



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

LICENCIATURA EN CIENCIAS AMBIENTALES

Escuela Nacional de Estudios Superiores,
Unidad Morelia

**APLICACIÓN DEL ÍNDICE DE POBREZA
DE AGUA PARTICIPATIVO EN LA REGIÓN
PICO DE TANCÍTARO, MICHOACÁN**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN CIENCIAS AMBIENTALES**

P R E S E N T A

GONZALO ALEJANDRO HERNÁNDEZ AYALA

DIRECTOR DE TESIS: DR. JOSÉ DE JESÚS ALFONSO FUENTES JUNCO

MORELIA, MICHOACÁN

NOVIEMBRE, 2019



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS SUPERIORES, UNIDAD MORELIA
SECRETARÍA GENERAL
SERVICIOS ESCOLARES

MTRA. IVONNE RAMÍREZ WENCE
DIRECTORA
DIRECCIÓN GENERAL DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
PRESENTE

Por medio de la presente me permito informar a usted que en la **sesión ordinaria 07** del **Comité Académico de la Licenciatura en Ciencias Ambientales** de la Escuela Nacional de Estudios Superiores (ENES) Unidad Morelia celebrada el día **12 de agosto del 2019**, acordó poner a su consideración el siguiente jurado para la presentación del Trabajo Profesional del alumno (a) **Gonzalo Alejandro Hernández Ayala** la Licenciatura en **Ciencias Ambientales**, con número de cuenta **413054283**, con el trabajo profesional titulado: "Aplicación del índice de pobreza de agua participativo en la Región Pico de Tancitaro, Michoacán", bajo la dirección como **tutor** del Dr. José de Jesús Alfonso Fuentes Junco.

El jurado queda integrado de la siguiente manera:

Presidente: Mtra. Carla Noemí Suárez Reyes
Vocal: Mtro. José Francisco Sánchez Espinoza
Secretario: Dr. José de Jesús Alfonso Fuentes Junco
Suplente 1: Dra. Adriana Carolina Flores Díaz
Suplente 2: Dra. Marcela Morales Magaña

Sin otro particular, quedo de usted.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Morelia, Michoacán a, 11 de noviembre del 2019.


DR. VÍCTOR HUGO ANAYA MUÑOZ
SECRETARIO GENERAL

AGRADECIMIENTOS INSTITUCIONALES

Gracias al Proyecto PAPIIT No. IA 302116 “*Índice de Pobreza de Agua, Historia Ambiental y Cambio de Uso del Suelo en Áreas Naturales Protegidas de Michoacán*” por la beca recibida durante la realización de esta investigación, así como el apoyo obtenido durante la realización del trabajo de campo.

Agradezco infinitamente a la Universidad Nacional Autónoma de México por haberme brindado una excelente formación académica y los recursos necesarios para concluir esta etapa de mi vida.

Agradezco a la Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad Morelia y el equipo administrativo por el acompañamiento de este proceso.

Agradezco la revisión y paciencia de mi sínodo: Mtra. Carla Suárez, Dra. Adriana Flores, Mtro. Francisco Sánchez y Dra. Marcela Morales por nutrir y complementar esta investigación la cual fue clave para su conclusión.

Agradezco el apoyo inmensurable de mi asesor de tesis el Dr. Jesús Alfonso Fuentes Junco (Chucho) por su paciencia, consejos, amistad y guía de este viaje.

Agradezco a cada una de las localidades que se citan en este trabajo y a las personas que nos brindaron ayuda las cuales fueron clave para realizar esta investigación.

Le agradezco a todos mis compañeros de la Unidad de Planeación y Manejo del Territorio (UPLAMAT) por brindarme un espacio donde trabajar y haber compartido grandes momentos.

AGRADECIMIENTOS PERSONALES

Agradezco a toda mi familia por su amor, paciencia y apoyo quienes me han brindado las herramientas necesarias para lograr cada una de mis metas incluyendo la culminación de esta etapa de mi vida. Agradezco especialmente a mi mamá por siempre alentarme y demostrarme con su ejemplo a ser perseverante y luchar por lo que quiero.

Le agradezco a Vanessa por su amor, por ser una gran persona, por haber pasado grandes momentos juntos y su infinito apoyo que siempre me brinda cuando lo necesito al igual que el haberme escuchado un sinnúmero de veces durante este proceso.

Le agradezco a cada uno de mis amigos de la licenciatura por haber compartido tantos momentos, tantos viajes y anécdotas, y haber crecido junto con ellos quienes seguramente lograran grandes cosas. Me gustaría mencionar a cada uno de ellos pero todos son importantes para mí.

Agradezco también a todos los profesores que fueron parte de mi formación académica y que siempre mostraron interés en sus alumnos.

Le agradezco al “Rainbow team” por la larga amistad, apoyarme siempre y por haber compartido muchos momentos importantes en mi vida. Igualmente a los “Pochis” por su amistad y viajes juntos.

No podían faltar la Sissi, Moka, Bellota y Tzikua por acompañarme en aquellas desveladas que parecían no tener fin.

Resumen

Muchos autores se han referido al problema del agua y su dimensión económica, social y ambiental (UNESCO, 2015; Sophocleous, 2004). Cada año, disminuye la disponibilidad de agua superficial en el mundo y la escasez se relaciona con factores tales como cambio climático, conflictos y competencia, pobreza, desigualdad social, deterioro en la calidad de vida y deterioro ambiental (UNESCO, 2015). Regionalmente, la cuenca del Balsas tiene disponibilidad *Baja* del recurso hídrico y tiende a disminuir aún más por los factores mencionados anteriormente, por lo que es imperativo conocer cuál es la situación de la disponibilidad de agua del Tancítaro. Es clave tomar en cuenta la perspectiva de sus habitantes al ser un foco hídrico importante para las localidades aledañas y las actividades que en ellas se desarrollan como lo es la agricultura principalmente, mediante el Índice de Pobreza de Agua (IPA) (Sullivan, 2002) y su relación con la generación de conflictos potenciales por el agua.

El objetivo de este trabajo es calcular el Índice de Pobreza de Agua Participativo (IPA+) (Sullivan, 2002) y relacionar dicho índice con la construcción de escenarios potenciales de conflicto por el agua, en la Región Pico de Tancítaro (RPT) en donde se ubica también el Área Natural Protegida (ANP) con la categoría de Área de Protección de Flora y Fauna Pico del Tancítaro (APFFPT), en Michoacán, México. Lo anterior, con fines de manejo del recurso hídrico. Dicho índice permite establecer la relación de los distintos factores atribuidos al bienestar hídrico tomando en cuenta 5 componentes: Recurso, Acceso, Capacidad, Uso y Ambiente. Por lo anterior, se trata de un índice multifactorial y multidimensional: es decir, que alude a distintas variables y escalas, haciendolo ideal para establecer pautas de manejo del agua y prevenir la aparición de conflictos por el uso del recurso.

La metodología empleada en esta investigación se basó en dos ejes que permitieron construir un marco participativo del índice de pobreza de agua mediante una valoración participativa y socialmente acertada:

(1) Realización de talleres participativos, con habitantes y actores clave del sitio de estudio y que hacen uso de las distintas fuentes de agua, entrevistas y encuestas a los habitantes, agricultores de aguacate, autoridades y actores clave que permitiera conocer los conflictos potenciales en materia del uso del agua; (2) y calcular el IPA+.

Los resultados obtenidos de las entrevistas y encuestas en la construcción del IPA+, muestran que los usuarios de las fuentes de agua consideran el manejo del territorio y bosques un tema prioritario en función de una mayor cantidad y calidad del recurso hídrico. Así mismo, el 69% de los encuestados afirma no tener suficiente agua para cubrir sus necesidades; y, a pregunta expresa, la población entrevistada prefirió la calidad del agua sobre la cantidad de agua como variable en el uso del agua entre otros resultados.

En relación con los conflictos por el agua entre usuarios y el tipo de organización, se detectaron focos potenciales en las localidades de Santa Ana Zirosto-Nuevo Zirosto, Paso de la Nieve y Angahuan, siendo ésta última la localidad donde se prevé un conflicto mayor y de pronta aparición.

Estos resultados podrán ser aprovechados por las distintas tenencias, encargaturas del orden y mesas de ejidos y comunidades para el manejo futuro del agua, siendo ésta la principal aportación del trabajo, ya que los resultados y conclusiones serán comunicados a los habitantes en talleres participativos y en un formato adecuado para estos actores.

Abstract

Many authors have referred to the problem of water and its economic, social and environmental dimension (UNESCO, 2015; Sophocleous, 2004). Each year, the availability of surface water in the world decreases and the scarcity is related to factors such as climate change, conflicts and competition, poverty, social inequality, deterioration in the quality of life and environmental deterioration (UNESCO, 2015). Regionally, the Balsas basin has low availability of water resources and tends to decrease even more due to the factors mentioned above, so it is imperative to know what the situation of the water availability of the Tancítaro is. It is key to take into account the perspective of its inhabitants as it is an important water focus for nearby towns and the activities that are developed in them such as agriculture, mainly through the Water Poverty Index (Sullivan, 2002) and its relationship with the generation of potential conflicts over water.

The objective of this work is to calculate the Participatory Water Poverty Index (WPI+) (Sullivan, 2002) and relate this index to the construction of potential scenarios of water conflict, in the Tancítaro Peak Region (RPT) where It also locates the Protected Natural Area (PNA) with the category of Protection Area of Flora and Fauna Pico del Tancítaro (PAFFPT), in Michoacán, Mexico. The above, for the purpose of water resource management. This index allows establishing the relationship of the different factors attributed to water wellbeing taking into account 5 components: Resource, Access, Capacity, Use and Environment. Therefore, it is a multifactorial and multidimensional index: that is, it refers to different variables and scales, making it ideal for establishing water management guidelines and preventing the occurrence of conflicts over the use of the resource.

The methodology used in this research was based on two axes that allowed the construction of a participatory framework of the water poverty index through a participatory and socially accurate assessment: (1) Conduct of participatory workshops, with inhabitants and key actors of the study site and that make use of the different water sources, interviews and surveys of the inhabitants, avocado farmers, authorities and key actors that would allow to know the potential conflicts in water use matter; (2) and calculate the WPI+.

The results obtained from the interviews and surveys in the construction of the WPI+, show that the users of the water sources consider the management of the territory and forests a priority issue based on a greater quantity and quality of the water resource. Likewise, 69% of respondents say they do not have enough water to meet their needs; and, as an express question, the population interviewed preferred water quality over the amount of water as a variable in water use among other results.

In relation to water conflicts between users and the type of organization, potential outbreaks were detected in the towns of Santa Ana Zirosto-Nuevo Zirosto, Paso de la Nieve and Angahuan, the latter being the location where a major conflict is expected and of prompt appearance.

These results may be used by the different tenures, law enforcement agencies and ejido tables and communities for future water management, this being the main contribution of the work, since the results and conclusions will be communicated to the inhabitants in participatory workshops and in a suitable format for these actors.

ÍNDICE

Agradecimientos	
Resumen.....	5
Abstract.....	7
1. Capítulo I: Introducción	
1.1. Introducción.....	16
1.2. El agua como elemento clave para el bienestar.....	18
1.3. Justificación.....	22
1.4. Preguntas de investigación.....	23
1.5. Objetivos.....	23
1.5.1. Objetivo general.....	23
1.5.2. Objetivos específicos.....	23
2. Capítulo II: Marco teórico-conceptual	
2.1. Contexto general del agua en México.....	24
2.2. Gobernanza del agua en México.....	26
2.3. El agua en el contexto rural.....	30
2.4. El Índice de Pobreza de Agua (IPA).....	31
2.4.1. Marco conceptual del Índice de Pobreza de Agua (IPA).....	33
2.4.2. Índice de Pobreza de Agua Participativo (IPA+).....	35
2.5. Investigación Acción Participativa (IAP).....	36
3. Capítulo III: Sitio de estudio	
3.1. Estratovolcán Pico de Tancítaro.....	37
3.1.1. Clima.....	40
3.1.2. Vegetación.....	41
3.1.3. Fauna.....	42
3.1.4. Hidrología.....	43
3.1.5. Contexto socioeconómico.....	45
4. Capítulo IV: Materiales y métodos	
4.1. Fuentes de información.....	46
4.2. Observación.....	46
4.3. Talleres participativos.....	47
4.3.1. Manejo del agua.....	47
4.3.2. Cambio de uso de suelo.....	49
4.3.3. Historia ambiental.....	49
4.4. Encuestas.....	50
4.5. Entrevistas.....	50

4.6. Monitoreo de calidad de agua.....	51
4.7. Construcción del Índice de Pobreza de Agua Participativo (IPA+).....	52
4.7.1. Componente Recurso.....	53
4.7.1.1. Subcomponente “R1”: Conocimiento de la precipitación media anual.....	53
4.7.1.2. Subcomponente “R2”: Evaluación cuantitativa de los recursos hídricos.....	54
4.7.1.3. Subcomponente “R3”: Conocimiento de la calidad de agua.....	55
4.7.2. Componente Acceso.....	57
4.7.2.1. Subcomponente “A1”: Acceso al agua potable limpia.....	58
4.7.2.2. Subcomponente “A2”: Ausencia de conflictos por el acceso al agua.....	58
4.7.2.3. Subcomponente “A3”: Acceso a una sanidad adecuada.....	58
4.7.3. Componente Capacidad.....	59
4.7.3.1. Subcomponente “C1”: Organización sobre el manejo del agua.....	59
4.7.3.2. Subcomponente “C2”: Escolaridad.....	59
4.7.3.3. Subcomponente “C3”: Alfabetización.....	59
4.7.3.4. Subcomponente “C4”: Herramientas de trabajo para mantenimiento de fuentes y redes de agua.....	60
4.7.4. Componente Uso.....	60
4.7.4.1. Subcomponente “U1”: Uso doméstico del agua.....	60
4.7.4.2. Subcomponente “U2”: Uso agrícola del agua.....	61
4.6.5. Componente Ambiente (Environment).....	61
4.6.5.1. Subcomponente “E1”: Cobertura forestal.....	61
4.6.5.2. Subcomponente “E2”: Uso de recursos naturales.....	62
4.6.5.3. Subcomponente “E3”: Existencia de reforestaciones.....	62
4.7. Asignación de pesos para el IPA+.....	62

5. Capítulo V: Resultados

5.1. Índice de Pobreza de Agua Participativo (IPA+).....	65
5.2. Componente Recurso.....	65
5.2.1. Subcomponente “R1”: Conocimiento de la precipitación media anual.....	65
5.2.2. Subcomponente “R2”: Evaluación cuantitativa de los recursos hídricos.....	66
5.2.3. Subcomponente “R3”: Conocimiento de la calidad de agua.....	67
5.2.4. Valor para el Componente Recurso.....	68

5.3.Componente Acceso.....	70
5.3.1. Subcomponente “A1”: Acceso al agua potable limpia.....	70
5.3.2. Subcomponente “A2”: Ausencia de conflictos por el acceso al agua.....	70
5.3.3. Subcomponente “A3”: Acceso a una sanidad adecuada.....	72
5.3.4. Valor para el Componente Acceso.....	72
5.4.Componente Capacidad.....	73
5.4.1. Subcomponente “C1”: Organización para el manejo del agua.....	73
5.4.2. Subcomponente “C2”: Escolaridad.....	75
5.4.3. Subcomponente “C3”: Alfabetización.....	75
5.4.4. Subcomponente “C4”: Herramientas de trabajo para mantenimiento de fuentes de agua y redes de agua por localidad.....	76
5.4.5. Valor para el Componente Capacidad.....	76
5.5.Componente Uso.....	78
5.5.1. Subcomponente “U1”: Uso doméstico del agua.....	78
5.5.2. Subcomponente “U2”: Uso agrícola del agua.....	79
5.5.3. Valor para el Componente Uso.....	80
5.6.Componente Ambiente (Environment).....	81
5.6.1. Subcomponente “E1”: Cobertura forestal.....	81
5.6.2. Subcomponente “E2”: Uso de recursos naturales.....	82
5.6.3. Subcomponente “E3”: Existencia de reforestaciones.....	83
5.6.4. Valor para el Componente Ambiente (Environment).....	83
5.7.Valor del Índice de Pobreza de Agua Participativo por localidad en la Región Pico de Tancítaro.....	85
5.7.1. IPA+ para la localidad de Angahuan.....	86
5.7.2. IPA+ para la localidad de Santa Ana Zirosto.....	87
5.7.3. IPA+ para la localidad de Tancítaro.....	88
5.7.4. IPA+ para la localidad de Paso de la Nieve.....	89
5.8.Comparación del IPA+ para las localidades analizadas de la Región Pico de Tancítaro.....	90

