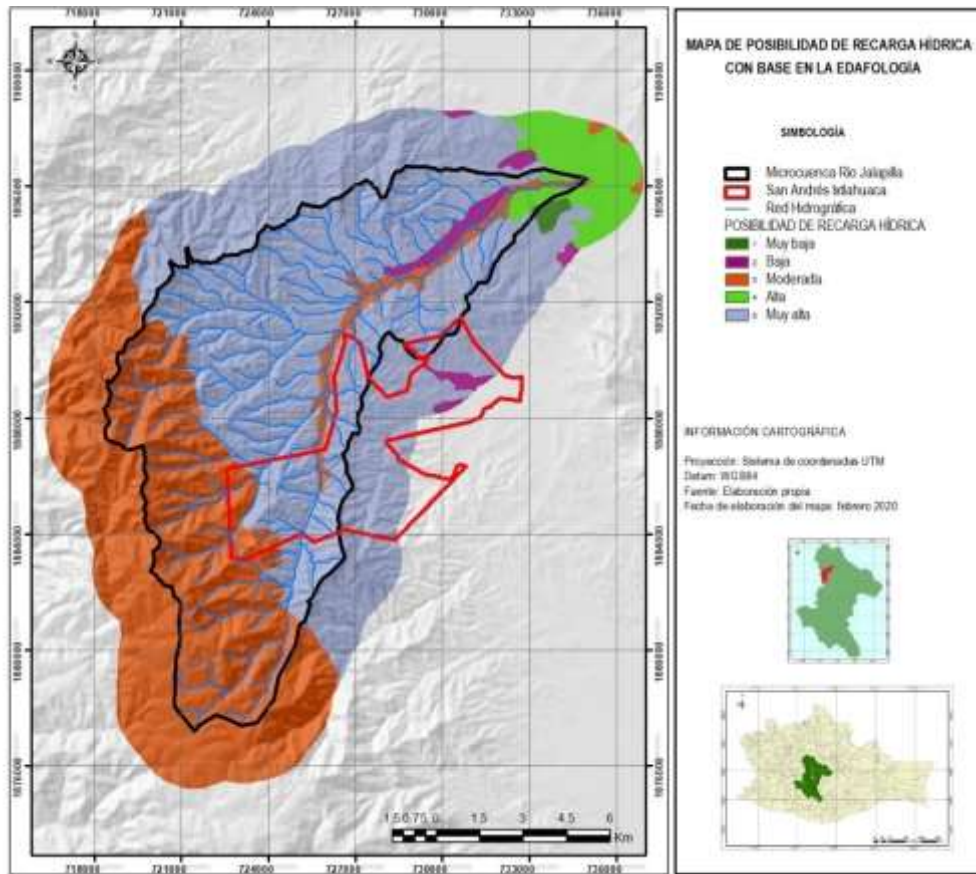


Figura 31. Mapa de posibilidad de recarga hídrica según el análisis de tipo de suelo. Fuente: Elaboración propia.

5.4.1.3 Tipo de roca

En el territorio de la microcuenca predomina el Gneis, un tipo de material de edad muy antigua (era Precámbrica PGN), cuya característica principal es la impermeabilidad. Esta característica se reflejó en el mapa de ponderación de las zonas de recarga hídrica. La mayor parte del territorio (90.1%) se localizó dentro de una zona de muy baja posibilidad de recarga. La parte central baja, donde predomina material aluvial de época reciente, presentó muy alta posibilidad (5.7%) de recarga hídrica. El 2.94% del territorio cubierto por suelo residual una posibilidad moderada y el 1.27% una posibilidad alta de recarga en la parte en la parte baja de la microcuenca donde encontramos areniscas y lutitas.

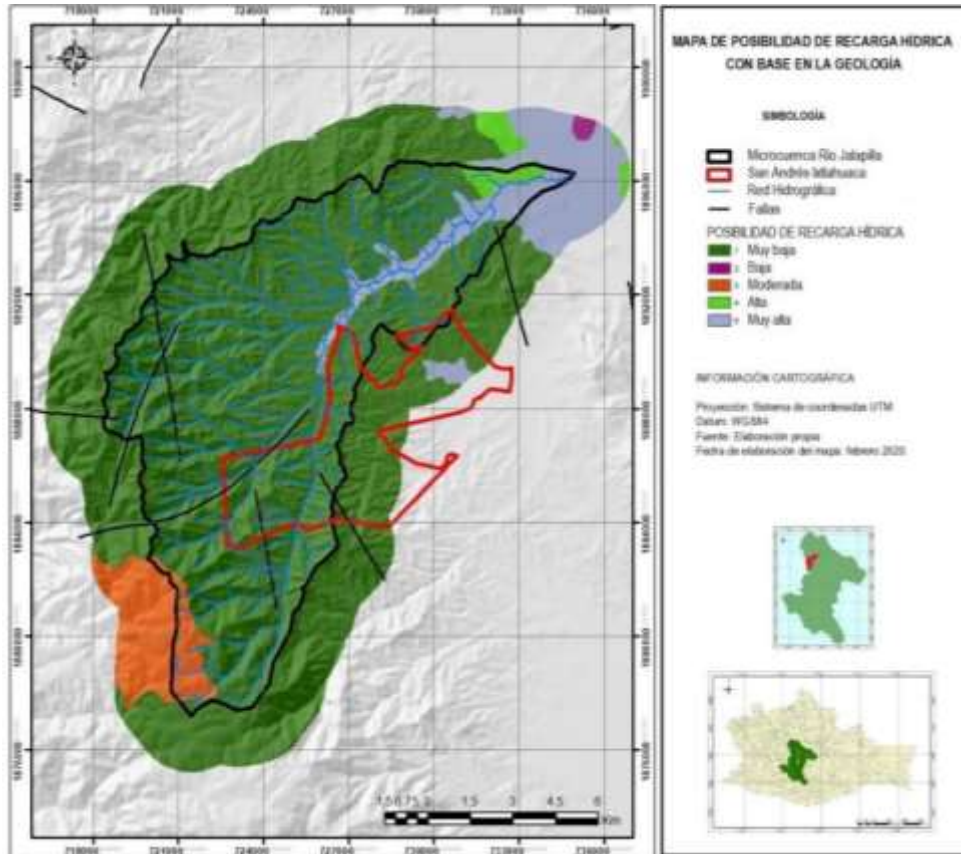


Figura 32. Mapa de posibilidad de recarga hídrica según el análisis de tipo de roca.
Fuente: Elaboración propia.

5.4.1.4 Cobertura vegetal

Los resultados del análisis de cobertura muestran que el 31.98% del territorio de la microcuenca presentó una posibilidad muy baja de favorecer la recarga hídrica, ubicado en la parte baja en donde la cobertura es pobre; existen zonas con suelo desnudo, pastizales, terrenos de siembra abandonados o con pastoreo. El 28.81% del territorio presentó posibilidad de recarga alta ubicado en la parte media alta de la microcuenca donde se ubica una cobertura de bosque de encino-pino. El 19.3% donde la vegetación es de tipo bosque de pino-encino con características más homogéneas, presentó muy alta posibilidad de recarga, ubicado en la parte más alta de la microcuenca. El 17.13% de la zona de estudio presentó posibilidad moderada y el 2.78% posibilidad baja (Figura 33).

Se puede concluir que mientras más densa sea la vegetación, el potencial de recarga hídrica de una zona es mayor.

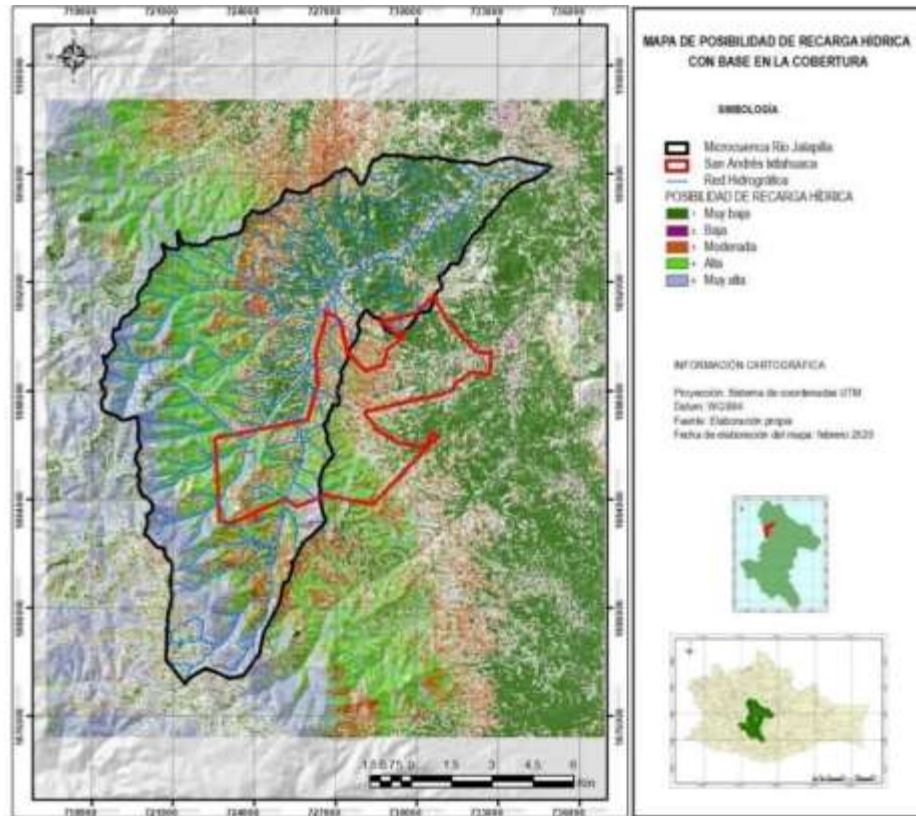


Figura 33. Mapa de posibilidad de recarga hídrica según el análisis de cobertura vegetal. Fuente: Elaboración propia.

Derivado de los recorridos de campo, se pudo observar que en la parte baja de la microcuenca la cobertura vegetal es casi inexistente; solo hay pastizales en algunas zonas. La mayor parte el suelo se encuentra descubierto (figura 34).



Figura 34. Cobertura en la parte baja de la microcuenca.

5.4.1.5 Uso del suelo y vegetación

Esta variable evaluada dio como resultado que la mayor parte del territorio de la microcuenca presenta muy alto potencial de recarga hídrica (62.71% de la superficie), principalmente la parte boscosa (bosque encino, encino-pino, pino-encino). Las zonas de pastizales inducidos, agricultura de riego y de temporal y algunas sin vegetación resultaron de muy baja posibilidad de recarga (17.86%).

Las zonas con alta posibilidad solo representaron 12.15% de la microcuenca; las de baja posibilidad de recarga el 4.71% del territorio y la posibilidad moderada el 2.57% (Figura 35).

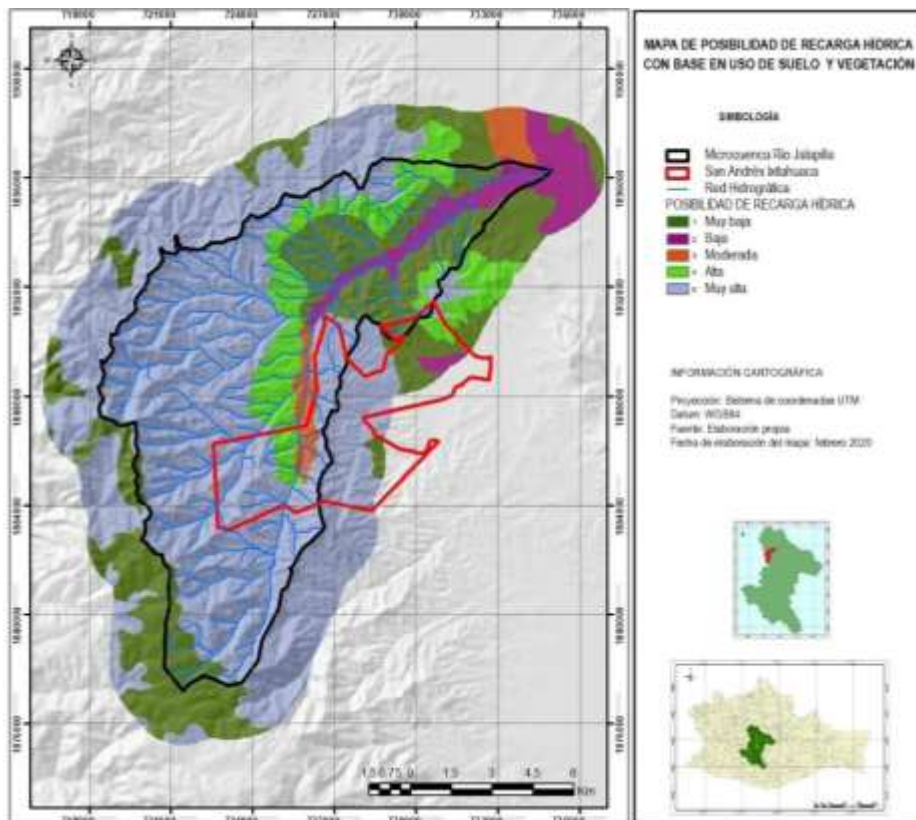


Figura 35. Mapa de posibilidad de recarga hídrica según el análisis de usos de suelo y vegetación.
Fuente: Elaboración propia.