6. Capítulo VI: Discusión, conclusiones y recomendaciones

6.1. Utilidad del IPA+.....	93
6.2. El IPA+ para localidades en la Región Pico de Tancítaro, Michoacán.....	94
6.3. Metodología participativa.....	94
6.4. Fortalezas y debilidades del IPA+.....	95
6.4.1. Fortalezas.....	95
6.4.2. Debilidades.....	96
6.5. ¿Falta de agua o problema de manejo del agua?.....	96
6.6. Conclusiones.....	98
6.7. Recomendaciones.....	103
6.8. Bibliografía.....	105
6.9. Anexos.....	109

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Disponibilidad de agua dulce en el mundo.....	18
Figura 2. Regiones hidrológicas en México.....	24
Figura 3. Localización geográfica de la Región Pico de Tancítaro, Michoacán.....	37
Figura 4. Zonificación del Área de Protección de Flora y Fauna Pico de Tancítaro (APFFPT).....	38
Figura 5. Ubicación de los manantiales monitoreados.....	39
Figura 6. Metodología empleada para la elaboración del IPA+.....	52
Figura 7. Componente Recurso.....	69
Figura 8. Componente Acceso.....	73
Figura 9. Componente Capacidad.....	77
Figura 10. Subcomponente “U1”: Uso doméstico del agua.....	80
Figura 11. Subcomponente “U2”: Uso agrícola del agua.....	81
Figura 12. Componente Ambiente (Environment).....	84
Figura 13. IPA+ para la localidad de Angahuan.....	86
Figura 14. IPA+ para la localidad de Santa Ana Zirosto.....	87
Figura 15. IPA+ para la localidad de Tancítaro.....	88
Figura 16. IPA+ para la localidad de Paso de la Nieve.....	89
Figura 17. Comparación del IPA+ entre localidades de la Región Pico de Tancítaro.....	90

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Tipos y características climáticas presentes en la RPT.....	40
Cuadro 2. Tipos de cubierta vegetal en el APFFPT.....	41
Cuadro 3. Matriz del Índice de Pobreza de Agua Participativo (IPA+).....	48
Cuadro 4. Número de encuestas aplicadas por localidad.....	50
Cuadro 5. Actores por localidad que inciden en el manejo del agua.....	51
Cuadro 6. Clasificación del índice de aridez de Martonne en el IPA+.....	54
Cuadro 7. Clasificación del ICA propuesto por Brown.....	57
Cuadro 8. Priorización de componentes del IPA+ por localidad.	63
Cuadro 9. Valor normalizado por componente del IPA+ por localidad.....	64
Cuadro 10. Índice de aridez de Martonne en el IPA+ para la Región Pico de Tancítaro....	65
Cuadro 11. Índice de aridez de Martonne en el IPA+ por estación climatológica para la Región Pico de Tancítaro.	66
Cuadro 12. Subcomponente “R2”: Evaluación cuantitativa de los recursos hídricos.....	67
Cuadro 13. Valores del índice de calidad de agua por localidad.....	68
Cuadro 14. Subcomponente “A1”: Acceso al agua potable limpia.....	70
Cuadro 15. Subcomponente “A3”: Acceso a una sanidad adecuada.....	72
Cuadro 16. Subcomponente “C2”: Escolaridad.....	75
Cuadro 17. Subcomponente “C3”: Alfabetización.....	75
Cuadro 18. Herramientas de trabajo para mantenimiento de fuentes y redes de agua por localidad.....	76
Cuadro 19. Subcomponente “U1”: Uso doméstico del agua.....	78
Cuadro 20. Porcentaje total de superficie del territorio por tipo de vegetación en la Región Pico de Tancítaro.....	81
Cuadro 21. Subcomponente “E2” por localidad dentro de la Región Pico de Tancítaro....	82
Cuadro 22. Subcomponente “E3”: Existencia de reforestaciones por localidad dentro de la Región Pico de Tancítaro.....	83
Cuadro 23. Comparación entre localidades por componente del IPA+.....	92

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Lista de asistencia de los talleres participativos.....	109
Anexo 2: Matriz del IPA+.....	110
Anexo 3: Mapa participativo.....	111
Anexo 4: Línea del tiempo.....	111
Anexo 5: Encuesta semiestructurada	112
Anexo 6: Entrevista semiestructurada.....	114
Anexo 7: Cálculo del IPA+.....	117
Anexo 8: Estudio de análisis físico-químico y bacteriológico.....	121

1.1. INTRODUCCIÓN

La crisis mundial del agua es sin duda uno de los principales problemas en la actualidad. El agua representa uno de los recursos naturales más importantes y preciados, ya que, sin este líquido la vida como la conocemos no existiría. De igual forma, es la fuente de vida del planeta por el vital papel que desempeña en los procesos humanos y biogeoquímicos de los ecosistemas. El agua al ser un recurso indispensable dentro de cualquier escala; desde lo global, hasta lo local, es un recurso que se ve inmerso en las múltiples dimensiones que abarca lo económico, lo social y lo ecológico (Biswas, 2015).

Es tan grande la importancia de los recursos hídricos a nivel mundial, que por mencionar un ejemplo, el documento de la agenda 21 (Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, 1992) celebrado en Río de Janeiro, Brasil en 1992, integra la “Sección II. Conservación y gestión de los recursos para el desarrollo” dentro del cual se encuentra el capítulo denominado: “Protección de la calidad y el suministro de los recursos de agua dulce: aplicación de criterios integrados para el aprovechamiento, ordenación y uso de los recursos de agua dulce”. Dentro de dicho capítulo se encuentra de manera textual lo siguiente:

“La escasez generalizada de recursos de agua dulce, su destrucción gradual y su creciente contaminación, así como la implantación progresiva de actividades incompatibles en muchas regiones del mundo, exigen una planificación y una ordenación integradas de los recursos hídricos. Esa integración ha de abarcar todos los tipos de masas interrelacionadas de agua dulce, tanto las aguas superficiales como las subterráneas, y ha de tener debidamente en cuenta los aspectos de la cantidad y calidad del agua.”

Los objetivos de la Agenda 21 son la implementación de estrategias para lograr la sostenibilidad medioambiental, la justicia social y el equilibrio económico con el fin de mejorar la calidad humana y del medio ambiente ante el cambio climático y sus efectos.

Más recientemente, se desarrolló a nivel global un nuevo marco de trabajo entre los miembros pertenecientes a la Organización de las Naciones Unidas (ONU) y en el 2015 fue aprobado el documento llamado “Transformar Nuestro Mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible”.

La agenda 2030 se compone de 17 Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS) y 169 metas con el fin de atender las causas estructurales de problemas relacionados con pobreza, justicia, equidad y el cambio climático global entre otros.

Esta importante agenda sirve como plataforma de lanzamiento para la acción de la comunidad internacional, los gobiernos, así como organismos de la sociedad civil, academia y el sector privado, con el fin de hacer frente a los tres elementos interconectados del desarrollo sostenible: crecimiento económico, inclusión social y sostenibilidad ambiental.

El cambio climático ha sido un factor determinante en la repercusión de las condiciones climáticas generando cambios en los procesos ecológicos. Por mencionar un ejemplo, el ciclo del agua se ve afectado por cambios en los patrones de precipitación provocando un desfase de las temporadas de lluvias.

En base a lo anterior, el cambio climático ha demostrado tener afectaciones en el ciclo hidrológico en relación con la cantidad, calidad, demanda y oferta, y por ende, con su disponibilidad (Kundzewicz & Somlyódy, 1997). En consecuencia, ha tenido grandes afectaciones en la disponibilidad, calidad y cantidad de agua superficial y agua subterránea, así como en los distintos aprovechamientos que se le da al agua (Chang *et al.*, 1992).

De acuerdo con la clasificación de Shiklomanov (2001), la superficie total de agua se compone en su mayoría de agua salada con un 98.5% y únicamente 2.5% de agua dulce; de esa mínima cantidad de agua, la mayor parte se concentra en glaciares y cobertura de nieve permanente con un 68.9%, las aguas subterráneas con un 29.9%, humedad y otros tipos de almacenes con el 0.9% y únicamente el 0.3% de agua dulce se encuentra en lagos y ríos de la cual es la única renovable y en su mayoría aprovechada por los humanos (Figura 1).

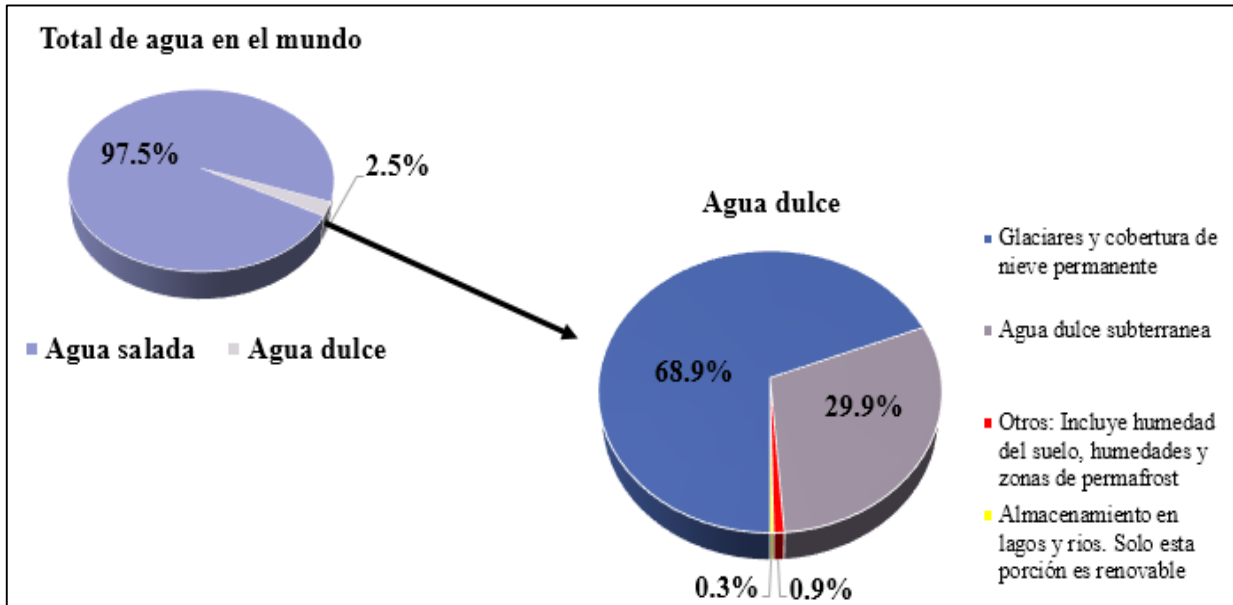


Figura 1. Disponibilidad de agua dulce en el mundo (Adaptado de Shiklomanov, 2001).

1.2. El agua como elemento clave para el bienestar

El agua es un recurso indispensable para el desarrollo de la vida y para el funcionamiento de los ecosistemas de los cuales, los seres humanos sacamos provecho para satisfacer nuestras necesidades básicas de consumo. De igual forma, los distintos cuerpos de agua tales como ríos, lagos y mares configuran el territorio y por ende, los asentamientos humanos y sus vías de comunicación y transporte los cuales están vinculados al desarrollo de poblaciones humanas. Por otro lado, existe también la relación inversa; es decir, los asentamientos humanos configuran también los cuerpos de agua de acorde a las necesidades de las poblaciones en función de su crecimiento (Bermúdez, 2010).

El recurso hídrico desempeña un papel importante para los seres humanos principalmente para su consumo doméstico, desarrollo de actividades agrícolas e industriales las cuales tienen una fuerte implicación socio-económica, pero también, para el funcionamiento y mantenimiento de los ecosistemas naturales y su biodiversidad.

Por tanto, el agua es un recurso que cumple distintas funciones, tanto para la sociedad (consumo humano, producción agrícola, industrial, energía) como para la naturaleza, siendo un bien único e insustituible (SEMARNAT, 2012).

Sin embargo, el incremento de la población a nivel mundial ha llevado a la necesidad de producir cada vez más alimento y energía, así como de una mayor disponibilidad y acceso de agua potable para satisfacer las necesidades actuales de la población mundial.

Hoy, en pleno siglo XXI, dicha situación no ha cambiado, puesto que se mantiene una dependencia absoluta del agua: el 70% de su uso está destinado a actividades agrícolas y el resto para actividades industriales y consumo doméstico. Cabe mencionar que el sitio de estudio donde se llevó a cabo esta investigación la cual se conoce como la Región Pico de Tancítaro, es una de las zonas más importantes de producción de aguacate en México.

A pesar de los grandes avances tecnológicos, la realidad muestra que más de 880 millones de personas no disponen de un acceso adecuado al agua y más de 2,600 no acceden a los sistemas de saneamiento básico (Joint Monitoring Program, 2010).

Según el informe del Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés) (2014), para el año 2050 el sector agrícola necesitará producir 60% más alimento a nivel global; por lo que la demanda y uso de agua se intensificará aún más para poder satisfacer las necesidades de la población. En cuanto a energía, se estima que también haya un incremento considerable del 400% en el sector industrial del 2000 al 2050, lo cual podría tener afectaciones en la cantidad de agua destinada para uso doméstico y por ende satisfacer las necesidades básicas de consumo per cápita.

En base a lo anterior, no únicamente seguirá existiendo una sobreexplotación del recurso hídrico, sino que además, mucho del alimento producido provendrá de cultivos que requerirán insumos tales como herbicidas, plaguicidas, fertilizantes y otras sustancias dañinas capaces de infiltrarse en el subsuelo y por ende en las aguas subterráneas. El modelo actual de producción de alimento en el campo tiene implicaciones a nivel ecológico debido a la sobreexplotación del recurso y la contaminación de los mismos, así como en la salud humana por el consumo de agua de fuentes contaminadas (Postel, 1997).

Por otro lado, la temática referente al agua se ha centrado principalmente en las necesidades humanas, sin embargo, es importante destacar la importancia que tiene el agua para garantizar la función y mantenimiento de los ecosistemas naturales y su biodiversidad. Sin el recurso hídrico, es difícil pensar cómo los ecosistemas y sus componentes podrían mantenerse y por ende, satisfacer las necesidades humanas a partir de los bienes y servicios que nos proveen. (Bennett & Balvanera, 2007).

En resumen, la situación actual en torno al agua abarca problemáticas sociales y ambientales aludiendo a temas con un alto nivel de complejidad, lo cual requiere de estudios que permitan entender el uso, manejo, aprovechamiento, acceso y conservación que realizan los seres humanos desde un nivel local, hasta global. Teniendo esto en cuenta, sería posible generar información que permita la implementación de programas de manejo integrado del agua los cuales puedan satisfacer las necesidades actuales y futuras en torno a los grandes sectores en el que el recurso hídrico se ve involucrado.

Desde los años 70s la necesidad de evaluar los recursos hídricos ha sido reconocida como un tema de suma importancia para estimar el suministro de agua a diferentes escalas; desde lo global hasta local.

Uno de los trabajos más reconocidos en cuestiones de evaluación de los recursos hídricos y pionero para la realización de índices que permitan estimar la cantidad de agua, es aquel realizado por Shiklomanov *et al.*, (1997) publicado por el Instituto de Medio Ambiente de Estocolmo en el mismo año.

Este trabajo toma en cuenta principalmente la cantidad de agua obtenida a través de la escorrentía anual, estaciones meteorológicas y agua importada y/o exportada para la obtención de una estimación total de agua a escala nacional. Posteriormente, el trabajo realizado por Meigh, McKenzie, y Sene (1999), propone un índice que toma en cuenta factores humanos con respecto al suministro de agua, agricultura e industria.

Sin embargo, la importancia de calcular la cantidad de recursos hídricos con respecto a la necesidad de las poblaciones humanas fue descrita con un mayor enfoque en el estudio realizado por Falkenmark y Lindh (1974).

Posteriormente, Leif Ohlsson (2000) propone una evaluación de los recursos hídricos de manera más holística al ligar factores físicos del agua y factores sociales. Este trabajo incluye una metodología que intenta estimar el agua renovable disponible ligada a la capacidad adaptativa a través del uso del Índice de Desarrollo Humano (IDH)¹ para crear a lo que este autor se refiere como el Índice de estrés hídrico social.

Los trabajos anteriormente mencionados han dado pauta al desarrollo de índices con un enfoque más holístico al ser el agua un tema transversal que no puede ser abarcado únicamente desde los factores físicos, sino que también, tienen que tomarse en cuenta factores sociales que componen el manejo y aprovechamiento del agua y juegan un papel importante en la cantidad y calidad de la misma.

El desarrollo del Índice de Pobreza de Agua (IPA) surge a partir de la necesidad de vincular aspectos sociales, económicos, ambientales y físicos entorno al agua para determinar el estado actual en una zona e identificar las causas que pueden estar generando o incrementando la escasez a partir del tipo de manejo y aprovechamiento a diferentes escalas, desde lo global hasta lo local.

1

El IDH se creó para enfatizar que las personas y sus capacidades deben ser los criterios finales para evaluar el desarrollo de un país, no solo el crecimiento económico. El IDH también se puede usar para cuestionar las opciones de políticas nacionales, y cómo dos países con el mismo nivel de INB per cápita pueden terminar con diferentes resultados de desarrollo humano. Estos contrastes pueden estimular el debate sobre las prioridades políticas del gobierno. El Índice de Desarrollo Humano (IDH) es una medida resumida del rendimiento promedio en dimensiones clave del desarrollo humano: una vida larga y saludable, tener conocimiento y tener un nivel de vida digno. El IDH es la media geométrica de los índices normalizados para cada una de las tres dimensiones.

1.3. JUSTIFICACIÓN

La Región Pico de Tancítaro es un foco importante de agua para Michoacán y esencial para el crecimiento de las poblaciones aledañas donde su principal actividad es la agricultura específicamente el cultivo de aguacate. En base a lo anterior, es de suma importancia identificar las dinámicas socioambientales en las que el agua se ve inmersa; es decir, aquellas relaciones humano-naturaleza que estén generando cambios en la dinámica de los recursos hídricos en función de su disponibilidad y calidad.

El Índice de Pobreza de Agua (IPA) es una herramienta interdisciplinaria que permite identificar y describir de manera general el estado socioambiental del sitio de estudio entorno al recurso hídrico.

La presente investigación tiene como objetivo el generar un diagnóstico general entorno a los recursos hídricos con un enfoque participativo que refleje el tipo de manejo del agua, usos del agua, acceso a las fuentes de agua, la capacidad de las personas para la gestión del agua, y la calidad del ambiente en función de una buena calidad y cantidad de la misma.

El trabajo pretende aplicar un enfoque participativo que trate de reflejar la realidad y problemáticas entorno al agua de acuerdo con los habitantes de las distintas localidades analizadas. Es importante mencionar que el Índice de Pobreza de Agua Participativo (IPA+) tiene la capacidad de identificar las fortalezas y debilidades en torno a los recursos hídricos de un sitio específico para posteriormente proponer estrategias que ayuden a mitigare el impacto sobre los recursos hídricos.

Por ende, se pretende generar datos que puedan ser relevantes para la modificación o creación de un programa de manejo del recurso hídrico de la zona para un mejor aprovechamiento, distribución, uso y conservación con el fin de mejorar las condiciones socioambientales en torno al agua.

1.4. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

¿Cuáles son los componentes que, en el caso de la Región Pico de Tancítaro, tienen mayor importancia y prioridad desde la percepción de los usuarios para el manejo del agua?

¿Cuáles son las diferencias y bondades de utilizar el IPA e IPA+?

¿Cuáles son las causas que, en el caso de la Región Pico de Tancítaro, causan un mal manejo del agua?

¿La baja disponibilidad de agua para la Región Pico de Tancítaro es provocada por un mal manejo o una baja disponibilidad del recurso?

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. General

Generar y aplicar el Índice de Pobreza de Agua Participativo (IPA+) en la Región Pico de Tancítaro.

1.5.2. Específicos

1. Obtener los componentes del IPA+ con base en las características socioambientales y las particularidades desde la percepción de los habitantes de la zona.
2. Establecer los pesos por componente del IPA+ acorde a las prioridades de las localidades basadas en la participación local.
3. Comparar el IPA+ entre localidades con características socioambientales diferentes.
4. Proponer estrategias de manejo para un mejor aprovechamiento y conservación del recurso hídrico con base en los resultados del IPA+.

2. MARCO TEÓRICO-CONCEPTUAL

2.1. Contexto general del agua en México

La Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) describe las cuencas como unidades de terreno, definidas por la división natural de las aguas debida a la conformación del relieve. Actualmente ha definido 731 cuencas hidrológicas para la cuestión administrativa de las aguas nacionales y cuyas disponibilidades se encuentran publicadas en el Diario Oficial de la Federación (2013).

Las cuencas del país se encuentran organizadas en 37 Regiones Hidrológicas (RH), las cuales se agrupan en 13 Regiones Hidrológico-Administrativas (RHA). Las regiones hidrológicas representan los límites naturales de las grandes cuencas de México y se emplean para el cálculo del agua renovable; es decir, toda aquella agua que es factible utilizar anualmente sin alterar el ecosistema y que se renueva por medio de la lluvia, así como para realizar la planeación del recurso hídrico (CONAGUA, 2015).

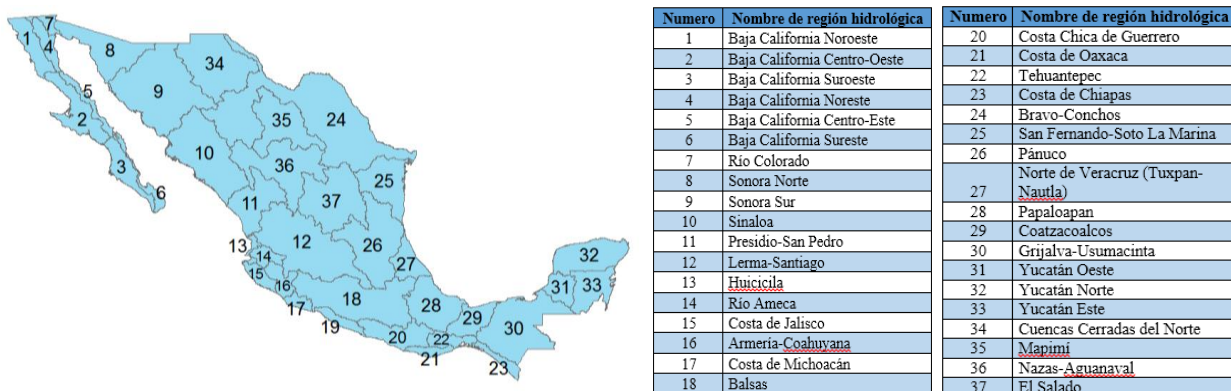


Figura 2. Regiones hidrológicas en México². Elaboración propia con insumos de CONAGUA 2015.

México enfrenta actualmente serios problemas en el suministro de agua, ocasionado por la falta de disponibilidad, sobreexplotación de acuíferos y por la contaminación; muchos de estos problemas son ocasionados por el cambio de uso de suelo. (Muñoz-Piña *et al.*, 2005).

² Al 31 de diciembre del 2014 se tenían publicadas las disponibilidades de 731 cuencas hidrológicas, conforme a la norma NOM-011-CONAGUA-2000.

Dicho lo anterior, la encuesta intercensal del 2015 realizada por CONAGUA, afirma que aproximadamente el 92.8% cuenta con acceso a los servicios de alcantarillado y saneamiento básico, de los cuales el 97.4% pertenece al ámbito urbano y el 77.5% al ámbito rural (CONAGUA, 2018).

En cuanto al acceso a los servicios de agua entubada, se tiene que aproximadamente el 95.3% de la población cuenta con este servicio, del cual el 97.8% pertenece al ámbito urbano y el 87.0% al ámbito rural. A pesar de que existe aparentemente una gran cobertura de infraestructura hidráulica, todavía existen millones de personas que no cuenta con los servicios básicos hídricos para satisfacer sus necesidades ante la existencia de una gran cantidad de cuerpos de agua, superficiales y subterráneos, muy contaminados actualmente (CONAGUA, 2018).

La carencia de agua es un factor de pobreza. En México la pobreza coincide con aquellos lugares donde se carece del servicio de agua potable y saneamiento. Según el índice Ethos³ de pobreza para México, la variable de ingreso es la que más contribuye a la pobreza del hogar (22%), seguida de las de servicio sanitario (21%) y de acceso al agua potable (20%). Esto quiere decir que el 41% del factor de pobreza tiene que ver con la cantidad y la calidad del recurso hídrico en la población pobre de acuerdo con el Programa Nacional Hídrico 2014-2018 del año 2013 (CONAGUA, 2013).

El Diario Oficial de la Federación, en relación a la reforma al artículo 4º de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, publicada el 8 de febrero de 2012 establece que: toda persona tiene derecho al acceso, disposición y saneamiento de agua para consumo personal y doméstico en forma suficiente, salubre, aceptable y asequible. También, el mismo artículo establece la participación de los tres órdenes de gobierno y la sociedad misma para garantizar este derecho (CONAGUA, 2013).

³El índice de pobreza Ethos se basa en una definición de pobreza desarrollado por la fundación Ethos, la cual clasifica la pobreza como una situación caracterizada por la incapacidad de cumplir con las necesidades de los hogares y contextuales que son esenciales para llevar a la gente a un estado de bienestar, basado en la realidad política, económica y social de una sociedad determinada.

2.2. Gobernanza del agua en México

En México la situación sobre la gobernabilidad y/o gobernanza de los recursos hídricos es un tema complejo que alude a cuestiones políticas, sociales, económicas y ambientales. La gobernabilidad, por un lado, hace referencia principalmente a una eficacia direccional y efectiva por un eje central que se compone por un gobierno dotado con las capacidades institucionales, fiscales, analíticas y administrativas para dirigir que se consideran necesarias o suficientes (Aguilar, 2007).

Por otro lado, el concepto de gobernanza surge a partir de un cambio social, político y económico en el que el gobierno no es capaz de cumplir sus funciones de manera efectiva y termina por dejar de ser el eje central en la toma de decisiones; es decir, existe una (in)gobernabilidad lo cual denota una mayor intervención social a partir de las capacidades de la misma para de manera colectiva con las instituciones gubernamentales y el mismo gobierno buscar soluciones a los problemas y por ende un beneficio social (Aguilar, 2007).

Dicho lo anterior, la gobernanza del agua es un concepto que ha sido definido por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) como “la interacción de los sistemas políticos, sociales, económicos y administrativos que entran en juego para regular el desarrollo y gestión de los recursos hídricos y la provisión de servicios de agua a diferentes niveles de la sociedad” (PNUD, 2000).

Es así, que con mayor frecuencia se tratan temas relacionados con los recursos hídricos y su gestión dentro del marco administrativo dentro de talleres, foros, congresos e investigaciones. Por mencionar un ejemplo, la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y la Red del Agua UNAM, sumaron esfuerzos para la realización del foro llamado “Foro de Políticas Públicas del Agua” el cual se llevó a cabo en octubre del 2009. Dicho foro ha centrado esfuerzos para atender temáticas tales como: gestión de los recursos hídricos, gobernabilidad hídrica, conservación y manejo de los ecosistemas, crisis financiera y cambio climático, entre otros. El foro sigue replicándose incluso a nivel mundial como lo fue con el Séptimo Foro Mundial del Agua y la Red del Agua de la UNAM en la República de Corea en el año 2015.

El congreso mundial de agua del año 2017 organizado por la Asociación Internacional de Recursos Hídricos (IWRA, por sus siglas en inglés) es otro claro ejemplo en donde México ha sido partícipe. Dicho congreso tiene la finalidad de coordinar la cooperación entre los diferentes profesionales y sectores para alcanzar los objetivos del desarrollo sostenible y la inclusión de temáticas sobre difusión de descubrimientos y avances científicos y tecnológicos en materia de agua, con la adopción e implementación gubernamental de políticas responsables en el cuidado y uso de los recursos hídricos.

Por otro lado, el 5 de junio del 2018 se firmaron diez decretos de reserva de agua en México, los cuales fueron publicados en el Diario Oficial de la Federación. Dichos decretos tienen la finalidad de preservar el agua para el consumo humano de 18 millones de personas que aún no nacen, en una proyección a 50 años y pretende preservar los ecosistemas en 295 de las 757 cuencas del país (DOF, 2013).

Los decretos en detalle eliminan las vedas de casi 300 cuencas las cuales equivalen aproximadamente al 55 por ciento de los lagos y ríos mexicanos generando un cambio en el cual no haya impedimentos para la extracción de agua. Dichos decretos tienen la finalidad de establecer "zonas de reserva de aguas para los usos doméstico, público urbano y ambiental o para conservación ecológica en las cuencas hidrológicas" en lugar de impedir la extracción del agua como anteriormente se establecía.

Los decretos de reserva de agua se fundamentan en la Ley de Aguas Nacionales (LAN), donde se establece que solo se puede reservar agua para consumo humano, para el medio ambiente y para la generación de energía hidroeléctrica gubernamental. Dicha agua no puede concesionarse para un uso diferente.

Sin embargo, ¿Cuáles serían los cambios en la gobernanza del agua que pudieran suscitarse a partir de dichos decretos para el manejo y aprovechamiento de agua cambiando el tipo de régimen, al eliminar la veda de ciertas cuencas y permitiendo el uso del agua para las actividades domésticas, la energía y lo urbano?

Dichos decretos fueron declarados por CONAGUA y el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF por sus siglas en inglés) como una medida de conservación del agua en la cual se asignarán áreas de conservación y de aprovechamiento para asegurar el recurso hídrico para uso humano hasta el año 2050; por otro lado, existe también la posibilidad de que la autorización de estos decretos beneficie de forma directa a empresas privadas y particulares las cuales podrían conseguir concesiones de fuentes de agua.

De manera general, los decretos podrían generar una mayor escasez de agua no por la cantidad del recurso existente, sino por la desviación del mismo recurso por particulares hacia actividades que no sean necesariamente para el beneficio común. Esto por consecuencia, causaría una mayor dificultad para acceder al agua y generaría mayor competencia por el recurso hídrico además de la posible sobreexplotación de las fuentes de agua provocando un mayor impacto en su disponibilidad y calidad.

Para el caso de la cuenca hidrográfica del Río Balsas a la cual pertenece el Pico de Tancítaro, ésta no se incluye en los decretos, sin embargo, muchas de las cuencas dentro de dichos decretos son zonas susceptibles de afectación a semejanza del Río Balsas y en donde la escasez de agua es un problema que podría magnificarse por los motivos mencionados anteriormente. Aquellas regiones hidrológicas dentro de los decretos resultarían susceptibles a mecanismos de compensación como trasvases, aumento de la explotación de acuíferos (que como se sabe, transgreden los límites de las cuencas superficiales), y movimientos migratorios a cuencas con mayor disponibilidad de agua, entre otros.

En México la gobernanza del agua es un tema que abarca dinámicas complejas (Aquellas dinámicas que atienden a un conjunto de relaciones interconectadas haciendo mas complicado su flujo y entendimiento) cuya problemática no ha sido atendida lo suficientemente o incluso, hasta se ha visto ignorada. La Constitución establece en el artículo 115, que la prestación de estos servicios es responsabilidad de los municipios y prevé el concurso de los Estados y la Federación en su apoyo. En este marco, el Estado debe trabajar para apoyar el incremento en el acceso y calidad de estos servicios incluyendo el tratamiento, reuso e intercambio de aguas residuales y su disposición apropiada, con una visión de gestión integral y sustentable (CONAGUA, 2007).