5.5 Análisis e integración de información

5.5.1 Análisis mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG)

Derivado de la metodología de Matus, O., Faustino, J. y Jiménez, 2009, se obtuvo el mapa final de zonas potenciales de recarga hídrica. Se encontró que la parte más importante para la recarga hídrica la parte media de la microcuenca.

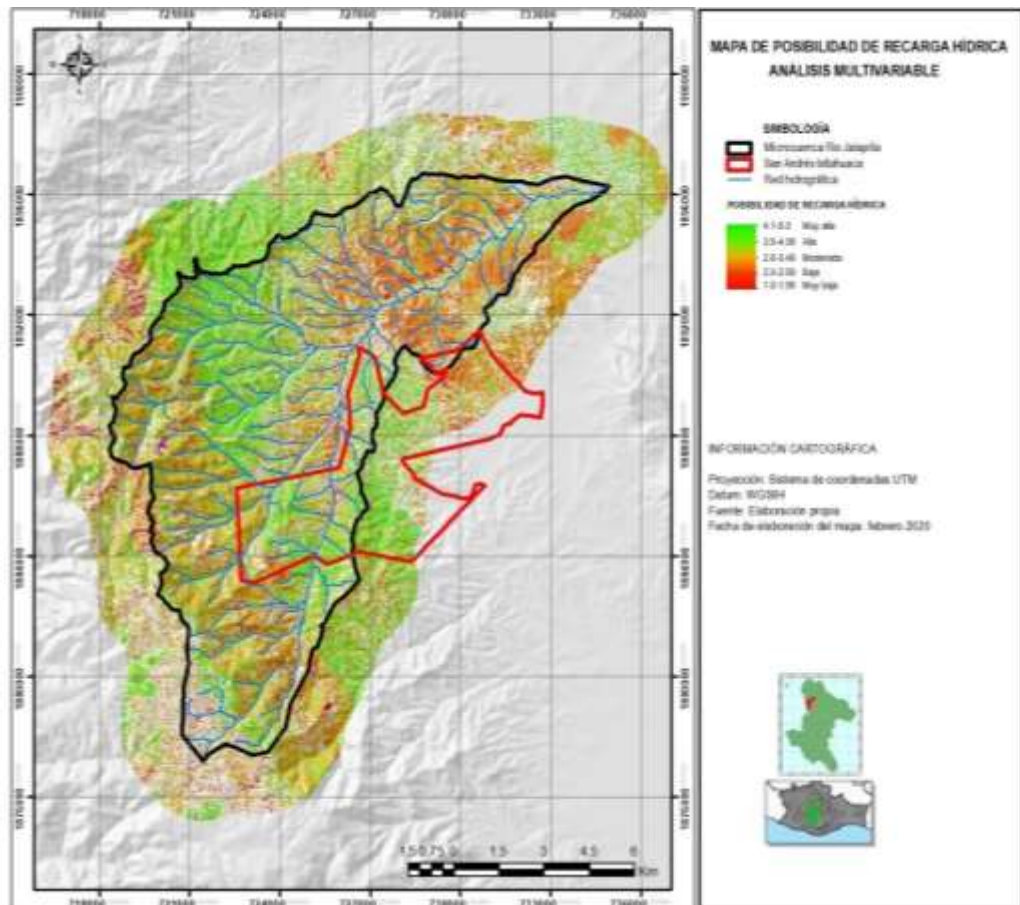


Figura 36. Mapa de potencial de recarga hídrica según modelo propuesto.

Los resultados del análisis conjunto de todas las variables evaluadas determinaron que esta microcuenca es importante para toda la región en materia hídrica. El 32.5% del territorio presenta posibilidad alta de recarga, el 21.2% posibilidad baja, 21.9% posibilidad moderada, 16.24% muy alta y 2.2% muy baja.

5.5.2 Mapeo comunitario participativo: conocimientos locales

Con los resultados obtenidos del taller diagnóstico y los recorridos realizados con los integrantes del grupo de trabajo, se logró identificar las zonas empíricas de recarga hídrica dentro de la microcuenca. Estos actores toman en cuenta características como el tipo de suelo y la cobertura vegetal para identificar las zonas en las cuales mencionan “la tierra absorbe más agua”. Esta actividad se llevó a cabo con los habitantes de San Andrés Ixtlahuaca en el 70% del territorio de la microcuenca.



Figura 37. Recorridos de identificación de zonas de recarga hídrica.

Fuente: Fotografías de recorridos realizados en territorio ejidal de San Andrés Ixtlahuaca.

Durante los recorridos se tomaron las coordenadas de los lugares identificados y se plasmaron en el siguiente mapa (figura 38):

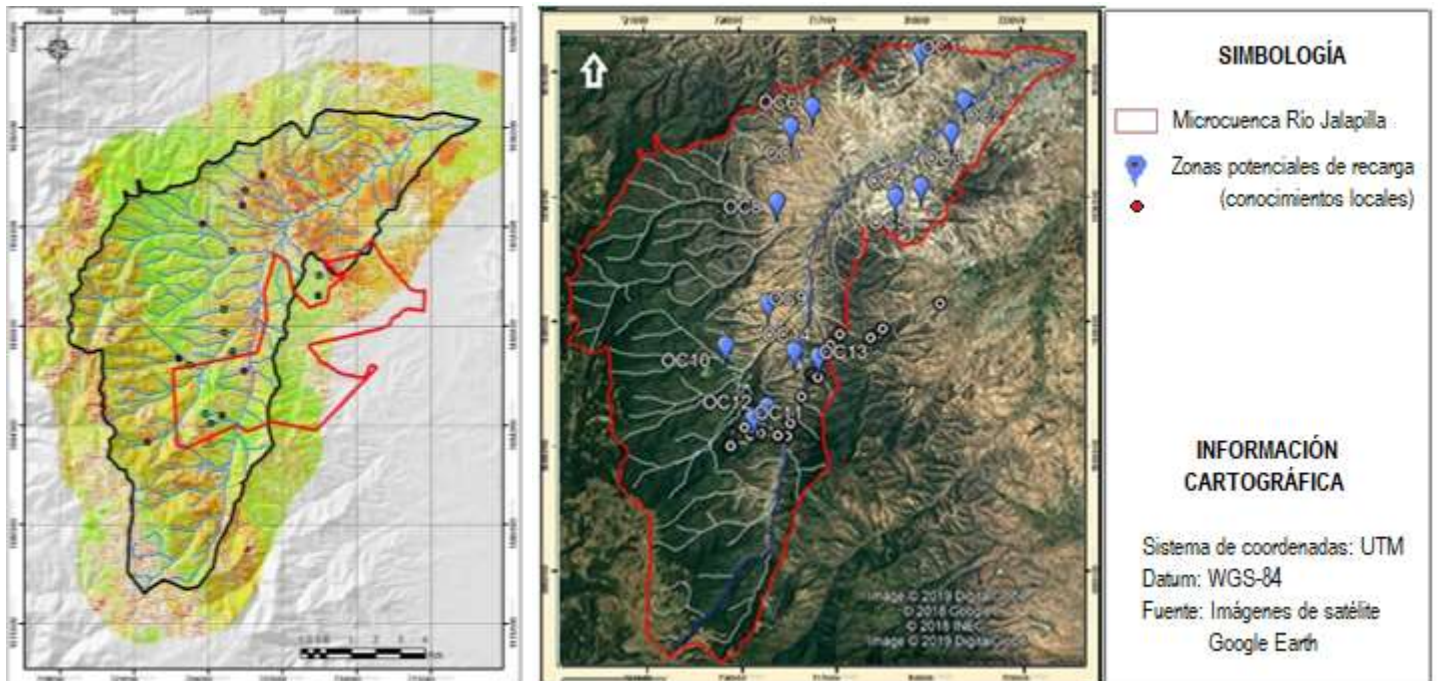


Figura 38. Ubicación de zonas determinadas por pobladores como zonas de recarga hídrica. Fuente: Elaboración propia con información obtenida de taller participativo y recorridos insitu

5.5.3 Socialización de resultados

Una vez analizada la información, tanto la parte técnica como la participativa, esta se dio a conocer a los integrantes del grupo de trabajo mediante un taller participativo y en conjunto se determinó la forma de trabajo y las propuestas de manejo de estas zonas potenciales de recarga. De este taller se obtuvieron las líneas de acción para el manejo y protección de las zonas de recarga hídrica de San Andrés Ixtlahuaca.



Figura 39. Presentación de resultados con el grupo de trabajo.

5.6 Propuesta de alternativas de manejo de la microcuenca

5.6.1 Líneas de acción propuestas para el manejo y protección de las zonas de recarga hídrica en el territorio de San Andrés Ixtlahuaca

Restauración de paisajes

Existen partes de la microcuenca que tienen serios problemas de pérdida de suelo, aunque son pocos, si se encuentran presentes. Para tratar esta problemática se plantea trabajar con prácticas de conservación de suelo y reforestación con especies nativas. Anteriormente se han trabajado programas de reforestación con especies que no se adaptan a las condiciones del terreno, obteniendo bajos porcentajes de sobrevivencia.

Por lo anterior, se propone impulsar trabajos en su vivero comunitario para producir plantas de la región y utilizarlas en campañas de reforestación. Se pretende involucrar a escuelas y a toda la población para que participen en cada una de las actividades encaminadas al cuidado de sus recursos naturales, principalmente en la reforestación.

Fomento a la producción agrícola

En la parte agrícola las acciones propuestas fueron la impartición de talleres para el desarrollo de capacidades en los pobladores en los siguientes temas:

Tipo de acción: talleres de capacitación en buenas prácticas agrícolas; capacitar en producción orgánica a base de abonos y biofertilizantes; implementación de sistemas agroforestales.

Localización: San Andrés Ixtlahuaca cabecera municipal y agencias.

Beneficiarios: habitantes dedicados a la producción de alimentos.

Objetivos: mejorar las condiciones de la alimentación al producir alimentos más sanos, libres de químicos que son perjudiciales para la salud.

Contar con alternativas de producción que maximicen los rendimientos por medio de los sistemas agroforestales, intercalando cultivos básicos con frutales.

Tiempo: 2 años

Estrategias: utilizar eficientemente el agua de riego; maximizar espacios y rendimiento; encaminar a una producción orgánica.

Fomento a la producción ecoturística

Tomando en cuenta las experiencias de los pobladores con respecto a actividades ecoturísticas y las instalaciones con las que cuentan, es necesario impulsar estas actividades mediante la capacitación, reconocimiento y revaloración de los recursos con los que cuentan.

Tipo de acción: programas de capacitación en servicios ecoturísticos y capacitación en educación ambiental para niños.

Localización: San Andrés Ixtlahuaca.

Beneficiarios: habitantes interesados en formar parte del grupo organizador.

Objetivos: promover las potencialidades turísticas de la comunidad.

Reactivar el centro de cultura ambiental de San Andrés Ixtlahuaca.

Implementar nuevas actividades.