No obstante, se ha establecido que una buena gobernanza tiene como característica la incidencia de la sociedad civil para generar una mayor capacidad en la toma de decisiones en las que los diferentes actores sociales se vean involucrados, tal como debería suceder en el tema del agua, el cual se ve inmerso en una situación compleja y de suma importancia en la actualidad (Dominguez, 2006).

Es así, que El Segundo Informe sobre la situación de los recursos hídricos en el mundo de la UNESCO, publicado en el 2006, revela que el problema del agua radica principalmente en la mala gestión y aborda diversas acciones orientadas a superar la ineficiencia con que se gestiona, ya que dicha ineficiencia implica la ingobernabilidad de los recursos hídricos.

La gobernanza del agua es un factor clave dentro del IPA+, ya que a partir del tipo de organización y administración de los recursos hídricos en la zona, es como se pueden emplear medidas para un mejor aprovechamiento y conservación del agua. Para el caso de la Región Pico de Tancítaro, las localidades en donde se realizó el estudio se organizan a través de comités para la administración y uso de sus fuentes de agua, para lo cual implementan distintos métodos para la obtención de recursos monetarios y de herramientas para el mantenimiento de sus fuentes de agua, redes de agua y abastecimiento.

En base a lo anterior, una buena gobernanza del agua es factor clave para la resolución de problemáticas socioambientales relacionadas con los recursos hídricos. Sin embargo, existen casos en donde las autoridades correspondientes no atienden dichas problemáticas provocando en muchas ocasiones un agravamiento de los mismos lo cual por ende tiende a afectar a las localidades que pretenden aprovechar sus fuentes de agua al no poder gozar de tan preciado líquido.

2.3. El agua en el contexto rural

De acuerdo con el Programa Nacional Hídrico 2014-2018 (CONAGUA, 2013) los grupos étnicos minoritarios y las mujeres, principalmente del medio rural y las zonas periurbanas, son quienes más padecen la carencia de agua potable y saneamiento, ya que por lo general en el caso de las mujeres, son ellas las responsables de preparar los alimentos, lavar la ropa, asear la vivienda y procurar la higiene familiar; mientras que en el caso de los grupos étnicos minoritarios, frecuentemente son víctimas de la marginación, el cacicazgo y el dominio político permaneciendo como comunidades carentes de servicios e infraestructura.

A lo largo del territorio se presenta un patrón distinto de oferta y distribución de agua, en el que las cabeceras de las cuencas caracterizadas por cursos de aguas temporales e incipientes difícilmente pueden mantener actividades agrícolas intensas; es decir, que a pesar de constituir ámbitos de infiltración y recarga, los pobladores, mayoritariamente indígenas (Boege, 2009), en situación de alta y muy alta marginación (Anzaldo *et al.*, 2010) no pueden beneficiarse del valor agregado que otorga el agua.

El sector indígena por ejemplo, representa el 10% de la población nacional, participa en 22.9% de los ejidos y comunidades del país y son dueños del 28% de los bosques y la mitad de las selvas que existen en la propiedad social. Los municipios que habitan son considerados captadores de agua, dado que producen importantes volúmenes como resultado de altas precipitaciones. Sin embargo, es evidente que no corresponde la riqueza de los recursos con que cuentan, respecto a las condiciones de vida de su población (Robles & Concheiro, 2004).

De acuerdo con un análisis de intersección de superficie realizado por la CONANP (2005), la superficie de las Áreas Naturales Protegidas (ANPs) con los territorios de los pueblos indígenas se desprende que del total (152) de ANPs federales, 52 ocupan parte del territorio de los pueblos indígenas, es decir, las ANPs suman 5,578,645 hectáreas, de las cuales 1,467,034 son de territorios indígenas, lo que representa 26.2% de la superficie total de las mismas; entre ellas, 16 tienen una extensión territorial que va de 10,000 a 358,443 hectáreas. En esas mismas 52 reservas, la población total es de 787,316 personas, de las cuales 147,317 son indígenas, esto es 18.7% del conjunto de habitantes.

En base a lo anterior, resulta esencial que las ANPs adopten un esquema participativo en conjunto con los pueblos indígenas para generar un marco administrativo más incluyente. Muchos pueblos indígenas y comunidades campesinas que se encuentran dentro de las ANPs, tal como es el caso de la Región Pico de Tancítaro, realizan aprovechamiento de los recursos naturales disponibles, por lo que es vital la cooperación con las autoridades correspondientes para generar instrumentos de conservación. (Bocco *et al.*, 2000)

Así mismo, a través del tiempo se han desarrollado también iniciativas comunitarias las cuales han tenido grandes impactos para el aprovechamiento y conservación de recursos naturales, de igual manera, se han desarrollado proyectos indígenas y campesinos para la conservación de flora y fauna que se consideran de gran valor para la biodiversidad (Gaia *et al.*, 2006).

2.4. El Índice de Pobreza de Agua (IPA)

El Índice de Pobreza de Agua (IPA) fue desarrollado por un grupo de 31 investigadores en consulta con más de 100 profesionales del agua del mundo. Dicho índice fue creado como una herramienta holística a través de un consenso de opinión de un conjunto de científicos físicos y sociales, profesionales de agua, investigadores y otros interesados, para asegurar que todos los temas pertinentes y/o prioritarios fueran incluidos.

Desarrollado por un grupo interdisciplinario encabezado por Sullivan (2002); economista ecológica y ambiental quien es actualmente académica en Southern Cross University (SCU). Es una investigadora distinguida en temas de manejo de agua e impulsora del índice de pobreza de agua la cual es una herramienta holística que reúne componentes sociales, socioeconómicos, físicos y ambientales diseñada para contribuir a un mejor manejo del agua (Sullivan *et al.*, 2003).

Esta herramienta permite identificar y vincular la pobreza y el agua en un mismo índice debido a que la pobreza del agua no solo está relacionada con la disponibilidad del recurso, sino también, con las capacidades de la población para saber gestionar y utilizar el agua de manera sostenible y equitativa.

Sin estas capacidades la sociedad analizada deberá ser considerada con un importante nivel de pobreza (Sullivan, 2002) y para entender esto es necesario que todos estos aspectos estén integrados.

Así mismo, de acuerdo con Lawrence *et al.*, (2002), el IPA permite evaluar la pobreza de agua a diferentes escalas, ya sea a nivel nacional (Jemmali & Matoussi, 2013), regional (Heidecke, 2006) o local (Sullivan *et al.*, 2003) siendo así una herramienta multiescalar.

El propósito del IPA consiste en expresar una medida interdisciplinaria que vincula el bienestar de los hogares con la disponibilidad de agua e indicar el grado de los efectos de la escasez de agua en las poblaciones humanas (Sullivan, 2002). Los componentes que integran el IPA permiten establecer nexos entre pobreza, marginación social, integridad ambiental, disponibilidad del agua y salud (Sullivan, 2002).

En base a lo anterior, el índice de pobreza de agua permite dirigir políticas públicas a grupos de interés e identificar dónde existen problemas y proponer medidas apropiadas para encarar sus causas. El IPA demuestra que no es la cantidad de recursos disponibles la que determina los niveles de pobreza en un país, sino la eficacia en el uso de esos recursos (Sullivan, 2001, 2002; Sullivan *et al.*, 2002, 2003).

El fuerte vínculo entre la provisión de agua y disminución de la pobreza ha sido destacado en muchos estudios (Sullivan, 2002; Cohen & Sullivan, 2010), aunque las causas de la pobreza y su relación con el agua son muy complejas (Molle & Mollinga 2003; Komnenic *et al.*, 2009; Harrington *et al.*, 2009).

El IPA al ser una herramienta flexible y con capacidad de adaptar su metodología a un sitio específico, ha permitido generar investigaciones con un nivel contextual mayor; es decir, que puede reflejar de mejor manera la realidad de una problemática en un sitio específico como es el caso del trabajo de López Álvarez (2013) el cual fue un estudio en el que se implementó el IPA, siendo lo más destacado la incorporación de la calidad de agua como componente.

Los índices, como herramienta para la toma de decisiones, se han utilizado desde 1920 y pueden definirse como un concepto estadístico que proporciona una forma indirecta de medir una cantidad determinada de algo, con lo que aportan de manera efectiva una medida que permite la comparación en el tiempo (OECD, 1993). El IPA se ajusta a este concepto de índice que mide algo indirectamente (en este caso la Pobreza de Agua), basado en componentes previamente definidos (Sullivan, 2002a).

2.4.1. Marco conceptual del Índice de Pobreza de Agua (IPA)

Según Sullivan (2002), el Índice de Pobreza de Agua (IPA) es una herramienta de gestión interdisciplinaria; es decir, un índice que se ayuda de distintos enfoques científicos y no únicamente de una sola disciplina. Esto permite una mayor facilidad para la búsqueda de vinculaciones existentes entre el nivel socioeconómico y ambiental de las comunidades con la gestión del recurso hídrico de tal manera que permita generar información para desarrollar políticas dirigidas hacia el desarrollo sustentable de las comunidades.

Los componentes que el IPA propone para su realización son los siguientes:

- **Recurso:** Se refiere a la disponibilidad física de agua superficial y subterránea, tomando en cuenta su variabilidad y calidad, así como la cantidad total de agua disponible.
- **Acceso:** Se refiere al porcentaje de la población que cuenta con acceso al agua potable, el acceso a tratamiento de aguas, a los sistemas de sanidad y sistemas de riego en función de la infraestructura.
- **Capacidad:** Considera la capacidad de las localidades de gestionar y manejar de forma efectiva el recurso. Se considera “capacidad” como el ingreso que permite la adquisición de mejoras en relación con el agua, a la educación y salud, y otros bienes durables en función del capital económico y capital social.
- **Uso:** Establece la manera en la cual el agua es utilizada en diversos usos, como lo son el uso doméstico, agrícola, ganadero e industrial.

- **Ambiente:** Este componente evalúa la calidad del entorno físico en función de los bosques y el agua de los cuales las localidades aledañas hacen uso. El componente se enfoca en las cuencas y bosques que conforman la Región Pico de Tancítaro tomando en cuenta los bienes y servicios que aprovechan las poblaciones, así como el estado general del territorio. En este caso se hace referencia a las cuencas que conforman la Región Pico de Tancítaro.

El IPA se calcula combinando los cinco componentes a través de la siguiente expresión matemática:

$$WPI = \frac{\sum_{i=1}^N W_i X_i}{\sum_{i=1}^N W_i}$$

Donde:

WPI= Índice de pobreza de agua

X_i= Cada componente que estructura el IPA

W_i= Peso aplicada para cada componente

La expresión matemática también puede expresarse de la siguiente manera:

$$WPI = \frac{wrR+waA+wcC+wuU+weE}{wr+wa+wc+wu+we}$$

Donde:

⁴*WPI*= Índice de pobreza de agua

R= Recurso

A= Acceso

C= Capacidad

U= Uso

E= Ambiente (Environment)

W_r, *W_a*, *W_c*, *W_u*, *W_e*= Pesos aplicados para cada componente

2.4.2. Índice de Pobreza de Agua Participativo (IPA+)

De acuerdo con Sullivan (2002) el IPA+ es una herramienta basada en la premisa de ser desarrollada de manera participativa, transparente y de forma incluyente con los usuarios finales. Sullivan *et al.*, (2003), citado por Wilk & Jonsson (2013, p.697) realizó una consulta participativa con representantes de posibles usuarios finales para identificar cuestiones esenciales y probar la utilidad del enfoque participativo (Sullivan *et al.*, 2003) mientras que en otros estudios, los usuarios finales funcionaron principalmente como proveedores de datos (Giné & Pérez-Foguet 2005; Hahn *et al.*, 2009; Cohen & Sullivan, 2010).

El IPA+ es una herramienta que tiene la capacidad para reforzar la gobernanza comunitaria en torno a los recursos hídricos; la cual se puede entender como una Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH). El término GIRH ha sido recientemente consensuado a nivel internacional para definir un “proceso que promueve el manejo y desarrollo coordinado del agua, la tierra y los recursos relacionados, con el fin de maximizar el bienestar social y económico resultante de manera equitativa sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales” (Rogers & Hall, 2003).

⁴ El WPI es el promedio de los cinco componentes: recursos (r), acceso (a), capacidad (c), uso (u), y ambiente (e). Cada uno de los valores de los componentes se estandariza en un rango con un valor adimensional entre 0 a 100, al igual que el valor final del IPA, siendo el valor próximo a 0 el que presenta la peor situación hídrica. Los resultados se expresan en un gráfico radial. En él se destacan las diferencias entre los valores de cada componente, permitiendo conocer aquellas áreas que necesiten más atención y la aplicación de políticas más comprometidas con el sector del agua. De acuerdo con la interpretación de los trabajos efectuados por el Centro de Ecología e Hidrología (CEH), entendemos que la oferta del recurso hídrico (soporte biofísico) está representada por los componentes recurso y ambiente y la demanda por el acceso, capacidad y uso.

Los procesos participativos son una valiosa fuente de información a nivel local, los cuales proporciona herramientas para una evaluación de diferentes factores como lo pueden ser los recursos, servicios e instituciones acorde a las necesidades locales. Sin embargo, son procesos que requieren de más tiempo para su realización (Chambers, 1997).

Para esta investigación, el Índice de Pobreza de Agua Participativo (IPA+) se realizó con indicadores identificados en las localidades a partir de su contexto socioambiental en relación al agua. Así mismo, se realizó una asignación de pesos para cada componente que conforma el IPA+ los cuales fueron asignados por los mismos habitantes quienes son los usuarios del agua de las localidades a partir del grado de importancia que tienen para ellos.

2.5. Investigación Acción Participativa (IAP)

Selener (1997) define la Investigación Acción Participativa (IAP) como “Proceso por el cual los miembros de un grupo reprimido o de una comunidad identifican un problema, colectan y analizan información, y actúan según el problema para encontrar soluciones y promover la transformación social y política” (p.17).

Cargo & Mercer (2008) afirman que el uso de la Investigación Acción Participativa se ha incrementado en los últimos 20 años en el ámbito de las ciencias sociales y de la salud. Este incremento se debe al potencial que tiene la Investigación Acción Participativa para mejorar la relación entre investigación y práctica, abordar cuestiones de justicia social y empoderar a la gente para tomar posesión de los procesos de transformación de su propia realidad social.

Para este trabajo, la IAP fue un proceso empleado en las distintas metodologías para el abordaje de problemáticas respecto al agua desde la perspectiva de los usuarios para obtener un panorama más amplio del contexto de cada localidad analizada.

3. SITIO DE ESTUDIO

3.1. Estratovolcán⁵ Pico de Tancítaro

El trabajo se realizó dentro de la Región Pico de Tancítaro (RPT), ubicada en el centro-occidente del Estado de Michoacán, entre las siguientes coordenadas geográficas extremas: 19°17'31" y 19°32'38" de latitud norte y 102°09'04" y 102°26'46" de longitud oeste. Geográficamente se localiza en parte de los municipios de Tancítaro, Nuevo Parangaricutiro, Peribán, Uruapan y Los Reyes, cubriendo una superficie aproximada de 67, 456.75 hectáreas.

La región contiene a la montaña más alta de Michoacán y objeto de este estudio, conocida como el Pico de Tancítaro con una altura de 3,860 msnm, la cual forma parte de la Provincia Fisiográfica del Eje Neovolcánico Transversal.

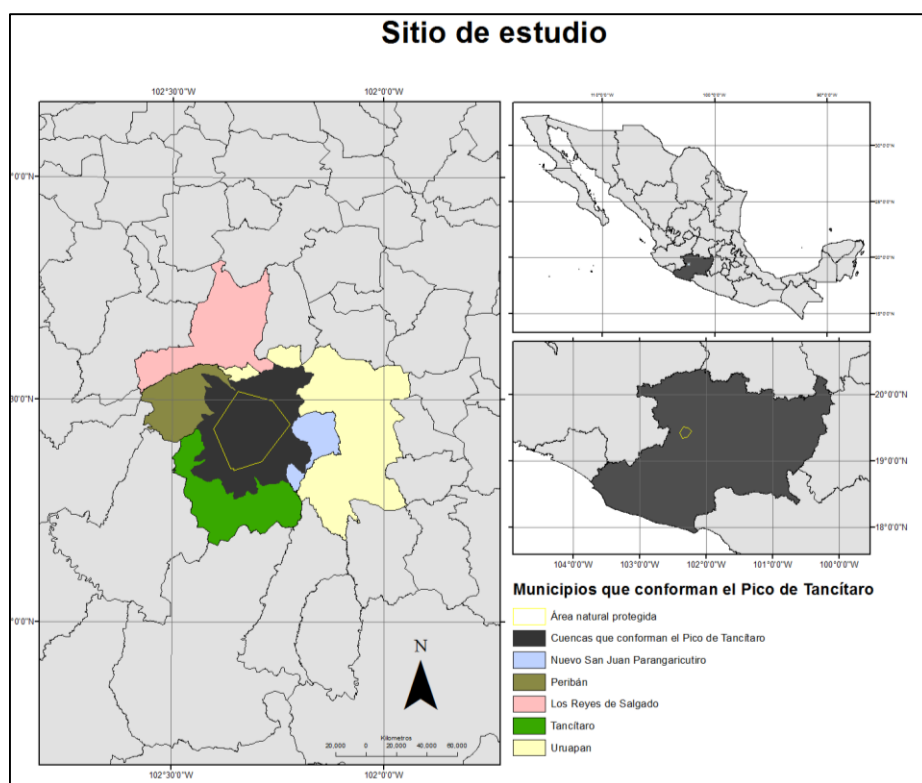


Figura 3. Localización geográfica de la Región Pico de Tancítaro, Michoacán. Elaboración propia tomado de Fuentes (2011) con datos del INEGI.

⁵ Un estratovolcán es un volcán alto con forma de cono, formado por varias capas de materiales como ceniza volcánica, lava endurecida, piedra pómez y tefra. Se caracterizan por poseer un perfil empinado y por producir explosiones volcánicas periódicas.

Dentro de la RPT se encuentra el Área de Protección de Flora y Fauna Pico de Tancítaro (APFFPT) ubicada en los municipios de Tancítaro, Peribán de Ramos, Nuevo Parangaricutiro y Uruapan, en el estado de Michoacán. Consta de una superficie total de 23,405.92 hectáreas, la cual fue establecida mediante decreto presidencial publicado en el Diario Oficial de la Federación el 19 de agosto de 2009 (CONANP, 2014).

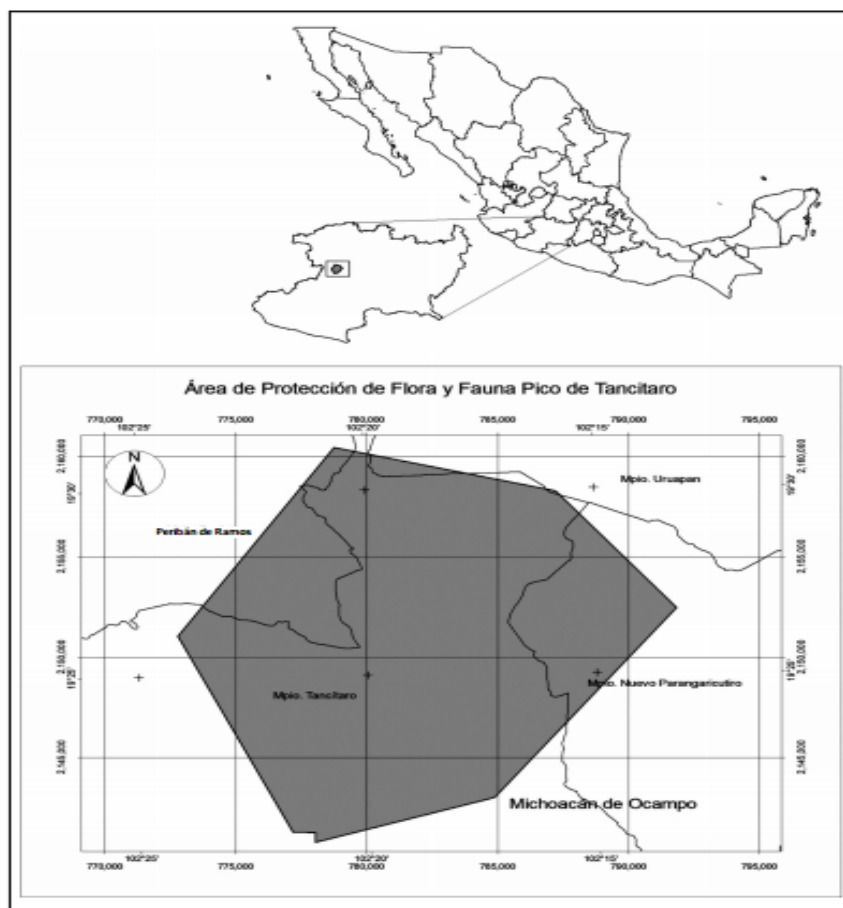


Figura 4. Zonificación del Área de Protección de Flora y Fauna Pico de Tancítaro (APFFPT) publicada en el Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna Pico de Tancítaro, 2014. Elaborado por CONANP.

Para el caso de Michoacán, la Comisión Nacional del Agua (CNA) desde el punto de vista de la presión del recurso agua; clasifica a la región del Balsas con una presión media a fuerte de su recurso hídrico a partir del volumen total de agua concesionada y la disponibilidad natural media de agua. La región del Balsas cuenta con una disponibilidad natural base media per cápita de 2,844 m³; es decir, poco más de la mitad del promedio nacional, pero en el rango de disponibilidad baja a nivel mundial.

Michoacán comparte con los estados vecinos las regiones hidrológicas de los sistemas Armería-Coahuayana, Lerma-Santiago, Costa de Michoacán, Balsas y Costa Grande. De éstos, una de las cuencas de mayor relevancia por su extensión y significado, tanto socioeconómico como ambiental en el ámbito nacional y estatal, es la del río Balsas, a la cual pertenece el Pico de Tancítaro (INEGI-SEMARNAP, 1997).

El Pico de Tancítaro da origen a 16 cuencas hidrográficas, cuya configuración en el Parque Nacional del mismo nombre, refleja una distribución centrípeta de éstas, en el macizo volcánico, resultado de la configuración casi cónica del relieve, lo que facilita de forma natural la disponibilidad de agua para toda la región (Fuentes & Bocco, 2003).

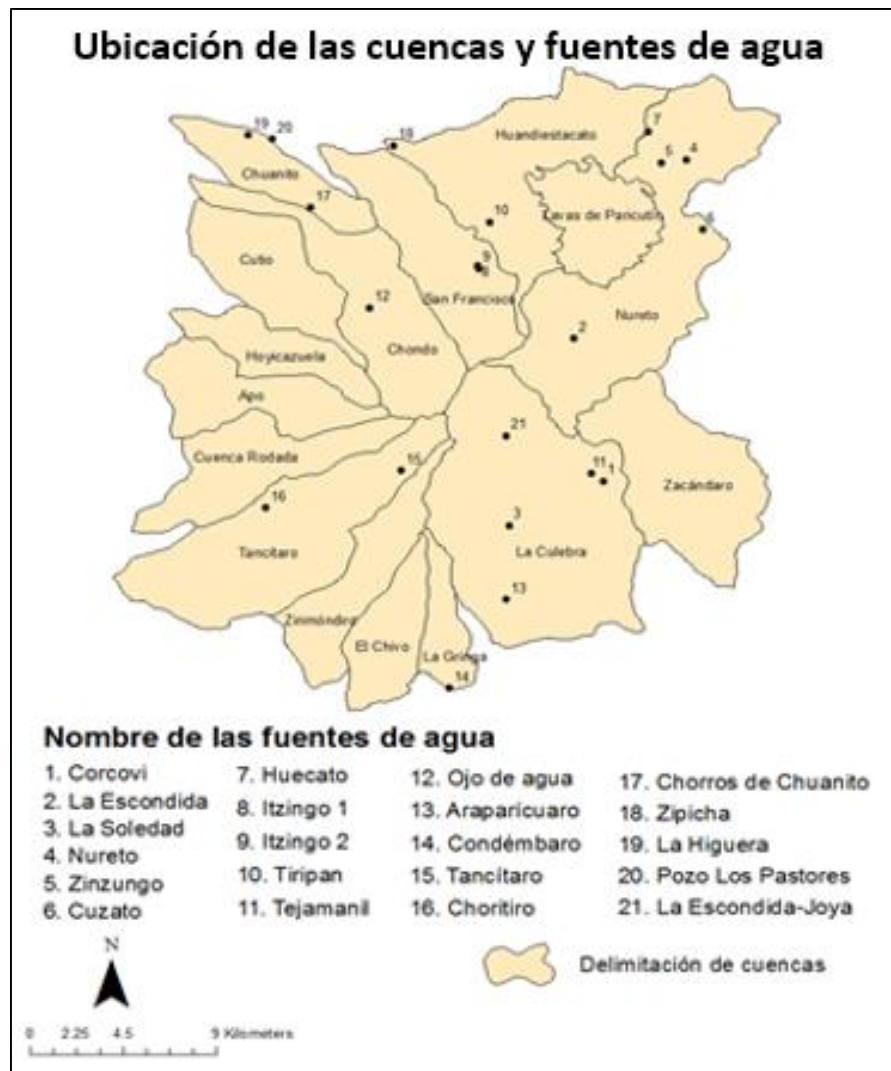


Figura 5. Ubicación de los manantiales monitoreados. Elaboración propia con datos del proyecto PAPIIT IA 302116 (2011).

Por otro lado, al ser una elevación muy alta que conforma una sierra volcánica y estructuralmente compleja a donde llega la humedad regional, se ha dado la situación de que naturalmente el estratovolcán de edad terciaria geológicamente hablando, contenga una gran cantidad de manantiales y fuentes de agua distribuidos a lo largo y ancho del área (Figura 5).

3.1.1. Clima

De acuerdo con Fuentes (2000), la Región del Pico de Tancítaro se caracteriza por poseer un gradiente altitudinal muy amplio que abarca de los 2,000 msnm hasta los 3,840 msnm, tomando en cuenta del piedemonte a la cima del Pico de Tancítaro.

Clima	Altitud (msnm)	Precipitación (mm por año)	Características
BS ₁	<1000	<800	Climas semisecos con lluvias en verano y poca oscilación térmica. Predomina la vegetación característica de la selva baja caducifolia.
Aw ₀	1000	800	Climas cálidos subhúmedos con lluvias en verano y variación de la temperatura poco significativa. Presenta una vegetación de selva baja y mediana subcaducifolia.
(A) C(w ₁)	1600- 2000	1500	Climas semicálidos subhúmedos, con lluvias en verano y escasa oscilación térmica durante el día.
C(w ₂)	2000- 3000	1500	Climas templados subhúmedos, con lluvias en verano. Los rangos de temperatura oscilan entre 12°C y 18°C. El tipo de vegetación predominante son los bosques mixtos, sobre todo de encino-pino, los de coníferas (<i>Abies</i> y <i>Pinus</i>) y bosque mesófilo.
C(w)	3000- 3800	2000	Climas semifríos subhúmedos, donde las temperaturas anuales promedio varían entre los 12°C hasta menos 8°C en la cima de la RPT. La vegetación predominante son las coníferas, pero también se presentan de manera localizada bosques de <i>Abies</i> .

Cuadro 1. Tipos y características climáticas presentes en la RPT.

El clima predominante en el área es del tipo cálido subhúmedo con abundantes lluvias en verano; de acuerdo con la clasificación de Köppen modificada por García, E. (1984), es del tipo C (m)(w) (Fuentes, 2000; Zamora, 2006). Presenta una temperatura media anual que varía de 8 a 18 °C y los extremos oscilan entre los 6.5 y los 22 °C. La precipitación pluvial va de 800 a 1,200 m², con presencia de fuertes lluvias en los meses de verano (CONANP, 2014).

Generalmente los climas en la RPT responden al patrón altitudinal del mismo, influenciados por la humedad proveniente del Pacífico y que pasa por la Depresión del Balsas hacia las laderas Este, Oeste y Sur del Tancítaro y por el fenómeno de continentalidad en la ladera norte. Los tipos de climas que se pueden encontrar de acuerdo con la clasificación de Köeppen modificado por García (1981) se muestran en el cuadro 1.

3.1.2. Vegetación

De acuerdo con el informe final del Proyecto H304 “Flora del Parque Nacional Pico de Tancítaro, Michoacán” realizado por García *et al.*, (2002), los resultados fueron 108 familias de plantas vasculares agrupadas en 297 géneros con 524 especies; de las que según la NOM-ECOL-059-94, seis son raras, dos amenazadas, dos sujetas a protección especial y una está en peligro de extinción. Entre las familias destacadas para la zona se encuentran Asteraceae, Fabaceae, Lamiaceae, Orchidaceae, Solanaceae, Apiaceae y Poaceae. Entre los géneros sobresalientes destacan: Salvia, Senecio, Pinus, Solanum, Gnaphalium, Eupatorium, Quercus y Lupinus.

Tipo de cobertura vegetal	Superficie (hectáreas)	Superficie (porcentaje)
Bosque de pino-encino	10,397.60	44.43
Bosque de pino	3,764.66	16.07
Bosque de pino abierto	2,624.12	11.22
Pastizal	1,080.39	4.62
Vegetación secundaria	504.98	2.16
Total de cobertura vegetal	18,371.75	78.50
Otros		
Área agrícola	5,013.53	21.41
Asentamientos humanos	2.19	0.01
Cuerpos de agua	18.45	0.08
Total otros	5,034.17	21.50

Cuadro 2. Tipos de cubierta vegetal en el APFFPT. (CONANP, 2014)

Tanto el relieve como la altitud han permitido el desarrollo de diversos tipos de vegetación de filiación Neártica como el bosque de pino de altura, el de oyamel, el de pino-encino, el de encino y el mesófilo de montaña (Velázquez, *et al.*, 2000). Cabe mencionar que al menos uno de los tipos de vegetación mencionados tiene alta importancia biológica nacional e internacional de acuerdo con Velázquez *et al.*, (2000) que es el Bosque Mesófilo de Montaña y que específicamente los bosques templados de México están considerados como ecosistemas de alta biodiversidad.

3.1.3. Fauna

El Pico de Tancítaro al ser un área natural protegida dentro de la categoría de Área de Protección de Flora y Fauna, cuenta con una ubicación y extensión estratégica que le ha permitido conservar importantes especies animales y vegetales (Fuentes, 2003). La fauna que existe en el lugar posee particularidades extraordinarias al encontrarse en un sitio con características geomorfológicas y climáticas que condicionan y determinan su abundancia y diversidad (Arriaga *et al.*, 2000).

En base a lo anterior, el área ocupada por el Pico de Tancítaro presenta varios tipos de vegetación y climas sobre un relieve igualmente diverso y complejo, dando lugar a un igualmente variado número de especies de fauna, algunas de las cuales son endémicas (CONANP, 2014).

Velázquez y Fuentes (2004) reportan 39 especies de mamíferos y 99 especies de aves; sin embargo, existen registros de al menos 370 especies de plantas, 38 de anfibios (mencionar algunos ejemplos) y reptiles, 253 de aves y 90 de mamíferos (Fuentes & Bocco, 2011).

El área del Pico de Tancítaro cuenta con un total de 20 familias registradas, siendo las más representativas la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), cacomixtle o cacomisel (*Bassariscus astutus*), aves canoras, así como diversos reptiles (Ramírez & Morales, 2009).