Tiempo: 2 años

Estrategias: revalorizar los recursos con que cuenta la comunidad para darlos a conocer mediante actividades ecoturísticas en la zona aprovechando las instalaciones del centro de cultura ambiental. Se contempla la colaboración con personal de ECOSUR, quienes están interesados en trabajar con la comunidad.

Protección de zona alta de las presas

Debido a los problemas de azolve que presentan las presas construidas en el territorio de San Andrés Ixtlahuaca, se plantea la protección de las partes altas de estas mediante la reforestación. Se propone la siembra de especies nativas de la zona como son jarillas, tepehuajes, acacias, plantadas a tres bolillos para irlas

intercalando y funcionen en la retención del suelo arrastrado por el viento y la lluvia para que llegue la menor cantidad posible a las presas.

Implementación de tecnologías alternativas de manejo del agua

Derivado de los talleres realizados, las entrevistas y encuestas aplicadas a pobladores de San Andrés Ixtlahuaca, el tema más preocupante es el desabasto de agua en temporada de estiaje. Se proponen una serie de acciones a implementar como son la capacitación e instalación de sistemas de captación de agua pluvial para recolectar el agua que escurre de los techos de las viviendas en la temporada de lluvia y almacenarla en cisternas de ferrocemento.

Esta agua actualmente no se utiliza y es desaprovechada al escurrir hacia el río principal y de aquí desembocando en el río Atoyac, donde se junta con el agua contaminada proveniente de municipios aledaños a este.

Entre las tecnologías alternativas también se contemplan biodigestores anaerobios para el tratamiento de agua residual. Aunque las estadísticas mostradas por el INEGI mencionan que el 40% de la población cuentan con drenaje, actualmente en el municipio no se cuenta con este servicio, debido al temor que se tiene de contaminar los mantos acuíferos que proporcionan agua a la población; se tienen letrinas y en pocas viviendas baños secos.

Educación ambiental

La educación es parte fundamental del cambio de actitudes de las personas por lo cual se propone iniciar con campañas de concientización y educación ambiental en escuelas para destacar la importancia del cuidado del medio ambiente para que generaciones futuras puedan seguir disfrutando de los beneficios que estos ofrecen, este proceso se inició en la telesecundaria.



Figura 40. Plática de educación ambiental en telesecundaria.

Manejo adecuado de residuos sólidos

Otra problemática que se vive en la comunidad es la indebida disposición final de los residuos sólidos municipales (quema de residuos revueltos) y con miras a realizar una correcta separación de residuos sólidos municipales, así como su disposición final, se plantean una serie de capacitaciones para concientizar sobre la importancia de realizar estas actividades en beneficio del medio ambiente. Se planea invitar a diferentes actores que trabajan estos temas en el estado; encargados de la construcción de rellenos sanitarios para la correcta disposición final de residuos sólidos, empresas que se dedican a la compra de residuos como el vidrio, cartón, papel, PET.

5.6.2 Implementación

Para la implementación de las líneas de acción establecidas en el territorio de San Andrés Ixtlahuaca como primera etapa se participó con un proyecto en la “Convocatoria Agua 2019” de la Fundación Gonzalo Río Arronte, el cual fue evaluado y aprobado por la cantidad total de \$1,070,600.00. Este monto consiste en una mezcla de recursos, la Fundación aportará \$771,600.00, y la comunidad \$299,000.00, traducidos en trabajo comunitario para realizar cada una de las actividades contempladas en la propuesta, así como acompañamiento por parte del IPN-CIIDIR-Oaxaca.

Este es un proyecto viable según la metodología SROI (tasa de retorno social sobre la inversión) el cual nos proporciona una manera de proyectar el valor social que puede generar una intervención.

Dicho proyecto presentó un SROI de 2.93, lo que significa que la fundación al invertir un peso de sus recursos en el proyecto es como si estuviera obteniendo una ganancia de dos pesos con noventa y tres centavos, calculados en valor social.

Este incluye actividades de protección y manejo de los recursos naturales del territorio de San Andrés Ixtlahuaca en un periodo de 24 meses durante los cuales se llevarán a cabo actividades de reforestación, conservación de suelos, rescate de especies de importancia cultural, implementación de sistemas de captación de agua de lluvia, sistemas de tratamiento de agua residual, capacitaciones en diferentes temas como son disposición final de residuos sólidos con la mira de más adelante buscar recursos para la construcción de un relleno sanitario, elaboración de abonos orgánicos y biofertilizantes, sistemas agroforestales para maximización de productividad en espacios pequeños de siembra, y toda la capacitación necesaria para la construcción, operación y mantenimiento de los sistemas de captación de agua de lluvia y los biodigestores.

Como complemento a este proyecto, se ingresó una segunda propuesta en la misma convocatoria del año 2020 con la finalidad de obtención de recursos para la construcción de bordos de ferrocemento para retención de agua de lluvia.

5.7 Desarrollo de capacidades

Taller de construcción y uso de aparato A

Dentro de lo planteado para el desarrollo de capacidades en el grupo de trabajo se llevó a cabo el taller de construcción y uso del aparato A para nivelación de terrenos. Participaron 10 personas, 7 hombres y 3 mujeres, quienes se mostraron muy activos y participativos en cada una de las actividades realizadas, desde la construcción del aparato hasta la práctica de su utilización en campo (figura 41). Entre sus

participaciones destaca la importancia que ellos mismos le dan a este tipo de herramientas que son fácil de construir y de utilizar.

Esta capacitación fue la primera en llevarse a cabo para tener el conocimiento necesario cuando se comiencen los trabajos de reforestación y conservación de suelos.



Figura 41. Participación de pobladores en práctica de construcción y uso de aparato A, utilización en campo para trazo de curvas de nivel.

Taller de sistemas de captación de agua de lluvias

Otro taller implementado fue el de los sistemas de captación de agua de lluvia, por ser una necesidad apremiante en el territorio la falta de agua en temporada de estiaje. Como una alternativa ante esta problemática se propuso la implementación de este taller con miras a construir este tipo de sistemas en algunas viviendas de San Andrés Ixtlahuaca. Al taller asistieron 12 personas, 8 hombres y 4 mujeres.

Este taller fue teórico-práctico dando a conocer un prototipo de sistema de captación a pequeña escala para demostrar su funcionamiento; el día que se llevó a cabo el taller llovió en la zona haciendo la demostración más real observando cómo se



Figura 42. Participación de pobladores en práctica de sistemas de captación de agua de lluvia. Presentación de prototipo.

puede recolectar el agua de lluvia que escurre por los techos de las viviendas y pueda ser aprovechada en temporada en que en verdad se necesita (figura 42).

La evaluación de estos talleres consistió en que tan significativa fue la información para ellos, si creían que en verdad les sería de utilidad. No fue un examen de conocimientos sino una valoración de la significación de la información.

Taller de cortinas de ferrocemento

Debido a la problemática que se tiene en la comunidad de falta de agua para uso y consumo humano, el tema abordado en este taller fue la construcción de cortinas de ferrocemento en zonas específicas de la región con la finalidad de captar el agua que escurre por los cerros y almacenarla en un lugar para que esta se infiltre y recargue el acuífero y pueda ser aprovechada de forma superficial. Este taller fue impartido por el Maestro Margarito Ortiz Guzmán, especialista del CIIDIR en la construcción de este tipo de obras, la maestra María de los Ángeles Ladrón de Guevara Torres, especialista en Hidrogeología, además del acompañamiento de equipo técnico del CIIDIR.

Se recorrieron 10 sitios que los integrantes del grupo de trabajo determinaron como prioritarias (Figura 43) para la construcción de este tipo de obras.





Figura 43. Recorridos de identificación de zonas de construcción de cortinas de ferrocemento.

Dichos sitios se encuentran en los parajes Barranca arroyo de la corona, arroyo del tunillo y camino viejo Portezuelo (Tabla 21); en este recorrido se realizaron mediciones para conocer las dimensiones y presupuestar dichas cortinas.

Tabla 21. Ubicación y observaciones de sitios propuestos para construcción de represas.

Sitio	Ubicación		Paraje	Observaciones
	14Q	UTM		
1	725374	1885397	Barranca arroyo de la corona	Sitio ubicado a 1865 msnm, muy favorable para la ubicación de una represa debido a que presenta buen vaso de almacenamiento de agua debido al escurrimiento, la medida sería de 15 m de ancho.
2	725250	1885423	Barranca arroyo de la corona	Sitio ubicado a 1858 msnm, favorable para la ubicación de una represa debido a que presenta buen vaso de almacenamiento de agua debido al escurrimiento.
3	724973	1885485	Barranca arroyo de la corona	Sitio ubicado a 1879 msnm, este sitio fue el propuesto por los acompañantes al recorrido, que por experiencia de estos es favorable para la ubicación de una represa debido a que presenta buen vaso de almacenamiento de agua debido al escurrimiento.
4	725051	1885466	Barranca arroyo de la corona	Sitio ubicado a 1869 msnm, poco favorable para la ubicación de una represa debido a que el agua que retendría sería muy poca y la inversión sería mayor por las características del material presente en la zona.

Continuación Tabla 21...

5	725131	1885456	Barranca arroyo de la corona	Ubicado a 1861 msnm, sitio elegido para la construcción de la represa pues las condiciones presentes son favorables debido a que presenta buen vaso de almacenamiento de agua de escurrimiento. El largo de la cortina se estima en 20 m, teniendo un vaso de 50 m aproximadamente.
6	725203	1885425	Barranca arroyo de la corona	Ubicado a 1854 msnm, sitio propuesto para la construcción de la represa pues las condiciones presentes son favorables debido a que presenta buen vaso de almacenamiento de agua de escurrimiento. El largo de la cortina se estima en 15m.
7	725265	1885425	Barranca arroyo de la corona	Ubicado a 1854 msnm, las condiciones presentes son favorables para almacenamiento de agua de escurrimiento.
8	726153	1885319	Arroyo del tunillo	Sitios ubicados a 1802, 1810 y 1806 msnm, aprovechando el tipo de suelo presente se recomienda realizar un bordo de tierra, pues en esta parte predomina el suelo.
9	726046	1885290	Arroyo del tunillo	
10	727229	1887510	Arroyo del tunillo	

Fuente: elaboración propia con base en recorrido realizado.

Como parte de este taller se realizó una visita a la comunidad de San José Hidalgo para conocer el sistema, su aplicación y funcionamiento, comparar sus ventajas e inconvenientes y despejar todas las dudas concernientes al tema.

En este taller participaron 14 personas.





Figura 44. Visita a la comunidad de San José Hidalgo, conociendo las cortinas de ferrocemento.

Con esta visita los integrantes del grupo propusieron el ingreso de una nueva propuesta en la “Convocatoria Agua 2020” de la Fundación Gonzalo Río Arronte, utilizando esta técnica para la construcción de represas dentro de su territorio y ocupar este material para las cisternas de los sistemas de captación de agua de lluvia.

Con esta experiencia queda claro cómo se da el proceso de aprendizaje y la adquisición de conocimientos en las personas, a través de las vivencias y la experimentación.

Taller de biodigestores de bolsa

Como parte del desarrollo de capacidades en los integrantes del grupo de trabajo se impartió el taller de biodigestores de bolsa para dar a conocer este sistema de tratamiento de residuos de animales de granja como son las vacas, chivos, borregos, caballos, burros, y su conversión en abono para fertilizar los terrenos de siembra. Este taller se llevó a cabo en dos sesiones, la primera parte se realizó el día 26 de febrero (parte teórica) en las oficinas del comisariado ejidal (Figura 45).



Figura 45. Taller teórico de biodigestores de bolsa.

Durante este taller surgieron inquietudes por parte de los participantes al expresar sus malas experiencias con otros técnicos que solo los han engañado, recordaron como en el año 2006 llegaron a la comunidad un grupo de técnicos que les prometieron realizar este proyecto de biodigestores, les hicieron comprar material y después no volvieron a la comunidad.

Dichas experiencias en la comunidad provocan desconfianza y apatía por parte de las personas.

La parte práctica se llevó a cabo el 29 de febrero en la casa de la señora Francisca para compartir con los participantes la forma en la cual se determina el lugar correcto para la instalación del sistema, cuáles son los parámetros a tomar en cuenta (Figura 46).





Figura 46. Determinación de lugar para construcción de biodigestor de bolsa.

Con la realización de estos talleres podemos reafirmar que la generación del conocimiento se da mediante la práctica y la observación. Además de la incorporación de saberes locales en la construcción de procesos de innovación tecnológica.

En esta comunidad se distinguen los elementos mencionados por Barkin, Fuente y Rosas, (2009) para forjar sustentabilidad, como son la cohesión cultural, pues al pasar los años los pobladores siguen conservando sus costumbres y tradiciones, su cosmovisión y apego a la tierra; la democracia participativa, representada por su máxima autoridad que es la Asamblea Comunitaria y sus diferentes instancias de vigilancia en donde todos los ciudadanos tienen el mismo peso y pueden ocupar los cargos de representación en ausencia de partidos políticos. El trabajo comunitario expresado en cada una de las actividades en beneficio de la comunidad sin espera de una retribución económica, como es el caso del cuidado de los recursos naturales como preservación del espacio vital, el cual da sustento a todas las actividades.

Como bien menciona Leff, (2004) el reconocimiento de los saberes y conocimientos tradicionales transgeneracionales y la combinación con el conocimiento científico

tecnológico son la mejor combinación para obtener resultados satisfactorios, que vayan acordes a la realidad de las necesidades de una comunidad.

Taller de planeación para dar inicio con las actividades de proyecto financiado

Para dar inicio con los trabajos concernientes al proyecto financiado por la Fundación Gonzalo Río Arronte, se realizó un taller de planeación, en el cual participaron ocho integrantes del comisariado ejidal. En este se planearon las actividades programadas para los primeros seis meses de financiamiento que va de septiembre del 2020 a febrero del 2021, las cuales incluyen la producción de planta en su vivero, desde la recolección de las semillas, definiendo responsabilidades entre los integrantes del comisariado. Se definieron los beneficiarios de los sistemas de captación de agua pluvial, determinando que se repartirían cinco sistemas en la cabecera municipal y en la Agencia de Policía La Cieneguilla otros cinco, repartidos en lugares públicos para abarcar más beneficiarios, por ser los lugares en los que más escasea el agua.



Figura 47. Taller de planeación de actividades del proyecto financiado por Fundación Gonzalo Río Arronte.

Como segunda parte de este taller se realizó el recorrido por las viviendas de los beneficiarios de los sistemas de captación pluvial para tomar los datos y realizar la compra de los materiales necesarios para iniciar la construcción de los sistemas de captación y su tanque de ferrocemento para almacenar el agua captada. Así como para dar indicaciones a los beneficiarios sobre las características que deben cumplir los lugares en los cuales se construirán las obras, como es la altura de los techos

para la instalación de los sistemas de captación, el nivelado del terreno para la construcción de los tanques.



Figura 48. Recorrido por viviendas de beneficiarios de los sistemas de captación de agua de lluvia.

Taller de capacitación para la captación de agua de lluvia mediante la construcción de tanques con la técnica de ferrocemento

Para dar inicio a los trabajos del proyecto, el primer taller realizado fue el “Taller de capacitación para la captación de agua de lluvia mediante la construcción de tanques con la técnica de ferrocemento”, el cual se llevó a cabo el día 17 de noviembre del año 2020 en la telesecundaria de la Agencia de policía La Cieneguilla, en este taller participaron 25 personas de diferentes edades, desde adultos mayores, adolescentes hasta niños. Este taller fue impartido por el M. en C. Margarito Ortiz Guzmán, profesor investigador del IPN-CIIDIR-Oaxaca quien explicó ampliamente todo lo referente al uso del ferrocemento y la construcción de tanques de almacenamiento utilizando esta técnica.



Figura 49. Taller de capacitación de construcción de tanques de almacenamiento de agua con la técnica de ferrocemento.

Durante este taller se dio inicio a la construcción del tanque de captación de 30,000 litros de capacidad, el cual beneficiará a la comunidad estudiantil y a las personas que así lo requieran.

Es importante destacar la participación de los habitantes en esta actividad, pues durante toda la construcción de este tanque fueron convocados para trabajar mediante tequio, costumbre que aún prevalece en esta comunidad.

5.8 Evaluación de impactos del proyecto

Con respecto a los cuestionarios de evaluación de impactos en el individuo y en el grupo de trabajo, se aplicaron un total de 12 cuestionarios los cuales fueron analizados para obtener los resultados mostrados a continuación.

5.8.1 Evaluación de impactos en el individuo

Con la evaluación de impactos en el individuo se puede concluir que las personas tienen una estrecha relación entre ellos, no solo con los integrantes del grupo, también con los demás ciudadanos de la comunidad y son capaces de relacionarse con personas de procedencias y orígenes diferentes, aspecto que pudo corroborarse en cada uno de los talleres que fueron impartidos como parte de este proyecto, los profesionistas invitados fueron bien recibidos en la comunidad, tratados con amabilidad, respeto y atención en cada uno de los temas impartidos.

Otro aspecto importante resultado de esta evaluación es la percepción que se tiene de ellos mismos, los cuales muestran confianza (figura 50), reflejada en la percepción positiva hacia ellos mismos (81%), capacidad de tomar decisiones y de resolución de conflictos. Motivación para el trabajo en equipo con personas de su círculo familiar cercano o amistades conocidas, como con personas que no pertenecen a estos círculos.

También algo importante que resultó, fue el avance tenido en cuanto a participación, confianza, en el grupo en aspectos como la capacidad de buscar información o saber a dónde dirigirse cuando tiene que solucionar algún conflicto (Figura 51). En un principio, el 54.6% de los participantes no sabían o tenían pocos datos sobre a

donde dirigirse para buscar información sobre algún tema y en la actualidad este 54% considera que ha adquirido ciertas habilidades en este sentido.

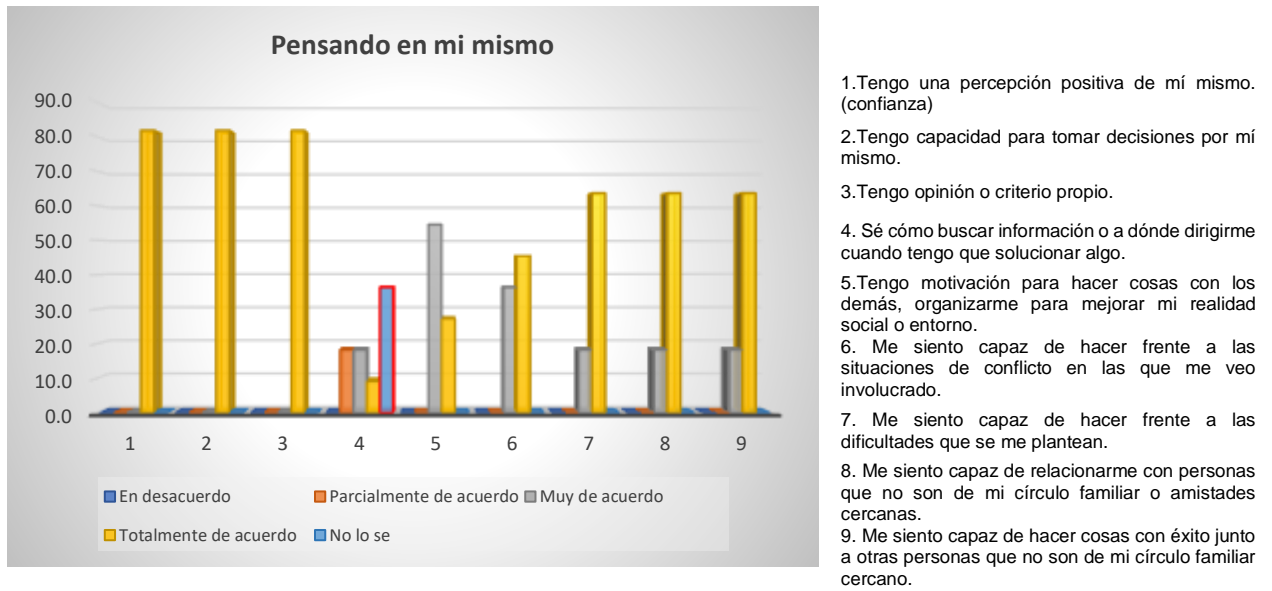


Figura 50. Percepción a nivel individuo.



Figura 51. Gráfico de cambios en la percepción a nivel individuo.

Esto como resultado de las relaciones con otras personas y profesionistas que han llegado a la comunidad a ofrecer sus servicios o a trabajar directamente con ellos. Además, las gestiones que han realizado en la búsqueda de apoyos gubernamentales en beneficio de la comunidad han ayudado en este sentido, y cómo ellos consideran que su calidad de vida ha cambiado al adquirir nuevos

conocimientos (Figura 52). El 78% de los integrantes del grupo consideran que su calidad de vida ha cambiado, el 22% consideran que todo sigue igual.



Figura 52. Gráfica de cambios en calidad de vida a nivel individuo.

Estos resultados nos muestran los principios básicos de la economía solidaria, los cuales fueron desarrollados en los integrantes del grupo, como son la confianza, solidaridad, reciprocidad, autogestión.

5.8.2 Evaluación de impactos en el grupo de trabajo

Con esta evaluación se pudo observar que los integrantes del grupo de trabajo tienen bien definido su rol, la forma de participación dentro de este. El nivel de participación es alto al acudir y expresar su opinión en cada una de las reuniones que organizan además de otras actividades que tienen a cargo como son monitoreo de la zona ejidal, apoyo en actividades de campo que se requieran, acompañamiento en actividades designadas.

La opinión que tienen sobre su participación en el grupo es que su actividad es importante para la sociedad (63% de los participantes opinan que es muy importante), pues las actividades que realizan son para el bien común (cuidado de los recursos naturales). Además, han entablado relaciones de amistad entre los integrantes del grupo (81% opinaron que es importante) (Figura 53).



1. Me ayuda a resolver problemas concretos.
2. Me encuentro cómodo y me gusta estar en él.
3. Tengo amigos en el grupo.
4. La actividad que el grupo hace es importante para la sociedad

Figura 53. Motivos de participación en el grupo de trabajo.

Entre los objetivos del grupo se encuentran: brindarse apoyo mutuo entre los integrantes en cualquier situación que se presente, lo cual consideran muy importante (63% dieron esta respuesta, 18% opinan que es importante). El 45% opinaron que es importante organizar actividades o proyectos dirigidos a los demás habitantes de la comunidad, 18% que es muy importante y 18% poco importante, (Figura 54). Esto lo demuestran en cada uno de los proyectos que gestionan para el cuidado del medio ambiente, lo cual trae beneficio para todos los habitantes, del municipio y de comunidades colindantes.



1. Darnos apoyo entre las personas que participamos.
2. Organizar actividades o proyectos dirigidos a personas que no participan en el grupo.
3. Aportar ideas profesionales y servicios para contribuir a solucionar determinados problemas o situaciones.
4. Autoorganizar nuestras propias actividades.

Figura 54. Objetivos del grupo de trabajo.

Resalta la importancia de integrar más personas al grupo pues hay colectivos que no están presentes como son los jóvenes, profesionistas de la misma comunidad y aumentar la participación de mujeres, pues solo cinco forman parte del grupo. Se destaca que ha aumentado su participación pues cuando inició el grupo eran dos y conforme han transcurridos las actividades se han interesado en participar más mujeres.

En el grupo de trabajo existe igualdad entre los miembros (81% de los integrantes opinan todos son iguales). Entre la dinámica cotidiana el 81% respondieron que entre las actividades que realizan están las reuniones entre los integrantes, actividades como recorridos en el territorio, monitoreo y asistencia a capacitaciones.