Existen además especies como el zorrillo manchado (*Conepatus leuconotus*), el conejo de monte (*Sylvilagus cunicularius*), la rata cambalachera de Tancítaro (*Nelsonia goldmani*), especie sujeta a protección especial, y la tuza michoacana (*Zygoeomys trichopus*), endémica del estado de Michoacán y en peligro de extinción de acuerdo con la norma referida; así como la ardilla (*Sciurus aureogaster*), el tlacuache (*Didelphis virginiana*), la liebre torda (*Lepus callotis*), el armadillo (*Dasybus novencinctus*) y el tejón (*Nasua narica*), entre otros (CONANP, 2014).

Con respecto a la herpetofauna, se tiene un registro en el municipio de Tancítaro de 56 especies de anfibios y reptiles. Las 14 especies de anfibios registradas pertenecen a seis familias y 11 géneros, siendo *Incilius* el género más representativo. Las 42 especies de reptiles están agrupadas en 11 familias, siendo los géneros más representativos *Sceloporus* y *Crotalus* (Estrada, 2001; Alvarado & Campbell, 2004; Villaseñor, 2005; Fuentes, 2009). Recientemente fue descrita una nueva especie de víbora de cascabel por Alvarado y Campbell (2004) en el Pico de Tancítaro (*Crotalus tancitarensis*) (CONANP, 2014).

3.1.4. Hidrología

La red hidrológica está constituida por 16 cuencas que corresponden al Pico de Tancítaro siendo la cuenca del río Huandiestacato la que drena la mayor parte de los escurrimientos tanto del Volcán Parícutín como del sector noreste del Tancítaro, además de las cuencas de Zirimóndiro y El Chivo, localizadas hacia la porción suroccidental (CONANP, 2014). Dichas cuencas alimenta directamente a localidades de cuatro municipios principalmente: Peribán, Tancítaro, Nuevo Parangaricutiro y Uruapan y por lo menos a cuatro poblaciones importantes que quedan al pie del estratovolcán San Juan Parangaricutiro, Peribán, Tancítaro y Santa Ana Zirosto (Fuentes, 2000).

Por otro lado, el Área de Protección de Flora y Fauna Pico de Tancítaro forma parte de la cuenca del Río Balsas a través de las subcuencas de los ríos Tepalcatepec y Cupatitzio. En el Área Natural Protegida existen un sinnúmero de ríos intermitentes, tales como: al oeste Apo y Choritiro, y al sur y poniente: Piedra Azul, Las Tinajas, Tancítaro, La Gringa, El Fresnito, Rancho Nuevo, Tiscato, Las Amapolas, La Culebra y Charapóndiro, entre otros (CONANP, 2014).

De manera general, y de acuerdo con Fuentes (2000), las cuencas que conforman el Pico de Tancítaro presentan diferentes formas que lo caracterizan. Una de tipo alargada con un eje longitudinal de al menos el doble que el eje transversal que compone cada cuenca; y otra de tipo oblongada. Al primer tipo pertenecen la mayoría de las cuencas cuya superficie no sobrepasa los 70 km². De este grupo, diez cuencas no pasan de 50 km². Al segundo tipo pertenecen dos cuencas: La Culebra y Zacándaro. De estas, la de La Culebra es la segunda más grande en superficie con más de 100 km².

Un tercer tipo es la cuenca que corresponde a Huandiestacato cuya característica es una forma irregular con drenaje no estructurado ya que en ellas se localizan las lavas del Parícutín. Esta cuenca es la de mayor tamaño en todo el sistema hidrológico con aproximadamente 162 km². En base a lo anterior, la morfometría de cuencas nos permite estimar un conjunto de variables (superficie, relieve y drenaje entre otros) asociados a las características físicas de una cuenca, lo cual permite realizar comparaciones entre varias cuencas. De igual forma, nos ayuda a la interpretación de la funcionalidad hidrológica y en la definición de las estrategias para la formulación de su manejo (Gaspari, 2012).

La Región Pico de Tancítaro al ser una de las principales fuentes de agua en el oeste de Michoacán presenta graves problemas, muchos de ellos relacionados con el manejo de los recursos hídricos (Fuentes & Bocco, 2003). En el estudio se demuestran evidentes problemas graves de escasez de agua en la localidad de La Escondida la cual está ubicada dentro del ANP; siendo este solo un ejemplo de muchas localidades en la zona con problemas de escasez de agua principal y aparentemente por una mala o nula administración del recurso hídrico y del deterioro ambiental que incide en las cuestiones socioambientales de la región.

Lo anterior, pone en evidencia que los problemas del agua se relacionan no sólo con las condiciones naturales (oferta) y sociales (demanda), sino con la dinámica social que condiciona el acceso y manejo del recurso (Ávila, 1996).

3.1.5. Contexto socioeconómico

De acuerdo con el Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna Pico de Tancítaro, 2014; El Pico de Tancítaro como Sistema Hidrológico, con sus 16 cuencas, constituye la base del desarrollo de al menos 39,783 habitantes que residen en las localidades dentro y fuera del Área Natural Protegida y que dependen del agua de este Sistema Hidrológico.

Así mismo, aproximadamente 81 poblaciones y comunidades que se dedican al cultivo de durazno, manzana, ciruela, pera, caña de azúcar y aguacate principalmente, por lo que el área y sus alrededores constituyen una de las áreas más importantes del país en la producción de aguacate de exportación, incluyéndose en la zona conocida como “el corredor aguacatero” o franja aguacatera de Michoacán (Aguilera Montañez & Salazar García, 1991; Torres & Bocco, 1999; Gutiérrez Contreras *et al.*, 2007; Echánove, 2008), cultivos cuya característica intrínseca es el requerimiento de grandes cantidades de agua.

Desde el punto de vista forestal y económico y según el Anuario Estadístico de Michoacán del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) del 2008, la región forma parte de los 52 municipios con una producción forestal maderable significativa y los municipios en los que se encuentra la montaña prioritaria del Tancítaro, participan con 13.7% de la producción total de Michoacán.

Por otra parte, desde el punto de vista social, la región del Tancítaro se distingue también por la coexistencia entre comunidades indígenas y poblaciones de mestizos. Estos grupos comparten los recursos que proporciona el Tancítaro, pero cada cual con sus formas de organización y de apropiación del paisaje (Garibay & Bocco 2000).

4. MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología que se describe a continuación deriva del proyecto PAPIIT No. IA 302116 “*Índice de Pobreza de Agua, Historia Ambiental y Cambio de Uso del Suelo en Áreas Naturales Protegidas de Michoacán*”. El presente trabajo está enfocado principalmente en la generación del Índice de Pobreza de Agua (IPA) el cual fue desarrollado de acorde al proyecto y fue clave para el mismo. Sin embargo, la aportación que pretende esta investigación es la generación de un índice participativo con la percepción y conocimiento de los habitantes y la obtención de un diagnóstico socioambiental general entorno a los recursos hídricos de la región.

4.1. Fuentes de información

Se realizó una búsqueda bibliográfica de estudios realizados en la región para caracterizar la zona para lo cual se utilizaron bases de datos del INEGI específicamente del censo del año 2010, para la obtención de información sobre las características físicas, sociales y ambientales del sitio de estudio para la construcción del IPA+.

4.2. Observación

Kawulich (2003) cita a DeWalt & DeWalt (2002) quienes definen la observación participante como el proceso que faculta a los investigadores a aprender acerca de las actividades de las personas en estudio en el escenario natural a través de la observación y participando en sus actividades. Provee el contexto para desarrollar directrices de muestreo y guías de entrevistas.

En este estudio la observación fue clave para identificar el tipo de relaciones existentes entre las personas de las localidades, el tipo de organización y su efectividad para el manejo y administración del agua. Este método se empleó durante todo el trabajo en campo pero específicamente durante las encuestas, entrevistas, talleres participativos, monitoreo de calidad de agua y charlas informales en donde se pudo apreciar un contexto más amplio del sitio de estudio, así como el tipo de relaciones entre los distintos grupos focales (autoridades locales, encargados del agua, habitantes) ayudándonos a comprender de mejor manera el contexto socioambiental de la zona en relación con el recurso hídrico.

4.3. Talleres participativos

Los talleres son espacios de construcción colectiva en los que las personas participan activamente como receptores y emisores de conocimiento, es decir, existe un intercambio de saberes respecto a un tema en particular (Candelo & Unger 2003).

Se impartieron un total de cinco talleres participativos llevados a cabo en las localidades de Condébaro, Tancítaro, Paso de la Nieve, Santa Ana Zirosto y Angahuan pertenecientes a la Región Pico de Tancítaro. Los talleres se estructuraron en tres ejes principales: Índice de pobreza de agua, cambio de uso de suelo e historia ambiental. Se decidió abordar dichos ejes para vincular procesos de cambio en el territorio en función a los recursos hídricos (Ver anexo 1: Lista de asistencia de los talleres participativos).

Para la realización de los talleres se hizo un acercamiento con las autoridades locales y encargados del agua para presentar el proyecto, establecer fechas y establecer la temática y el fin de los mismos para posteriormente hacer una invitación abierta a las localidades para su participación en ellos.

Los talleres participativos se estructuraron en mesas de trabajo las cuales desarrollaran los tres ejes anteriormente planteados de la siguiente manera:

4.3.1. Manejo del agua

Para este eje se realizó una mesa de trabajo donde se trataron temáticas en torno a las fuentes agua y la manera en que la comunidad maneja y administra sus recursos hídricos. De manera conjunta con los participantes de los talleres, se construyó la matriz del IPA+ la cual nos ayudaría a definir el grado de importancia que tiene para ellos cada componente del índice: Recurso, Acceso, Capacidad, Uso y Ambiente (Ver anexo 2: Matriz del IPA+).

En base a lo anterior, la matriz se realizó a través de un consenso con los participantes para determinar en una escala del 1 al 5; donde 1 es más importante y 5 lo menos importante. Lo anterior con el fin de conocer cual de los componentes que integran el IPA+ es de mayor importancia de acuerdo con el contexto socioambiental de las comunidades acorde a su percepción.

Categoría	Situación	Priorización de la situación	Priorización de la categoría
¿Cómo se organizan para obtener el agua?			
¿Qué uso le dan al agua?			
¿Cómo obtienen el agua?			
¿Cómo es la cantidad y calidad del agua?			
¿En qué estado cree que se encuentran sus bosques con respecto al agua?			

Cuadro 3. Matriz del Índice de Pobreza de Agua Participativo (IPA+). Elaboración propia.

En el cuadro 3 se muestra la matriz del IPA+ empleada para los talleres participativos.

La columna “categoría” representa cada uno de los componentes que integran el IPA+. Se optó por cambiarlo a preguntas que facilitaran la explicación del significado de cada componente.

La columna “situación” se entiende como el conjunto de problemas o dinámicas que los habitantes identifican en torno a los recursos hídricos; mientras que la columna “priorización de la situación” sirvió para determinar el grado de importancia de las problemáticas identificadas anteriormente y facilitar la priorización de los componentes.

Finalmente, en la última columna se determinó a través de un consenso general una ponderación de los cinco componentes para identificar el grado de importancia que tiene cada componente para los habitantes de las localidades. La ponderación se realizó en una escala del 1 al 5, donde 1 es más importante y 5 el menos importante.

4.3.2. Cambio de uso de suelo

Para este eje se realizó un mapa de las localidades en donde los participantes plasmaron las características más importantes (montañas, bosques, edificaciones, campos agrícolas, fuentes de agua, caminos y límites territoriales) que ellos identificaron como representativos de la localidad (Ver anexo 3: Mapa participativo).

El objetivo de esta actividad fue reconocer los cambios en su territorio debido al cambio de decreto del Parque Nacional a Área de Protección de Flora y Fauna; la identificación de causas directas e indirectas del cambio de uso de suelo y la identificación de cambios en la disponibilidad de los recursos naturales y efectos del cambio climático.

4.3.3. Historia ambiental

Para este eje se realizaron dos tipos de actividades: mapeo participativo y una línea del tiempo. Para la primera dinámica, se les pidió a los participantes que dibujaran un mapa de su localidad y como es que ellos la perciben. Se dibujaron los elementos más característicos que ellos identificaron tales como la ubicación de sus fuentes de agua, montañas, bosques, edificaciones, campos agrícolas, caminos y límites territoriales entre otros.

Posteriormente, se les pidió a los participantes que sobre el mismo mapa incorporaran elementos que ellos identificaran que anteriormente se encontraban en su localidad o cambios que han tenido algún tipo de impacto a lo largo del tiempo en su territorio como lo ha sido la cubierta forestal, zonas y tipos de cultivos, el tipo y ubicación de sus fuentes de agua y límites territoriales entre otros.

Para la segunda dinámica, se realizó una charla informal en la que los participantes relataban como había sido la transformación de su territorio a través del tiempo. Se escribieron sucesos y fechas importantes que los participantes identificaron, de igual modo se realizaron preguntas detonadoras que ayudaron a nutrir la dinámica y construir de manera más eficaz la historia de la localidad contemplando elementos socioambientales (Ver anexo 4: Línea del tiempo).

4.4. Encuestas

Son una herramienta que facilita conocer las percepciones de los participantes de manera individual. Se realizan con el objetivo de conocer un tema en específico, sin embargo, en muchas ocasiones pueden aportar información poco detallada (Giddens, 1997).

Se aplicaron un total de 65 encuestas semiestructuradas en las localidades de: Angahuan, Santa Ana Zirosto, Zacán, La Escondida, Condébaro y Los Pastores. En la estructura de la encuesta se contemplaron los cinco componentes del IPA+ en donde cabe destacar que las personas encuestadas se eligieron al azar y eran habitantes de las comunidades, sin embargo, también se encuestaron a los distintos grupos de tomadores de decisiones (Jefe de tenencia, Comisariado y Encargados del agua) (Ver anexo 5: Encuesta semiestructurada).

Localidad	Angahuan	Santa Ana Zirosto	Paso de la Nieve	Tancítaro
Num. De encuestas	24 (Habitantes y autoridades locales)	4 (Habitantes y autoridades locales)	1 (Autoridades locales)	1 (Autoridades locales)

Cuadro 4. Número de encuestas aplicadas por localidad.

Posteriormente, se vaciaron las encuestas a una base de datos en Excel para ser analizadas. Dicho análisis se realizó en base a las respuestas con mayor incidencia al igual que la asignación de los pesos para cada componente para su integración en el IPA+.

4.5. Entrevistas

Se realizaron entrevistas semiestructuradas a tres grupos distintos (Autoridades locales, encargados del agua y aguacateros) para conocer el rol que desempeña cada grupo con respecto a la administración y manejo de las fuentes de agua sobre las cuales hacen uso. Dichas entrevistas fueron aplicadas en las localidades de Angahuan, Santa Ana Zirosto, Paso de la Nieve, San Francisco Peribán y La Escondida (Ver anexo 6: Entrevista semiestructurada).

Localidad	Angahuan	Santa Ana Zirosso	Paso de la Nieve	Tancítaro
Actores	Encargados del agua Jefe de tenencia Usuarios	Comité de agua Jefe de tenencia Usuarios	Fontanero Jefe de tenencia Usuarios	Comité de agua Usuarios

Cuadro 5. Actores por localidad que inciden en el manejo del agua.

4.6. Monitoreo de calidad de agua

Se realizó un monitoreo de calidad de agua a 25 fuentes de agua (manantiales y depósitos de agua) de los cuales las localidades pertenecientes a la Región Pico de Tancítaro realizan mayor provecho. El monitoreo se realizó con el Kit Alabama Water Monitoring de la compañía “LaMötte” con el cual se realizó el análisis físico-químico del agua por colorimetría para seis parámetros básicos representativos de la calidad del agua; Dureza (mg/litro), Alcalinidad (mg/litro), Oxígeno disuelto (ppm), Potencial de hidrogeno (pH), Turbidez (JTU) y Temperatura del agua y ambiente. El monitoreo fue llevado a cabo un mínimo de dos veces tanto en temporada de secas como de lluvias para obtener un registro anual.