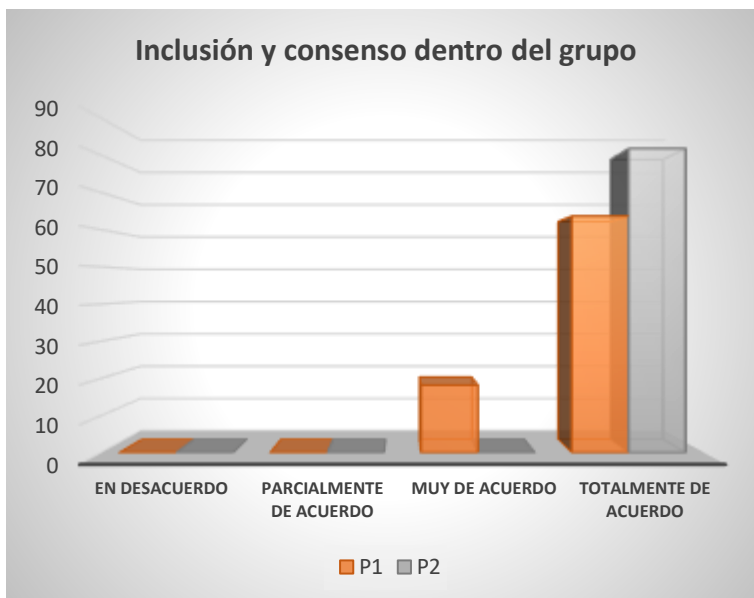
En cuanto al éxito del grupo y las condiciones para que este perdure en el tiempo, el 81% consideran que lo más importante es la capacidad de autoorganización, de autoconvocarse entre los mismos integrantes, el 54% opinan que es importante el trabajo de un profesional que se financie a partir de subvenciones; el 63% piensan que no es importante el trabajo de un profesional de servicio.



1. Del trabajo de un profesional de un servicio (servicios sociales, de salud)
2. Del trabajo de un profesional que se financia a partir de una subvención o de recursos que destinamos para su contratación.
3. De la capacidad de autoorganización, de autoconvocarnos, etc., de las personas que participan

Figura 55. Factores de permanencia del grupo en el tiempo.

En cuanto a la relación entre participantes, el 81% están totalmente de acuerdo en que es un grupo en el cual todos son iguales, aunque cada uno tenga un rol definido. El 63% están totalmente de acuerdo en sentirse incluidos e integrados, el 18% están muy de acuerdo (Figura 56). Se respeta la opinión de cada uno de ellos pues las decisiones son tomadas en consenso. Todos los integrantes tienen la información sobre los temas que afectan al grupo, se realizan reuniones periódicas para valorar como van y hacen propuestas de mejora en relación al funcionamiento de este.



P1. Es un grupo donde todos los miembros podemos tener un papel y nos sentimos incluidos o integrados, aunque seamos diferentes.

P2. En relación a los participantes en el grupo, consideras que son un grupo: Donde todo el mundo es bastante igual.

Figura 56. Gráfica de Inclusión y consenso dentro del grupo.

En general el 45% de los integrantes del grupo están totalmente de acuerdo en considerar que las actividades como grupo son reconocidas a nivel comunidad, e incluso en algunas dependencias gubernamentales, el 18% está muy de acuerdo y el 18% no supo que responder. El 45% están totalmente de acuerdo en que este reconocimiento se lo han ganado por las buenas prácticas que se realizan en beneficio de toda la comunidad y el 36% están muy de acuerdo (Figura 57).



Figura 57. Reconocimiento a nivel comunidad y hacia afuera debido a buenas prácticas de manejo de los recursos.

Con estas evaluaciones se resume los principios y valores de la economía solidaria que se trabajan en este grupo como son la participación, igualdad, equidad, solidaridad, cooperación, trabajo en equipo por el bien común, autogestión, sustentabilidad.

Las actividades de la fase 1 fueron fundamentales para conocer la problemática que padece la comunidad, también para conocer a los diferentes actores que la integran e identificar a los informantes clave que pudieran apoyarnos en el trabajo. Esto se asimila a lo planteado por Soliz y Maldonado (2012), quienes mencionan que lo primero que se debe hacer en el trabajo comunitario participativo es comprender los procesos históricos y sus relaciones de causalidad en cuanto a la detección de problemáticas y necesidades comunitarias con el fin de buscar propuestas de solución. En este trabajo la problemática se enfocó en torno del recurso hídrico.

En cuanto a la caracterización biofísica y morfométrica de la microcuenca, este aspecto es muy importante para tener un primer acercamiento al comportamiento del agua en un territorio determinado, además de servir en la planeación de acciones, como lo mencionado por Mendez et al., (2015) en un estudio realizado en Venezuela, donde concluyeron que los datos obtenidos de esta caracterización son

fundamentales para desarrollar planes o programas de autogestión comunitaria para evitar riesgos causados por dichas dinámicas.

Respecto a la participación de los actores involucrados en las actividades dentro de las cuencas hidrográficas, un estudio realizado por la FAO, (2007) menciona que esta ha sido un eslabón en las buenas prácticas de gestión desde hace más de 20 años. La FAO en 1983 publicó una guía de conservación tomando en cuenta la participación de la comunidad, mencionando que la gestión de los recursos naturales no puede tener éxito sin el involucramiento y participación de los usuarios de los recursos, además de que estos deben tomar decisiones y ser corresponsables en las actividades (empoderamiento), el cual es un proceso de larga duración.

Aunque existe bibliografía al respecto de la participación comunitaria en la planeación de acciones de uso y manejo de los recursos dentro de una cuenca, subcuenca o microcuenca, en la práctica de estas acciones los trabajos realizados en este aspecto son muy pocos. Estos rasgos se distinguen en este trabajo, en el cual los actores locales fueron tomados en cuenta desde el inicio de la intervención y en cada una de las actividades realizadas, tanto su participación como sus conocimientos, por lo cual es fundamental dar a conocer los resultados obtenidos.

Así mismo es importante la valoración de los principios de economía solidaria obtenidos con este trabajo pues se pudo constatar desde el inicio de los trabajos la participación desinteresada de los integrantes del grupo con la única finalidad de ayudar y aprender, la igualdad entre todos los participantes, demostrada igualmente desde en inicio de las actividades en donde hombres y mujeres apoyaron por igual; el compañerismo y la cooperación, la sostenibilidad ambiental, lo cual se refleja en cada una de las acciones realizadas por el grupo de trabajo, las cuales se distinguen por un rasgo peculiar, que es el trabajo comunitario sin remuneración económica, mejor conocido como “tequio”, con lo cual demuestran su verdadero compromiso con el ambiente que los rodea al considerar que debe ser protegido y conservado.

CONCLUSIONES

Las zonas más importantes para llevar a cabo la recarga hídrica dentro de la microcuenca se encuentran en la parte media-alta, priorizando las actividades en esta zona, sin embargo, cada una de las partes de una cuenca son importantes para tener un balance hídrico en una zona dada.

En la parte más alta de la región se encuentran bosques principalmente de pino y encino, en los cuales la capa de materia orgánica es bastante gruesa lo que permite mejorar las condiciones físicas del suelo como son la textura y estructura las cuales influyen positivamente en la permeabilidad; además inciden directamente sobre la escorrentía superficial la cual se ve reducida y aumentado la infiltración hacia estratos inferiores, esto puede observarse claramente en el mapa de la recarga potencial de la zona de estudio.

Los resultados obtenidos con cada una de las técnicas utilizadas presentaron coincidencias en lo que respecta a las zonas que son consideradas de buena posibilidad de recarga hídrica dentro de la microcuenca Río Jalapilla.

Los conocimientos locales son sumamente importantes debido a que son los pobladores los que conocen mejor su territorio y al involucrarse en cada una de las actividades adquieren mayores compromisos con los trabajos a realizarse dentro de su territorio.

El trabajo realizado reafirma la importancia de las actividades participativas para el análisis de problemáticas y la generación de propuestas de solución al ser los pobladores quienes mejor conocimiento tienen de su territorio y de sus condiciones. Es importante valorar la construcción de conocimientos y soluciones mediante herramientas cualitativas de investigación-acción, como son los talleres participativos que nos permiten la participación activa de los pobladores.

Es importante la Interdisciplinariedad conjuntando conocimientos de diversos actores sociales en los proyectos para lograr un verdadero desarrollo.

Grupos de trabajo que se manejan bajo los valores y principios de economía solidaria tienen mayor éxito al respetarse mutuamente y buscar el beneficio colectivo, no solo de unos cuantos. Valores como la cooperación, el cuidado del entorno, la igualdad y la solidaridad deben estar adheridos dentro de las actividades cotidianas de las personas, creación de organizaciones de trabajo que ofrezcan bienes y servicios no solo la obtención de riquezas como son los trabajos realizados por las comunidades en sus estructuras de comisariados ejidales y de bienes comunales quienes con sus actividades ayudan a enriquecer el entorno natural, pensando en el beneficio colectivo.

En las comunidades del estado de Oaxaca y de todo México existen necesidades que deben ser resueltas, por lo que es importante que los trabajos de investigación realizados por las instituciones educativas como es el Instituto Politécnico Nacional no sean solo de gabinete, deben ir a la práctica para apoyar a estas comunidades y poner en alto el lema del instituto, “La técnica al servicio de la Patria”.

Recomendaciones

- Realizar la caracterización del acuífero para conocer mejor el área de estudio y proponer acciones de manejo en esta área.
- Es importante continuar con trabajos de investigación para cuantificar del uso y consumo del recurso hídrico de la población de la zona de estudio, con el fin de lograr un uso eficiente de este recurso mediante la orientación de acciones encaminadas a este fin.
- Incentivar el uso de productos biológicos y fertilizantes naturales mediante capacitaciones para evitar la contaminación del suelo y del acuífero. Propiciar el desarrollo de la agricultura ecológica que sea amigable con el ambiente.
- Realizar monitoreo hidrometeorológico, con la finalidad de generar información local que permita un diseño y planificación con mayor confiabilidad de las acciones para el manejo de la microcuenca tanto superficial como subterránea.

- Buscar la continuidad de actividades encaminadas al manejo y protección de recursos naturales dentro de la microcuenca, tratando de interiorizar en las demás comunidades integrantes de esta, además de la sinergia de acciones con otras instituciones como CONAFOR, SEMARNAT que ayuden a seguir avanzando en el proceso iniciado.
- Continuar las actividades del Centro de Cultura Ambiental como una fuente alternativa de ingresos para la comunidad, realizando un diagnóstico de las condiciones actuales y revalorizando los recursos intangibles con que cuentan.
- Revalorizar los recursos con los que cuenta la comunidad con la finalidad de que los jóvenes se interesen y se dé una mayor participación en las actividades realizadas en la comunidad.

REFERENCIAS DOCUMENTALES

- Agua, C. N. del. (2020). Programa Nacional Hídrico (PNH) 2020-2024. Gob.Mx. <http://www.gob.mx/conagua/documentos/programa-nacional-hidrico-pnh-2020-2024%0Ahttps://www.gob.mx/conagua/documentos/programa-nacional-hidrico-pnh-2020-2024%0Ahttp://files/301/programa-nacional-hidrico-pnh-2020-2024.html>
- Arias, G. M. (2008). Diagnóstico participativo: un instrumento para el planeamiento estratégico en el desarrollo comunitario (Documentos de trabajo sobre cooperación y desarrollo 200801). <http://https://econpapers.repec.org/paper/cciwpaper/200801.htm>
- Barkin, D., Fuente, C., M. y Rosas, M. (2009). Tradición e innovación. Aportaciones campesinas en la orientación de la innovación tecnológica para forjar sustentabilidad. *Trayectorias*, 11(29), 39–54.
- Barkin, D. y Lemus, B. (2012). La Economía Ecológica y Solidaria: Una propuesta frente a nuestra crisis. *Sustentabilidades*, 5.
- Barkin, D. (2001). Superando el paradigma neoliberal: desarrollo popular sustentable”. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 43.
- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, 319 (2020).
- Colin, O. L. (2003). Deterioro ambiental vs. desarrollo económico y social.
- Collin, H. L. (2008). La Economía Social y Solidaria. *Pasos*, 135, 1–11.
- Decreto 1640 de 2012. Por medio del cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos, y se dictan otras disposiciones, Pub. L. No. DECRETO 1640 DE 2012 (2012).
- Comisión Nacional del Agua. (2012). Agenda del Agua 2030. Avances y logros 2012. 36. <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Temas/AgendadelAgua2030.pdf>.
- Constanza, R., Cumberland, J., Daly, H., Goodland, R., Norgaard, R. (2000). An Introduction to Ecological Economics (C. P. LLC (ed.); Vols. 27–28, Issue 10).
- Cotler, A. H., Blasco, C., Hernández, G.R., González, M. I., Herrerías, G. G., Illsley, C., Pineda, R. y Román, T. (n.d.). Algunos factores de éxito para el manejo integral de cuencas en México. <https://www.researchgate.net/publication/228746110>

- Custodio, E. (1997). Recarga a los acuíferos: Aspectos generales sobre el proceso, la evaluación y la incertidumbre. En: La evaluación de la recarga a los acuíferos en la planificación hidrológica. Seminario Celebrado En Las Palmas de Gran Canaria.
- de Vries, J. J. & Simmers, I. (2002). Groundwater recharge: An overview of process and challenges. *Hydrogeology Journal*, 10(1), 5–17. <https://doi.org/10.1007/s10040-001-0171-7>
- Delgadillo, O., Pérez, L. (2016). Medición de la infiltración del agua en el suelo. Método de la doble anilla. www.centro-agua.org
- Díaz, B. L., Torruco, G. U., & Martínez, H. M., Varela, R. M. (2013). La entrevista, recurso flexible y dinámico. *Investigación En Educación Médica. Universidad Nacional Autónoma de México*, 2(7), 162–167. www.elsevier.es
- DIGEPO, SM, G. del E. (2020). Atlas de Género Oaxaca. <https://atlasdegenero.oaxaca.gob.mx/>
- Escalante, F. R. (2000). Investigación, Organización y Desarrollo de la Comunidad (Ediciones Oasis S. A. (ed.)).
- FAO. (2008). La microcuenca como ámbito de planificación de los recursos naturales.
- FAO, O. de las N. U. para la A. y la A. (2007). La nueva generación de programas y proyectos de gestión de cuencas hidrográficas.
- Faustino, J. (2011). Importancia del Bosque- Agua. Manual Manejo Integrado de Cuencas.
- Fuente, C. M. E. (2008). La economía ecológica: ¿un paradigma para abordar la sustentabilidad? *Argumentos (Mex)*, 21, 75–99.
- Gabriels, D., Lobo, L. D., Pulido, M. M. (2006). Métodos para determinar la conductividad hidráulica saturada y no saturada de los suelos. *Venezuelos*, 14(1), 7–22.
- Gadotti, M. (2016). Educación popular y economía solidaria (Universidad Nacional de General Sarmiento (ed.); 1a ed.).
- Gaspari, F. J., Rodríguez, V. A. M., & Senisterra, G. E., Delgado, M. I., Besteiro, S. I. (2013). Elementos metodológicos para el manejo de cuencas hidrográficas *Libros de Cátedra (U. de La Plata (ed.); Primera)*. www.editorial.unlp.edu.ar

- Geilfus, F. (2005). 80 herramientas para el desarrollo participativo : diagnóstico, planificación, monitoreo y evaluación (I. I. de C. para la A. (IICA) (ed.)). IICA].
- Gómez, G. J. C. (2013). Manual de prácticas de campo y del laboratorio de suelos.
- Gutiérrez, H. J. E. (2013). Manejo integral de cuencas, imprescindible para la gestión territorial (U. N. A. de México (ed.)). Boletín UNAM-DGCS-459 30 de julio de 2013. https://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2013_459.html
- Hernández S. R., Fernández, C. C., Baptista, L. P. (2006). Metodología de la investigación (M. Graw-Hill (ed.); Cuarta Edi). Mc Graw-Hill Interamericana.
- Ibañez, A.S., Moreno, R. H., Blanquer, J. M. (2010). Características del infiltrómetro de doble anillo (anillos de Munz).
- INEGI. (2016). Principales resultados de la Encuesta Intercensal 2015 Oaxaca. http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825078966.pdf
- Jiménez, F. (2010). Introducción al manejo, gestión y cogestión de cuencas hidrográficas.
- Leff, E. (2004). Racionalidad ambiental. La reapropiación social de la naturaleza (S. XXI (ed.); Primera).
- Ley Agraria, 55 (2018).
- Ley de la Economía Social y Solidaria, Reglamentaria del Párrafo Octavo del Artículo 25 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, 23 (2019).
- López, B. W. (2014). ANálisis del manejo de cuencas como herramienta para el aprovechamiento sustentable de recursos naturales. Revista Chapingo Serie Zonas Áridas, XIII(2), 39–45. <https://doi.org/10.5154/r.rchsza.2012.06.017>
- Lorenzo, M. H. (2016). Intercepción de agua de lluvia por la vegetación arbórea en San Andrés Ixtlahuaca, Oaxaca. Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca.
- Margoluis, R., & Salafsky, N. (1998). Measures of success : designing, managing, and monitoring conservation and development projects. Island Press.
- Matus, O., Faustino, J. y Jiménez, F. (2009). Guía para la identificación participativa de zonas con potencial de recarga hídrica Aplicación práctica en la subcuenca del río Jucuapa, Nicaragua (Boletín técnico No. 38; Serie Técnica). www.catie.ac.cr

- Mendez, W., Pacheco, H., Cartaya, S., Marcano, A., & León, C. (2015). Caracterización hidroclimatológica y morfométrica de la cuenca del río San Julián (estado Vargas, Venezuela): aportes para la evaluación de la amenaza hidrogeomorfológica. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 24(2), 133–156. <https://doi.org/10.15446/rcdg.v24n2.50213>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MINIAMBIENTE). (2018). Guía metodológica para la formulación de los planes de manejo ambiental de microcuencas-PMAM. www.minambiente.gov.co
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, D. de G. I. de R. H. (2013). Guía técnica para la formulación de los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas Versión 1.0.
- Naciones Unidas. (2015). Agua para un Mundo Sostenible. Informe de Las Naciones Unidas Sobre Los Recursos Hídricos En El Mundo 2015, 1–8.
- Naturales, S. de M. A. y R. (2020, July 7). Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2020-2024. DOF, 1–63.
- Peñuela, A. L. A., & Carrillo, R. J. j. (n.d.). Definición de zonas de recarga y descarga de agua subterránea a partir de indicadores superficiales: centro-sur de la Mesa Central, México.
- Pineda, R., Patterson, D., Cantoral, E., Amador, A., Urbán, G., Córdova, M., Bustos, D., Sanaphre, L., & Larragivel, V. (2010). Integrated watershed planning for water management in San Miguel Allende, Guanajuato, México. *ASABE - 21st Century Watershed Technology: Improving Water Quality and Environment 2010*, July 2017, 352–359. <https://doi.org/10.13031/2013.29435>
- Rebollo, I. O., Morales, M., G. M. S. (2016). Guía operativa de evaluación de la acción comunitaria.
- Red de Redes de Economía y Alternativa Solidaria REAS. (2011). Carta de Principios de la Economía Solidaria.
- Rodríguez, L. D. M. & P. A. P. (2014). Determination of potential groundwater recharge in guara basin of Cuba. In *Aqua-LAC* (Vol. 6).
- Rofman, A. (2010). La economía solidaria y los desafíos actuales. *Revista de Ciencias Sociales*, 2 (18), 159–175.
- Rosal, C. C. R. (2016). Modelo Planificación Participativa y Gestión Integral Comunitaria del Agua con enfoque de Microcuencas de UICN Ministro de Ambiente y Recursos Naturales de Guatemala conoce El Modelo Planificación

Participativa y Gestión Integral Comunitaria del Agua con.

Rosas-Baños, M. (2012). Economía Ecológica y Solidaria: rumbo a una propuesta teórica integrada que visualice las rutas hacia la transición. In *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica* (Vol. 18).

Rosas, B. M., Santiago, J. M. E. y Juárez, R. L. A. (2014). Economía ecológica y solidaria en el currículo del siglo XXI: el caso de la Maestría en Gestión de Proyectos para el Desarrollo Solidario del IPN. *Revista de Educación Superior*, XLIII (2), 89–112.

Rosas, B. M. y Lara, R. R. (2013). Desarrollo endógeno local sustentable y propiedad común: San Pedro El Alto, México. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 10, 59–80.
<http://revistas.javeriana.edu.co/index.php/desarrolloRural/article/view/6268>

Sánchez, V. A. S., García, N. R. M., Palma, T. A. (2003). La cuenca hidrográfica: unidad básica de planeación y manejo de recursos naturales (C. N. del A. (CONAGUA) Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable (ed.); Primera).

SENER, FIRCO, AFD, T. W. B. (2017). Proyecto Agro-Energía para la Sostenibilidad. Evaluación de Impacto Ambiental.

Soliz, F., & Maldonado, A. (2012). Guía de Metodologías Comunitarias Participativas. In *Repositorio Institucional del Organismo Académico de la Comunidad Andina* (Vol. 5, Issue 5).
http://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/3997/1/Soliz_F-CON008-Guia5.pdf

Unidas, N. (2018). La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe. www.cepal.org/es/suscripciones

Valencia, V. J. C., Díaz, N. J. J., & Vargas, M. L. (2004). La gestión integrada de los recursos hídricos en México: un nuevo paradigma en el manejo del agua. *El Manejo Integral de Cuencas En México*, 213–258.

Velasco, G. L. (2013). San Andres Ixtlahuaca, Centro, Oaxaca. Plan municipal de desarrollo sustentable diagnostico municipal participativo.

Vision, W. (2004). Manual de manejo de cuencas.

World Economic Forum (WEF). (2019). Informe de riesgos mundiales 2019.

ANEXOS

Anexo 1. Cuestionario de diagnóstico.



CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE INVESTIGACIÓN PARA EL
DESARROLLO INTEGRAL REGIONAL IPN UNIDAD OAXACA



Cuestionario de diagnóstico

Objetivo: identificar la importancia del agua y la participación que tendrán de los habitantes de San Andrés Ixtlahuaca en el desarrollo del proyecto de la planificación participativa de la microcuenca río Jalapilla

Localidad: _____ Nombre: _____ Edad: _____
Dirección: _____ Ocupación: _____

Sexo: Hombre Mujer

Preguntas

1. ¿Qué tan importante es el agua en su vida diaria?

Muy importante

Importante

Poco importante

Sin importancia

2. ¿De dónde obtiene el agua que usa diario?

Pozo noria

Red municipal

3. ¿Qué cantidad de agua ocupa diario?

4. ¿Cuántos integrantes son en su familia?

5. ¿Cree que el agua que consume es de buena calidad?

Sí No

6. ¿Quién cree usted que consume más agua?

Riego

Casas habitación

Ayuntamiento

7. ¿Cree usted que podría vivir un día sin agua?

Sí No

8. ¿Alguna vez ha tenido escasez de agua? Si la respuesta es sí, ¿en que año?

Sí No

9. ¿La cantidad de agua que hay ahora es la misma que cuando usted era niño?

Sí No

10. ¿Sabe que hacer para incrementar la cantidad de agua que actualmente se tiene?

Si No

Si su respuesta es sí, mencionar las acciones:

11. ¿Cree importante hacer un estudio sobre el agua?

Si No

12. ¿Estaría dispuesto a participar en pláticas sobre la importancia del agua?

Si No

13. ¿Estaría dispuesto en participar en talleres para identificar la problemática sobre el agua?

Si No

14. ¿Estaría dispuesto a participar en cursos de capacitación sobre el tema agua?

Si No

15. ¿De qué otra manera le gustaría participar?

16. ¿Conoce las actividades que se han realizado para tener más agua?

Si No

17. ¿Cree que estas actividades han ayudado a aumentar la cantidad de agua?

Si No

18. ¿Qué opina sobre la participación de la población en la toma de decisiones sobre temas relacionados con el agua?

19. ¿Conoce el término microcuenca?

20. ¿Existe algún reglamento en la comunidad sobre el uso y consumo de agua?

Anexo 2. Cuestionario de evaluación de impactos.



CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO INTEGRAL REGIONAL UNIDAD OAXACA



CUESTIONARIO DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS EN EL INDIVIDUO

DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Nombre del proyecto: **Alternativas de manejo sustentable para protección de zonas de recarga hídrica dentro de la microcuenca Río Jalapilla, San Andrés Ixtlahuaca, Oaxaca**

Promotor de la acción: **CIIDIR-Oaxaca**

Escala de valoración de 1 a 4 en la cual:

En desacuerdo / No se cumple	Parcialmente de acuerdo/Se cumple, pero insatisfactoriamente	Muy de acuerdo/Se cumple de manera aceptable	Totalmente de acuerdo/Se cumple plenamente	No lo sé / No tengo suficiente información para contestar
1	2	3	4	-

1. Pensando en mi comunidad

- | | 1 | 2 | 3 | 4 | - |
|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| a. Conozco todos los servicios y recursos existentes (*para hacer frente a la situación que quiero solucionar). | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| b. Tengo motivación para conocer, acercarme y participar en lo que hacen las entidades o asociaciones de la comunidad. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| c. Conozco a gente de la comunidad, intento verme con ellos y hacer cosas juntos. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| d. Me relaciono con personas de procedencia y origen diferentes. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Si es posible, justifica las respuestas:

2. Pensando en mí mismo

- | | 1 | 2 | 3 | 4 | - |
|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| a. Tengo una percepción positiva de mí mismo. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| b. Tengo capacidad para tomar decisiones por mí mismo. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| c. Tengo opinión o criterio propio. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| d. Sé cómo buscar información o a dónde dirigirme cuando tengo que solucionar algo. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| e. Tengo motivación para hacer cosas con los demás, organizarme para mejorar mi realidad social o entorno. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |



CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO INTEGRAL REGIONAL UNIDAD OAXACA



- f. Me siento capaz de hacer frente a las situaciones de conflicto en las que me veo involucrado.
- g. Me siento capaz de hacer frente a las dificultades que se me plantean.
- h. Me siento capaz de relacionarme con personas que no son de mi círculo familiar o amistades cercanas.
- i. Me siento capaz de hacer cosas con éxito junto a otras personas que no son de mi círculo familiar cercano.

Escala de valoración de 1 a 5 en la cual:

Se ha reducido bastante	Se ha reducido un poco	Se ha quedado igual	Ha aumentado	Ha aumentado mucho
1	2	3	4	5

3. Después de haber participado en la acción comunitaria, indica si se han dado cambios en las frases valoradas anteriormente

- | | 1 | 2 | 3 | 4 | - |
|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1a. Conozco todos los servicios y recursos existentes. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 1b. Tengo motivación para conocer, acercarme y participar... | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 1c. Conozco a gente del barrio, intento quedar con ellos y hacer cosas... | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 1d. Me relaciono con personas de procedencia y origen diferentes... | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 2a. ... percepción positiva de mí mismo. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 2b. ... capacidad para tomar decisiones por mí mismo. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 2c. ... criterio propio. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 2d. ... saber cómo buscar información y dónde dirigirme. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 2e. ... motivación para hacer cosas con otros. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 2f. ... hacer frente a situaciones de conflicto. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 2g. ... hacer frente a las dificultades que se me plantean. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 2h. ... relacionarme con personas que no son de mi círculo. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 2i. ... hacer cosas con éxito junto a personas que no son de mi círculo. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Por último, responde a la pregunta siguiente:

4. Después de participar en la acción comunitaria, ¿mi calidad de vida ha cambiado?

La calidad de vida tiene muchas dimensiones: salud, emocional, condiciones económicas, acceso a recursos y servicios, etc. (decir que ha mejorado sería el equivalente a decir que han cambiado cosas que te facilitan el día a día, y decir que ha empeorado sería decir que han cambiado cosas que te dificultan el día a día).

- Sí, ha mejorado mucho Sí, ha mejorado No, todo está igual Sí, ha empeorado

En caso de cambio, justifica la respuesta identificando en qué dimensiones se han dado (salud, emocional, condiciones económicas, acceso a recursos y servicios...) y, si es posible, indica por qué participar en la acción comunitaria ha sido determinante.



CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO INTEGRAL REGIONAL UNIDAD OAXACA

CUESTIONARIO DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS EN EL GRUPO



DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Nombre del proyecto: Alternativas de manejo sustentable para protección de zonas de recarga hídrica dentro de la microcuenca Río Jalapilla, San Andrés Ixtlahuaca, Oaxaca

Promotor de la acción: CIIDIR-Oaxaca

Composición del grupo (inclusión y diversidad)

1. ¿Cuánto tiempo hace que participas en el grupo? *(Indica mes y año)*
2. Participo en el grupo de la siguiente manera: *(Marca con una X, posibilidad de respuesta múltiple)*
 - Como miembro del grupo impulsor, motor o secretariado (es decir, del grupo más reducido donde se planifican las sesiones de trabajo, se preparan las reuniones para el grupo grande, etc.).
 - Como participante en las reuniones generales del grupo (en el que se organizan las actividades, etc.).
 - Asistiendo y asumiendo tareas para organizar actividades.
 - Asistiendo a las actividades que organiza el grupo.
3. En relación a mi perfil como participante: *(Seleccionar una única opción)*
 - Participo como vecino a título individual o como persona interesada o afectada.
 - Participo como representante de una entidad o asociación.
 - Participo como profesional de un servicio.
 - Otros (indícalo):
4. Participo en este grupo porque... *(Prioriza del 1 al 4, tomando el 1 como el más importante)*
 - Me ayuda a resolver problemas concretos.
 - Me encuentro cómodo y me gusta estar en él.
 - Tengo amigos en el grupo.
 - La actividad que el grupo hace es importante para la sociedad.
5. ¿Cuáles son los objetivos de este grupo? *(Prioriza del 1 al 4, tomando el 1 como el más importante)*
 - Damos apoyo entre las personas que participamos.
 - Organizar actividades o proyectos dirigidos a personas que no participan en el grupo.
 - Aportar ideas profesionales y servicios para contribuir a solucionar determinados problemas o situaciones.
 - Autoorganizar nuestras propias actividades.



CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO INTEGRAL REGIONAL UNIDAD OAXACA



- No tengo claros los objetivos de este grupo.
- ¿Pienzas que hay colectivos que no están lo suficientemente presentes en el grupo y que iría bien que estuvieran? (Selecciona una opción). En caso afirmativo, di cuál (por ejemplo, jóvenes, algunos perfiles profesionales...).
- Sí. Cuáles.

- No.
- No lo sé.

7. ¿En el último año se han incorporado nuevas personas al grupo?
(Si todavía no hace un año de tu participación en el grupo, contesta partiendo del momento en que empezaste a participar)

- Sí. No. No lo sé.

¿Podrías enumerarlas, y en el caso de que pertenezcan a alguna entidad o servicio, indicarlo?

¿Podrías decir cuándo se incorporó la última persona en el grupo?

8. En relación a los participantes en el grupo, consideras que son un grupo:

- Donde todo el mundo es bastante igual.
- Donde hay mucha diferencia y diversidad.
- No lo sé.

¿Qué diferencias identificarías como las más importantes entre los miembros del grupo?

Dinámica cotidiana del grupo

9. ¿Qué cosas hace el grupo? (Selecciona una opción y detalla la respuesta si es necesario)

- Reuniones entre nosotros.
- Reuniones con otros grupos.
- Actividades (enumera algunas):
- Charlas.
- Otros (indícalo):



CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO INTEGRAL REGIONAL UNIDAD OAXACA



10. ¿De quién depende que el grupo se encuentre y perdure en el tiempo?
(Prioriza del 1 al 3, tomando el 1 como el más importante)

- Del trabajo de un profesional de un servicio (servicios sociales, salud...)
- Del trabajo de un profesional que se financia a partir de una subvención o de recursos que destinamos para su contratación.
- De la capacidad de autoorganización, de autoconvocarnos, etc., de las personas que participan.

11. ¿De qué depende, principalmente, el desarrollo de las actividades que organizamos desde el grupo?

- De la financiación pública asumida por un proyecto o servicio de la Administración.
- De la financiación de una subvención o donación que recibimos como grupo o proyecto.
- De nosotros mismos, de los recursos propios que podamos generar los participantes (cuotas, actividades, etc.) o del hecho de que las cosas que hacemos no nos cuesten dinero.

12. El grupo tiene definidos roles o papeles, por ejemplo, secretario, moderador, encargado o responsable, delegado o similares.

- Sí. No. Sin respuesta.

En caso afirmativo, ¿podrías decir cuáles?

Dinamización del grupo

13. ¿Quién dirige o modera normalmente las reuniones del grupo?

- Un profesional.
- Un participante del grupo (siempre el mismo).
- Varios participantes del grupo de manera conjunta (siempre los mismos).
- Diferentes personas del grupo de manera rotativa.

14. ¿El grupo hace reuniones sin que haya siempre un profesional que las dirija?

- No, siempre hay un profesional que dirige la reunión.
- Sí, pero en muy pocos casos.
- Sí, más de la mitad de las reuniones son sin profesional.
- Nunca hay un profesional.



CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO INTEGRAL REGIONAL UNIDAD OAXACA



15. Pensando en tu participación en el grupo. De cada tres reuniones en las que participas, ¿en cuántas das tu opinión?

- En ninguna.
 En una.
 En dos.
 En las tres (todas).

Aparte de hablar, ¿consideras que contribuyes al grupo de otra manera? ¿Cuál?

16. Pensando ahora en las actividades y relaciones que tiene el grupo. En los últimos seis meses...

¿Has participado en reuniones o actividades conjuntas de tu grupo con otros grupos comunitarios?

- No.
 Sí. ¿Cuáles?

¿Se ha informado en las reuniones de tu grupo de las actividades que desarrollan otros grupos comunitarios?

- No.
 Sí. ¿Qué grupos?

¿Ha participado en sus reuniones de grupo alguna persona en representación de otro grupo o colectivo?

- No.
 Sí. ¿Qué grupo?

¿Ha participado en sus reuniones de grupo alguna persona en representación de algún servicio o administración?


- No.
 Sí. ¿Quién?

17. En las reuniones del grupo de los últimos seis meses, ¿se ha tratado alguno de los siguientes temas? (Marca con una X las opciones que correspondan).

- No puedo contestar, mi participación en este periodo ha sido muy irregular.
 El presupuesto o la situación económica del grupo.
 Qué hacer para conseguir que se apunte más gente.
 Qué hacer para coordinarse con otros grupos que también realizan actividades comunitarias?
 No se ha hablado de ninguno de estos temas.

18. En términos generales, valora del 1 al 4 el carácter y el funcionamiento del grupo. Para ello, expresa tu grado de acuerdo con las afirmaciones que encontrarás más abajo:

Escala de valoración de 1 a 4 en la cual:

CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO INTEGRAL REGIONAL UNIDAD OAXACA					
	En desacuerdo/no se cumple	Parcialmente de acuerdo/se cumple, pero insatisfactoriamente	Muy de acuerdo/se cumple de manera aceptable	Totalmente de acuerdo /se cumple plenamente	No lo sé/no tengo suficiente información para contestar
1	2	3	4	-	

- | | 1 | 2 | 3 | 4 | - |
|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 18.1. Es un grupo donde todos los miembros podemos tener un papel y nos sentimos incluidos o integrados, aunque seamos diferentes. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 18.2. Es un grupo reivindicativo (tiene como objetivo principal reclamar a las instituciones o administraciones determinadas mejoras, derechos, etc.). | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 18.3. Es un grupo con capacidad de incidir sobre otros grupos o administraciones. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 18.4. Es un grupo reconocido por otros grupos, instituciones o administraciones (nos invitan a reuniones, nos proponen y consultan cosas, etc.). | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 18.5. Las cosas que se hacen en este grupo se hablan y se deciden entre todos. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 18.6. Todos los integrantes tienen más o menos la misma información sobre los temas que afectan al grupo. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 18.7. La forma de funcionar de este grupo nos hace tener más capacidad de hacer cosas, más capacidad crítica propia, criterio propio, etc. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

19. Una vez al año hacemos una reunión para valorar cómo ha ido todo y hacer propuestas de mejora en relación al funcionamiento del grupo.

Sí. No.