Posteriormente, se analizaron los datos obtenidos en campo y se utilizó como referencia el Índice de Calidad de Agua (ICA) propuesto por Brown (1970) para obtener los valores correspondientes permisibles de cada parámetro dentro del ICA; así mismo, se realizó una comparación con la NOM-127-SSA1-1994; Salud ambiental, agua para uso y consumo humano-límites permisibles de calidad y tratamientos al que debe someterse el agua para su potabilización, para corroborar los límites permisibles para consumo y aprovechamiento humano para su incorporación en el IPA+.

4.7. Construcción del Índice de Pobreza de Agua Participativo (IPA+)

Para esta investigación se realizó el índice a partir de la estructura general del IPA propuesto por Sullivan (2002) y con aportes de distintos autores (Molle & Mollinga, 2003), (Giné Garriga & Pérez Foguet, 2010). El IPA es una herramienta flexible y con un potencial participativo, por lo que se optó por construir de manera conjunta con los habitantes de las comunidades la identificación de problemáticas y otorgar el peso de cada componente que integran el IPA+ de acuerdo con el grado de importancia que tienen para cada una de las comunidades.

La construcción del IPA+ se realizó a través de distintas metodologías (observación, encuestas, entrevistas, talleres participativos y monitoreo de calidad de agua). Sin embargo, es la percepción y conocimiento local la clave para la identificación de problemas o necesidades de las comunidades, los cuales con el índice se pretenden plasmar para obtener un panorama socioambiental general entorno a los recursos hídricos y proponer estrategias para un mejor manejo del agua.

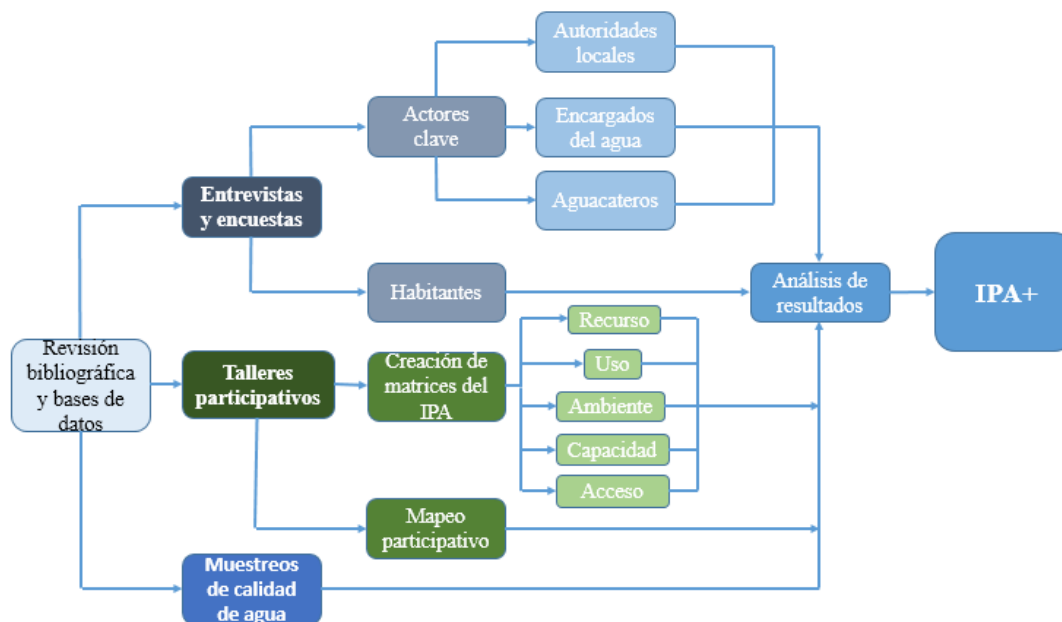


Figura 6. Metodología empleada para la elaboración del IPA+. Elaboración propia.

El IPA+ considera en sus componentes una escala del 1 al 5; donde 1 es mas importante y 5 lo menos importante de acuerdo con los usuarios del agua.

A continuación, se describen los componentes y subcomponentes utilizados para esta investigación.

4.7.1. Componente Recurso

El componente está integrado por tres subcomponentes que consideran el estado físico de los recursos hídricos superficiales disponibles tomando en cuenta factores tales como clima, precipitación, calidad y cantidad de agua.

4.7.1.1. Subcomponente “R1”: Conocimiento de la precipitación media anual.

Este subcomponente es un factor importante que determina la recarga de los mantos acuíferos a través de la infiltración y escurrimientos que dan origen a los manantiales aprovechados por las comunidades. Este subcomponente se obtuvo utilizando el índice de aridez de Martonne (De Martonne, 1926), cuya fórmula es la siguiente:

$$Ia = \frac{p}{(tm + 10)}$$

Donde:

Ia= Índice de aridez

p= Precipitación media anual (mm)

tm= Temperatura media anual en °C

El valor del subcomponente se obtuvo a través de los datos de precipitación media anual y temperatura media anual de distintas estaciones climatológicas con más de 15 años de datos alrededor de la zona del Tancítaro para posteriormente obtener un promedio y utilizarlo en el índice de aridez de Martonne.

La clasificación de los resultados se expresa en diferentes rangos los cuales para esta investigación fueron adaptados para el IPA+ en una escala numérica del 0 a 100, lo que permitió estandarizar los datos. Las siguientes categorías fueron utilizadas para la construcción del IPA+.

Valores	0-10	10-20	20-30	30-60	60 y más
Aridez	Desértico árido	Semiárido	Subhúmedo	Húmedo	Perhúmedo
Valor en el IPA+ (0-100)	0	25	50	75	100

Cuadro 6. Clasificación del índice de aridez de Martonne en el IPA+.

4.7.1.2. Subcomponente “R2”: Evaluación cuantitativa de los recursos hídricos.

Este subcomponente hace referencia a la cantidad de agua superficial disponible de manantiales de los cuales hacen uso las localidades para satisfacer sus necesidades básicas domésticas. Para este trabajo no fue posible medir la cantidad de agua de dichos manantiales, sin embargo, los datos de aforo de los manantiales monitoreados en esta investigación se obtuvieron de Fuentes (2011) quien realizó mediciones de volumen de los manantiales del Pico de Tancítaro tanto en temporadas de secas como de lluvias.

Para obtener el valor del subcomponente dentro del IPA+, se agruparon las fuentes de agua por localidad y se obtuvo un promedio de agua disponible por habitante de acuerdo con el volumen total de agua superficial proveniente de los manantiales.

La estimación se realizó a partir de la cantidad de agua que los habitantes usan en sus hogares por día, semana o mes de acuerdo con las encuestas. Para fines prácticos se convirtieron dichas cantidades a litros de agua por día para posteriormente compararla con la cantidad de agua por persona por día mínima en zonas rurales que de acuerdo con lo establecido por la ONU, la cantidad de agua mínima por día por habitante en zonas rurales corresponde a 100 L/día/hab (Falkenmark, 1989).

Una vez realizada la comparación, todas las localidades que excedieran de los 100 L/día/hab se les otorgaba un valor dentro del IPA+ de 100; mientras que las localidades que estuvieran por debajo de los 100 L/día/hab se les otorgaba un valor de 0 el cual significa que existe un déficit de agua superficial disponible para satisfacer las necesidades domesticas básicas.

4.7.1.3. Subcomponente “R3”: Conocimiento de la calidad de agua.

Hace referencia a la necesidad de conocer la calidad de agua de las fuentes de las cuales las localidades hacen uso con la finalidad de determinar las concentraciones de los parámetros mencionados anteriormente que pudieran perjudicar la salud humana.

Para obtener el valor del subcomponente dentro del IPA+, se realizó un monitoreo de calidad de agua de 25 fuentes de agua (manantiales en su mayoría) tanto en temporada de secas como de lluvias. El monitoreo se realizó con el Kit Alabama Water Monitoring de la compañía “LaMötte”, con el cual se midieron seis parámetros para análisis físico-químico del agua mediante colorimetría: Dureza (mg/litro), Alcalinidad (mg/litro), Oxígeno disuelto (ppm), Potencial de hidrógeno (pH), turbidez (JTU) y temperatura del agua y ambiente. Aunque estos datos no reflejan cabalmente la calidad del agua ya que para ello, es necesario medir otros parámetros, si representan una guía básica para estimar el grado cuantitativo de la calidad que tiene el recurso hídrico en un momento dado.

Posteriormente, se agruparon las fuentes de agua por localidad y se utilizó como referencia el Índice de Calidad de Agua (ICA) propuesto por Brown (1970) para obtener el valor del ICA por manantial por localidad de los siguientes parámetros: Oxígeno disuelto, potencial de hidrogeno, turbidez y temperatura.

Para los parámetros restantes que no se contemplan en el ICA (Dureza y alcalinidad), se compararon los datos obtenidos en campo con la NOM-127-SSA1-1994; Salud ambiental, agua para uso y consumo humano-límites permisibles de calidad y tratamientos al que debe someterse el agua para su potabilización, para corroborar los límites permisibles para consumo y aprovechamiento humano para su incorporación en el ICA.

De acuerdo con el índice de Brown, se pueden asignar pesos relativos a cada uno de los parámetros a medir, según su influencia sobre los “usos específicos” del cuerpo de agua a estudiar (Brown, 1970). Para este trabajo se asignaron pesos equivalentes para nuestros seis parámetros, ya que el propósito es tener un primer acercamiento a la condición general en que se encuentran los cuerpos de agua. Es decir, que para obtener el 100% de nuestro ICA, se les asignó un valor total de 16.66% a cada uno de los parámetros.

En base a lo anterior, si obtenemos un valor máximo de 100 puntos esto querrá decir que nuestro cuerpo de agua se encuentra en las mejores condiciones para su contacto y uso directo de acuerdo con nuestros parámetros medidos; y de manera correlacionada al disminuir el valor total, igualmente se puede decir que el cuerpo de agua se encuentra en condiciones menos apropiadas.

Para obtener el valor del índice de Brown se utilizó la siguiente fórmula:

$$ICA_a = \sum_{i=1}^9 (Sub_i * w_i)$$

Para esta investigación se utilizó la misma fórmula, únicamente se ajustó el número de parámetros a seis los cuales fueron los que se midieron en campo resultando de la siguiente manera:

$$ICA_a = \sum_{i=1}^{\boxed{6}} (Sub_i * w_i)$$

Es una suma lineal ponderada de los subíndices (ICA_a):

Donde:

w_i : Pesos relativos asignados a cada parámetro (Sub_i), y ponderado entre 0 y 1, de tal forma que se cumpla que la sumatoria sea igual a uno.






Sub_i : Subíndice del parámetro i .

Para obtener el resultado del “ICA” se aplicó la ecuación obteniendo los Sub_i con la ayuda de distintas graficas que se encuentran en el índice de calidad de agua las cuales indican el valor de los datos obtenidos en campo para su conversión dentro del ICA.

Para los dos parámetros que no contempla el ICA, se revisó la NOM-127-SSA1-1994; Salud ambiental, agua para uso y consumo humano-limites permisibles de calidad y tratamientos al que debe someterse el agua para su potabilización. Si dichos parámetros se encontraban dentro del rango permisible, estos obtendrían un valor de 100, siendo el 16.66% dentro del ICA.

Sin embargo, nuestro interés final es conocer el estado general del agua utilizada por localidad. Para ello se promedió el valor de los manantiales por localidad para obtener el valor final del ICA.

Finalmente, el ICA resultante de cada localidad se clasificó en los rangos establecidos de acuerdo con el índice de Brown como se muestra en el cuadro 7.

Calidad de agua	Color	Valor
Excelente		91 a 100
Buena		71 a 90
Regular		51 a 70
Mala		26 a 50
Pésima		0 a 25

Cuadro 7. Clasificación del ICA propuesto por Brown.

4.7.2. Componente Acceso

Este componente esta integrado por tres subcomponentes en función del acceso seguro que tiene la población a las fuentes y servicios relacionados con el agua para satisfacer sus necesidades básicas. Para este componente se consideraron variables relacionadas con el porcentaje total de hogares con acceso al agua dentro de su propiedad, acceso a una sanidad adecuada (sanitario higiénico) y posibles conflictos por el recurso hídrico que pudieran dificultar o imposibilitar su obtención.

4.7.2.1. Subcomponente “A1”: Acceso al agua potable limpia.

Hace referencia al acceso que tienen los hogares a una fuente de agua segura de manera constante o permanente la cual sea adecuada para consumo humano y cubra las necesidades básicas domésticas.

El valor del subcomponente se obtuvo a través del número total de hogares que cuenta con los requisitos anteriormente mencionados de acuerdo con el censo del INEGI del año 2010.

4.7.2.2. Subcomponente “A2”: Ausencia de conflictos por el acceso al agua.

Hace referencia al conocimiento o existencia de conflictos entre actores internos o externos de la localidad que puedan repercutir en el acceso a los recursos hídricos y que de igual manera, incida en una adecuada y equitativa distribución del agua.

El valor del subcomponente se obtuvo a través del total de encuestados en donde se les preguntaba si identificaban algún tipo de conflicto por el acceso al agua. Así mismo, en aquellos lugares donde no fue posible realizar encuestas, el componente fue investigado en los talleres participativos y consultas a las autoridades locales y encargados del agua.

4.7.2.3. Subcomponente “A3”: Acceso a una sanidad adecuada.

Hace referencia al número total de hogares que cuentan con una sanidad adecuada; es decir, que cuenten con sanitarios con o sin agua, que sea higiénico, que cuente con una disposición adecuada de residuos (que no tenga desagüe en la intemperie o en el peor de los casos, que no cuente con sanitario) evitando riesgos de contaminación y salubridad.

El valor del subcomponente se obtuvo a través del número total de hogares que cuentan con los requisitos anteriormente mencionados de acuerdo con el censo del INEGI del año 2010.

4.7.3. Componente Capacidad

Este componente está integrado por cuatro subcomponentes en función de la capacidad que tiene la población para mantener el sistema de agua potable y servicios a partir de la toma de decisiones, la disponibilidad de recursos, escolaridad y la existencia de un buen acceso a sus recursos hídricos.

4.7.3.1. Subcomponente “C1”: Organización sobre el manejo del agua.

Hace referencia a la existencia de algún tipo de organización de las localidades y a la capacidad para organizarse en torno a la toma de decisiones sobre el manejo del agua. El supuesto de esta variable es que al existir una comunidad organizada, puede facilitar el manejo, aprovechamiento y conservación de los recursos hídricos, así como a la resolución de posibles conflictos y planear con mayor eficacia a futuro.

El valor del subcomponente se obtuvo a través del total de encuestados en donde se les preguntó sobre la existencia de algún tipo de organización para el manejo del agua.

4.7.3.2. Subcomponente “C2”: Escolaridad.

Este subcomponente se basa en el supuesto de que si la población cuenta con una educación primaria, la gente tendrá una mínima noción de los procesos relacionados con el agua y su manejo, capacidad de realizar operaciones matemáticas básicas (necesarias para cualquier trabajo), así como un nivel educativo fundamental.

El valor del subcomponente se expresa a partir del porcentaje de la población de 15 años en adelante que cuenta con al menos educación primaria, por lo que a mayor porcentaje con educación terminada, mayor será el valor de este subcomponente. El valor se obtuvo a través del número total de personas que cuenta con educación primaria completa de acuerdo con el censo del INEGI del año 2010.

4.7.3.3. Subcomponente “C3”: Alfabetización.

Hace referencia al porcentaje de la población que tiene la capacidad y mayor facilidad para adquirir nuevo conocimiento y comunicarse a través de un lenguaje escrito que les permita involucrarse de manera más eficiente al manejo y organización de los recursos hídricos.

Se expresa como el porcentaje de población mayor a 15 años con capacidad de leer y escribir, por lo que a mayor porcentaje de población con capacidad de leer y escribir, mayor será el valor de este subcomponente. El valor del subcomponente se obtuvo a través del número total de personas mayores de 15 años con la capacidad de leer y escribir de acuerdo con el censo del INEGI del año 2010.

4.7.3.4. Subcomponente “C4”: Herramientas de trabajo para mantenimiento de fuentes de agua y redes de agua.

Hace referencia a la disponibilidad de herramientas de trabajo tales como palas, picos, carretas, pinzas, cascos, e incluso maquinaria con las que cuentan las localidades para el mantenimiento de sus fuentes y redes de agua.