20. Haciendo una valoración general del grupo, en el último año, hemos avanzado en:

Escala de valoración de 1 a 4 en la cual:

En desacuerdo/no se cumple	Parcialmente de acuerdo/se cumple, pero insatisfactoriamente	Muy de acuerdo/se cumple de manera aceptable	Totalmente de acuerdo /se cumple plenamente	No lo sé/no tengo suficiente información para contestar
1	2	3	4	-

- | | 1 | 2 | 3 | 4 | - |
|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 20.1. La consecución de nuestros objetivos como grupo. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 20.2. La incorporación y salida. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 20.3. Funcionamiento democrático del grupo: toma de decisiones, distribución de tareas... | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 20.4. Consolidamos como grupo. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 20.5. Ser reconocidos como interlocutores válidos para otros grupos. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 20.6. Ser reconocidos como interlocutores válidos para la ciudadanía. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 20.7. Ser reconocidos como interlocutores para la Administración. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 20.8. Ser reconocidos como buena práctica. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Justifica las respuestas:

Nota: combinar este cuestionario con el de impactos en el individuo nos puede ayudar a concluir si se trata de un grupo apoderado (con capacidad de incidencia hacia fuera) o de un grupo apoderador (con capacidad para hacer crecer a sus miembros, etc.). Identificar las diferencias en las respuestas entre los diferentes miembros nos puede ayudar a alimentar la reflexión en torno a las dos dimensiones.

Anexo 3. Oficio de aprobación del proyecto.

R Í O A R R O N T E
— F U N D A C I Ó N —

Ciudad de México, a 8 de octubre de 2019.
Ref.No.224-19.

Eleazar Lara Padilla
Secretario Ejecutivo
Comisión de Operación y Fomento de
Actividades Académicas del IPN
P r e s e n t e

Estimado Eleazar:

En atención al proyecto A.398 "Manejo sustentable de los recursos naturales en el Ejido de San Andrés Ixtlahuaca, Oaxaca", que Ud. presentara, me complace comunicarle que, por acuerdo del Comité de Agua de esta Fundación, ha sido aprobado un monto de \$771,600 (Setecientos setenta y un mil seiscientos pesos 00/100 M.N.) para llevarlo a cabo.

Por lo anterior, le solicito de la manera más atenta que establezca contacto lo antes posible con el Mtro. Jorge Basave Castillo Nájera, con el fin de reunir la información y documentación necesarias para suscribir el contrato respectivo.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para saludarle cordialmente.

**Atentamente,
El Director General**

Dr. Javier Moctezuma Barragán

C.c.p.-Lic. Francisco Mayorga Castañeda, Presidente del Comité de Agua.

Anexo 4. Productividad académica

 	<p>El Centro de Educación Continua, Abierta y a Distancia de la Universidad Autónoma "Benito Juárez" de Oaxaca otorga a:</p>
	<p>Sandra Maribel Reyes Macedo</p>
<p>CONSTANCIA</p>	
<p>Por su participación en el curso:</p>	
<p>Economía social y solidaria, conociendo una economía diferente</p>	
<p>Modalidad: En línea, curso masivo y abierto (MooC) Duración: 30 horas</p>	 <p>Dr. Eduardo Carlos Bautista Martínez Rector de la UABJO</p>
<p>Oaxaca de Juárez, Oaxaca; 15 de agosto de 2020</p>	 <p>Mtra. Irma Yolanda Ortiz Acosta Directora del CECAD</p>
<p>www.cecad-uabjo.mx</p>	<p>FOLIO: SEaD-ESS-C0179</p>

<p>XIII Jornadas Politécnicas</p> 	<p>EDUCACIÓN SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA</p>  <p>Instituto Politécnico Nacional "La Técnica al Servicio de la Patria"</p>
	<p>El Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca del Instituto Politécnico Nacional</p>
<p>Otorga la presente</p>	
<p>CONSTANCIA</p>	
<p>A: <u>Sandra Maribel Reyes Macedo</u></p>	
<p>Por su participación como PONENTE en las XIII Jornadas Politécnicas "Hacia la convergencia científica, tecnológica e innovación para el desarrollo regional", con el tema:</p>	
<p>- Identificación de zonas potenciales de recarga hídrica y propuesta de manejo en San Andrés Ixtlahuaca, Oaxaca - de la Línea de Generación y Aplicación del Conocimiento: - Recursos Hídricos -</p>	
<p>Realizadas en modalidad virtual-asincrónica con retroalimentación, los días 19 y 20 de mayo Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, a 20 de mayo de 2020</p>	
<p>"La Técnica al Servicio de la Patria"</p>	
<p>84 ANIVERSARIO</p> 	<p>Firmado digitalmente por Salvador Isidro Belmonte Jiménez Motivo: Estoy aprobando este documento Ubicación: CIDIR Unidad Oaxaca Fecha: 2020.05.20 11:05:03</p> <p>DR. SALVADOR ISIDRO BELMONTE JIMÉNEZ Director</p>
<p>Folio: SSEIS/IDSE/CS/301/2020</p>	

13/6/2020

Documento sin título



LA SECRETARÍA DE BIENESTAR,
A TRAVÉS DEL INSTITUTO NACIONAL DE DESARROLLO SOCIAL
OTORGA LA PRESENTE

CONSTANCIA

A: Sandra Maribel Reyes Macedo

Por haber acreditado el curso a distancia *Diplomado en Gestión Social y Desarrollo Comunitario (constancia provisional)*, impartido del 19 de diciembre de 2019 al 2 de agosto de 2020, con una duración de 120 horas, obteniendo una calificación de 9.12, como parte del Sistema Integral de Capacitación, a través del Subsistema de Capacitación a Distancia.

Ciudad de México, 2020

Lic. Claudia Luengas Escudero
Directora General Adjunta de Capacitación, Profesionalización e Investigación

CARACTERES DE AUTENTICIDAD: CryptuS8486B6fae4047857d055ef19cc30b7789823eb-32386





San Francisco de Campeche, Camp. a 18 de Noviembre de 2020.

ASUNTO: Agradecimiento por su participación.

EST. SANDRA MARIBEL REYES MACEDO
Asistente
Presente

Estimada Srita. Reyes:

En nombre del comité organizador del "*Ier. Foro Mujeres con Vocación Científica*", realizado del 22 al 24 de Septiembre del presente año, bajo la modalidad en línea, manifestamos a Usted nuestro agradecimiento por su presencia y aportaciones a este foro.

Este proyecto realizado con el patrocinio del CONACYT, a través de la convocatoria Fomento a las vocaciones científicas 2020, ha supuesto para todas una valiosa experiencia, al haberse constituido como un evento pionero que busca que jóvenes estudiantes como usted tengan un conocimiento integral del ser y quehacer de una científica y con ello, afianzar su vocación en la ciencia.

Esperamos que los resultados obtenidos en este foro motiven su interés para considerar la ciencia como una opción de vida y que podamos contar con su presencia y colaboración para futuros eventos.

Con sentimiento de aprecio y gratitud.

Atentamente

Dra. Dolores Ofelia Molina Rosales
Responsable Técnica del Proyecto
Investigadora Asociada C
El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Campeche



c.c.p. Archivo

EL COLEGIO DE LA FRONTERA SUR

Campeche – Chetumal - San Cristobal - Tapachula - Villahermosa
Avenida Rancho Polígono 2-A, Ciudad Industrial Lerma, C.P.24500 Campeche, Campeche, México
Tel. (981) 127 3720 www.ecosur.mx

3/10/2020

Certificado Coordinación General de Educación Intercultural y Bilingüe DOPC20064X | MéxicoX

Otorgan la presente CONSTANCIA a

Sandra Maribel Reyes Macedo

por haber concluido el curso masivo abierto en línea

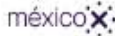
Diseño de proyectos con enfoque intercultural

Impartido por Coordinación General de Educación Intercultural y Bilingüe, a través de la plataforma MéxicoX.

Mtra. Brenda Aide Becerra López
Responsable del área de comunicación en la Dirección de Educación No Formal y Vinculación CGEIB

Este curso no acredita al participante como alumno oficial de la institución que lo imparte. No contiene créditos académicos ni revalidación académica en ninguno de los programas de estudios formales o de extensión.

Coordinación General
@prende.mx





Certifican que

Sandra Maribel Reyes Macedo

ha participado del Seminario

LASERA GUATEMALA 2020

Seminario de la Asociación Latinoamericana de Investigación en la Enseñanza de las Ciencias - LASERA con su presentación titulada

Intervención educativa para fortalecer la cultura ambiental en la gestión de recursos hídricos para los habitantes de San Andrés Ixtlahuaca, Oaxaca

Realizado del 13 al 16 de octubre de 2020, virtualmente en la Sede de Antigua Guatemala, Guatemala.



Dr. Julián Félix Valdez
Comité Organizador LASERA Guatemala 2020



Dr. César Mora Ley
Presidente LASERA





29/11/2020

Certificado Secretaría de Cultura PDPD20043X | MéxicoX



El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, a través
de la Dirección Adjunta de Desarrollo Científico y la
Unidad de Articulación Sectorial y Regional

Otrorgan el presente

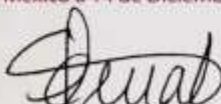
RECONOCIMIENTO

A:

SANDRA MARIBEL REYES MACEDO

Por haber promovido iniciativas solidarias de las comunidades de Ciencias,
Tecnologías, Humanidades e Innovación que contribuyeron a enfrentar la
contingencia del Covid-19 en México.

Ciudad de México a 14 de Diciembre de 2020



Dra. María Elena Álvarez-Buylla Rocés
Directora General



GOBIERNO DE
MÉXICO



CONACYT



2020
UNIVERSAL YEAR

Anexo 4. Portada artículo publicado en revista *Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico de Oaxaca CCCTO*, volumen 4 septiembre 2020.

ISSN: 2594-0171

Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca

ANÁLISIS DE LOS CAMBIOS DE COBERTURA VEGETAL EN LA MICROCUENCA DEL RÍO JALAPILLA, OAXACA

Reyes Macedo Sandra Maribel¹, Ladrón de Guevara Torres María de Los Angeles¹,
Belmonte Jiménez Salvador Isidro¹

¹Instituto Politécnico Nacional (IPN), Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Oaxaca.

Autor para correspondencia: Reyes Macedo Sandra Maribel sreyesml701@alumno.ipn.mx

Resumen

El cambio de uso de suelo es la suma de transiciones físicas asociado a las acciones humanas, aunque estas no son siempre perjudiciales para los ecosistemas. La cuantificación de los cambios de uso del suelo a través de la percepción remota es una forma muy eficaz para analizar estos eventos, esta información es esencial para la selección, planificación y ejecución de planes de manejo de un territorio. Como parte de la planeación participativa del manejo de la microcuenca río Jalapilla se realizó el presente estudio con el objetivo de realizar una evaluación multitemporal de la cobertura vegetal y uso del suelo a través de imágenes satelitales de la microcuenca del río Jalapilla, San Andrés, Ixtlahuaca, Oaxaca, en dos periodos de tiempo, 2001 y 2018. Se realizó la comparación de imágenes de LANDSAT 7 y 8, mediante la técnica de clasificación supervisada, el algoritmo de máxima verosimilitud y la herramienta Land Change Modeler (LCM). Se identificaron seis clases de cobertura, bosque de Pino-encino, bosque de encino, pastizal, agricultura, zona urbana y suelo desnudo. Se encontró que los pastizales aumentaron en aproximadamente 12,867 hectáreas, lo cual se puede deber al pastoreo que se da en la zona, así mismo, un cambio importante fue la transición del bosque de pino encino a bosque de encino. Este estudio servirá de base en la planeación de la microcuenca en estudios posteriores a realizarse en este territorio.

Palabras clave: clasificación supervisada, gestión integrada de cuencas, percepción remota.

Abstract

Land use change is the physical transitions associated with human actions, not always harmful to ecosystems. Quantifying land use changes through remote sensing is a very effective way to analyze these events, since this information is essential for the selection, planning and execution of territory management projects. The objective of this study is to carry out the multi-temporal evaluation of vegetation cover and land use by means of satellite image analysis of the micro-basin of the Jalapilla River, San Andres, Ixtlahuaca, Oaxaca, in 2001 and 2018. Comparison was done by LANDSAT 7 and 8 images, using the supervised classification technique, the maximum likelihood algorithm and the Land Change Modeler tool. Six classes of cover were identified, pine-oak forest, oak forest, grassland, agriculture, urban area and bare soil. It was found that the grasslands increased by approximately 12,867 hectares, which may be due to the grazing that occurs in the area, also, an important change

28