El valor del subcomponente se obtuvo a través de consultas con las autoridades locales para que determinaran la situación de la comunidad de acuerdo con un rango en una escala de 1 a 5; donde 1 es la mejor situación (Cuentan con las herramientas necesarias) y 5 es la peor situación (No disponen de herramientas).

4.7.4. Componente Uso

El componente esta integrado por dos subcomponentes en función de los diferentes usos que la población le da al agua. Al ser localidades rurales, los principales usos del agua son el uso doméstico, uso agrícola y en algunos casos en industrias de baja escala o procesos artesanales.

4.7.4.1. Subcomponente “U1”: Uso doméstico del agua.

Este subcomponente hace referencia a la cantidad de agua promedio utilizada por los habitantes de las localidades para actividades domésticas (consumo, aseo personal, aseo del hogar y riego de plantas entre otros).

Para esta investigación el valor del subcomponente se obtuvo a través de las encuestas, entrevistas y talleres participativos realizados en donde se conoció la cantidad de agua utilizada aproximada por persona por día, semana o mes. Para fines prácticos se transformaron los datos de cantidad de agua a litros por día para posteriormente obtener un promedio del agua utilizada por los habitantes por localidad.

Todas aquellas localidades donde el promedio de los encuestados tuviera una cantidad de agua mínima de 100 L/hab/día tendrán un valor de 100 dentro del IPA+; si por otro lado, la cantidad es menor a 100, se le otorgara el valor de acuerdo con lo usado por los encuestados.

4.7.4.2. Subcomponente “U2”: Uso agrícola del agua.

Hace referencia a si las personas encuestadas cuentan con algún tipo de huerto o parcela al cual destinan agua ya sea para autoconsumo o comercial.

El valor del subcomponente se obtuvo a través del total de personas encuestadas y entrevistadas que afirmaron destinar agua en su hogar para algún tipo de riego agrícola. Este subcomponente tiene el supuesto de que las personas con cultivos de riego cuentan con el recurso hídrico para dicha actividad por lo que se considera dentro del IPA+ el porcentaje de agua que destinan a sus cultivos.

4.6.5. Componente Ambiente (Environment).

El componente esta integrado por tres subcomponentes en función del estado general del territorio a partir de las características socioambientales del sitio de estudio. Para este componente se tomaron en cuenta factores como cobertura forestal, uso de recursos naturales y la existencia de acciones de reforestación los cuales sirven como indicios básicos del estado ambiental.

4.6.5.1. Subcomponente “E1”: Cobertura forestal.

Hace referencia al porcentaje aproximado de la cobertura forestal del sitio de estudio lo cual puede indicarnos la salud del ecosistema, ya que a mayor cobertura forestal, se asume la existencia de una mayor infiltración de agua y por ende una mayor cantidad y calidad de la misma que abastece a los manantiales de los cuales las localidades hacen uso.

El valor del subcomponente se obtuvo a través de los datos de porcentaje de cobertura forestal en la zona de acuerdo con el Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna Pico de Tancítaro del 2014.

4.6.5.2. Subcomponente “E2”: Uso de recursos naturales.

Hace referencia al grado de aprovechamiento de recursos naturales (leña, plantas, resina y tierra entre otros) que la gente realiza lo que podría indicarnos las condiciones en las que se encuentran sus bosques y por ende los bienes y servicios que proveen dichos ecosistemas.

El valor del subcomponente se obtuvo a través de consultas a las autoridades locales en donde se les preguntó si la gente de las localidades realiza algún tipo de aprovechamiento de sus bosques y en que densidad de acuerdo con un rango en una escala de 1 a 5; donde 1 forma parte de sus necesidades básicas y 5 es inexistente.

4.6.5.3. Subcomponente “E3”: Existencia de reforestaciones.

Hace referencia únicamente a la existencia o no de actividades de reforestación en las localidades lo cual pudiera indicarnos el mantenimiento y salud de sus bosques. Este subcomponente se obtuvo a través de las distintas metodologías y consultas a las autoridades locales en donde se indagó si la localidad realiza actividades de reforestación en sus bosques teniendo únicamente un “sí” o un “no” como respuesta.

Para otorgarle un valor en el IPA+ se estableció que si la localidad realizaba actividades de reforestación tendría un valor de 100; mientras que si la respuesta era no, tendría un valor de 0.

4.7. Asignación de pesos para el IPA+

La asignación de pesos para cada componente se obtuvo a partir de las encuestas y talleres participativos impartidos. Dentro de estas metodologías se realizó una priorización de cada componente por persona en el caso de las encuestas y para los talleres participativos se generó una matriz de priorización en donde los participantes eligieron cada componente en una escala del 1 al 5, donde 1 es más importante y 5 es menos importante.

En el cuadro 8 se muestra la priorización de componentes por localidad. La priorización de componentes fue obtenida del total de las encuestas y de los talleres participativos.

Componente	Localidades			
	Angahuan	Sta. Ana Zirosto	Paso de la Nieve	Tancítaro
Recurso	1	5	3	5
Acceso	5	2	4	3
Capacidad	4	4	5	4
Uso	3	3	2	1
Ambiente	2	1	1	2

Cuadro 8. Priorización de componentes del IPA+ por localidad.

En el cuadro 9 se muestra la ponderación de la priorización de los componentes mediante el método de clasificación. Dicho método sirve para evaluar la importancia de los pesos de acuerdo con la preferencia de los mismos.

La fórmula utilizada fue la siguiente:

$$W_j = \frac{n - r_j + 1}{\sum (n - r_k + 1)}$$

Cada atributo es pesado con $n-r+1$ y el valor se normaliza dividiéndolo entre la suma de los pesos.

Donde:

W_j=peso normalizado para el j-ésimo atributo

n=número de atributos bajo consideración

r=posición que ocupa el atributo en la lista ordenada

En el cuadro 9 se muestran los valores normalizados mediante el método de calificación y homogeneizados para el IPA+.

Componente	Localidades			
	Angahuan	Sta. Ana Zirosto	Paso de la Nieve	Tancítaro
Recurso	33.30%	6.70%	20.00%	6.70%
Acceso	6.70%	26.70%	13.30%	20.00%
Capacidad	13.30%	13.30%	6.70%	13.30%
Uso	20.00%	20.00%	26.70%	33.30%
Ambiente	26.70%	33.30%	33.30%	26.70%
Total	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

Cuadro 9. Valor normalizado por componente del IPA+ por localidad.

5. RESULTADOS

5.1. Índice de Pobreza de Agua Participativo (IPA+)

5.2. Componente Recurso

5.2.1. Subcomponente “R1”: Conocimiento de la precipitación media anual.

El valor del subcomponente se obtuvo a partir de un promedio realizado a datos de precipitación media anual y temperatura media anual de distintas estaciones climatológicas dentro de la Región Pico de Tancítaro de acuerdo con Fuentes (2011). Se hizo una categorización de acuerdo con el índice de aridez de Martonne (1926) y se le otorgó un valor para el IPA+.

Valores	0-10	10-20	20-30	30-60	60 y más
Aridez	Desértico árido	Semiárido	Subhúmedo	Húmedo	Per húmedo
Valor en el IPA+ (0-100)	0	25	50	75	100

Cuadro 10. Índice de aridez de Martonne en el IPA+ para la Región Pico de Tancítaro.

El valor para la Región Pico de Tancítaro en el índice de aridez de Martonne es de 52.03, por lo cual se ubica en la categoría “30-60”, Húmedo, otorgándole al subcomponente un valor para el IPA+ de 75; **R1=75**.

Índice de aridez para la estación climatológica Los Reyes, Los Reyes.

$$Ia = \frac{P}{(tm+10)} \text{ Por lo tanto: } Ia = \frac{860.9}{(20.07+10)} = \frac{860.9}{30.07} = 28.62$$

Índice de aridez para la estación climatológica de Uruapan, Uruapan.

$$Ia = \frac{P}{(tm+10)} \text{ Por lo tanto: } Ia = \frac{1584.8}{(19.5+10)} = \frac{1584.8}{29.5} = 53.72$$

Índice de aridez para la estación climatológica Chorros del Varal.

$$Ia = \frac{P}{(tm+10)} \text{ Por lo tanto: } Ia = \frac{946.2}{(23.9+10)} = \frac{946.2}{33.9} = 27.91$$

Índice de aridez para la estación climatológica Tancítaro (estación auxiliar).

$$Ia = \frac{P}{(tm+10)} \text{ Por lo tanto: } Ia = \frac{910.5}{(8.3+10)} = \frac{910.5}{9.3} = 97.90$$

Estacion climatológica	Índice de aridez	Interpretación	Valor en el IPA+
Los Reyes, Los Reyes	28.62	Subhúmedo	50
Uruapan, Uruapan	53.72	Húmedo	75
Chorros del varal, Los Reyes	27.91	Subhúmedo	50
Tancítaro (estación auxiliar)	97.90	Per húmedo	100
Región Pico de Tancítaro	52.03	Húmedo	75

Cuadro 11. Índice de aridez de Martonne en el IPA+ por estación climatológica para la Región Pico de Tancítaro.

5.2.2. Subcomponente “R2”: Evaluación cuantitativa de los recursos hídricos.

El valor de este subcomponente se obtuvo del total de agua superficial aportada por los manantiales utilizados por las localidades por día. La cantidad total obtenida de agua se dividió entre el número total de habitantes por localidad de acuerdo con el censo del INEGI del 2010.

Posteriormente, todas aquellas localidades que obtuvieran una cantidad de 100 L/hab/día obtendrían un valor dentro del IPA+ de 100; siendo este el valor más alto; sin embargo, aquellas localidades que tengan una cantidad de agua menor a los 100 L/hab/día, tendrán un valor de 0 dentro del IPA+ al no cumplir con la cantidad mínima de agua requerida para satisfacer sus necesidades básicas domésticas indicado que existe un déficit de agua superficial disponible.

Localidad	Cantidad de agua total L/día	Población total	Déficit	Valor en el IPA+
Angahuan	4,814,208	5,773	No	100
Santa Ana Zirosto	15,292,800	1,634	No	100
Tancítaro	2,146,521	6,747	No	100
Paso de la Nieve	259,200	109	No	100

Cuadro 12. Subcomponente “R2”: Evaluación cuantitativa de los recursos hídricos.

Como se puede observar en el cuadro 12, existe la cantidad de agua necesaria para satisfacer las necesidades básicas domésticas por persona en todas las localidades analizadas. La cantidad mayor o menor de agua por persona (litros por día) depende de la población total de cada localidad. Es de hacer notar que la localidad de Santa Ana Zirosto dispone de la mayor cantidad de agua total y la que proporciona la mayor cantidad de agua por persona por día. Sin embargo, los datos se limitan a la cantidad total de agua donde no se incluyen las pérdidas de agua.

5.2.3. Subcomponente “R3”: Conocimiento de la calidad de agua.

Para este subcomponente se utilizó el Índice de Calidad de Agua (ICA) como referencia para obtener el valor de los parámetros: Oxígeno disuelto, potencial de hidrógeno (pH), Turbidez y Temperatura del agua y ambiente; mientras que para los parámetros de Alcalinidad y Dureza se revisaron los rangos permisibles dentro de la “Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, "Salud Ambiental, Agua Para Uso Y Consumo Humano- Límites Permisibles De Calidad Y Tratamientos A Que Debe Someterse El Agua Para Su Potabilización”.

Localidad	Angahuan	Santa Ana Zirosto	Paso de la Nieve	Tancítaro
Valor ICA	76.73	80.26	78.25	73.76

Cuadro 13. Valores del índice de calidad de agua por localidad.

En el cuadro 13 se observa el valor obtenido para cada localidad de acuerdo con la metodología del índice de calidad de agua propuesto por Brown (1970).

De acuerdo con los valores obtenidos, todas las localidades se encuentran en el rango que abarca de 71 a 90 que se muestran en el cuadro 7 indicando que es un agua de buena calidad la cual cuenta con las condiciones aptas para aprovechamiento y consumo humano.

En base a lo anterior, el valor obtenido dentro del ICA corresponderá al mismo valor para el IPA+ para este subcomponente para cada localidad.

5.2.4. Valor para el Componente Recurso

El valor del Componente Recurso se calculó al promediar los valores de los subcomponentes con la siguiente expresión:

$$R = \frac{(R1 + R2 + R3)}{3}$$

3

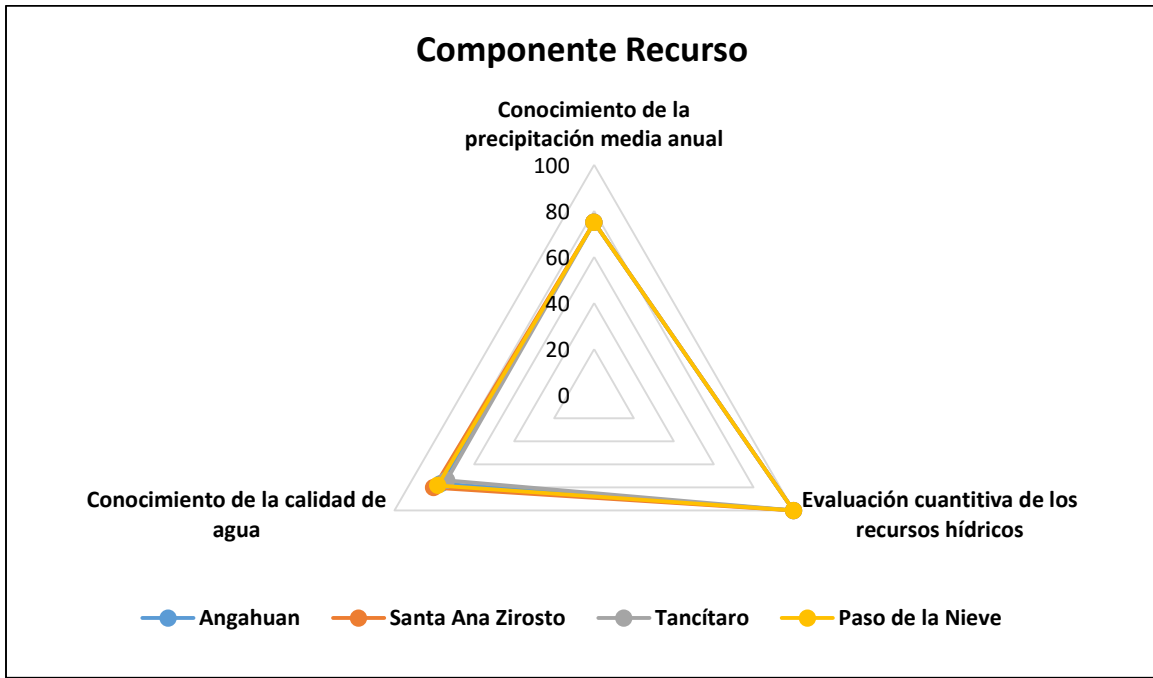


Figura 7. Componente Recurso. Elaboración propia

Se observa que los subcomponentes obtuvieron un valor medio-alto para cada uno. De acuerdo con el índice de aridez de Martonne, la Región Pico de Tancítaro cuenta con un clima húmedo, haciéndolo idóneo para la captura de agua, además de ser uno de los principales focos hidrológicos en Michoacán. En base a lo anterior, la cantidad de agua que los manantiales aportan a las localidades es alta, es decir, existe agua disponible para satisfacer las necesidades mínimas básicas para las localidades.

De igual forma, la calidad de agua que se registró de los manantiales presenta un valor bueno y dentro de la “Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, "Salud Ambiental, Agua Para Uso Y Consumo Humano-Límites Permisibles De Calidad Y Tratamientos A Que Debe Someterse El Agua Para Su Potabilización” para su consumo y aprovechamiento para su uso doméstico y agrícola.

5.3. Componente Acceso

5.3.1. Subcomponente "A1": Acceso al agua potable limpia.

Se tomó en cuenta el porcentaje total de viviendas habitadas con acceso al agua entubada de acuerdo con datos del censo nacional (INEGI, 2010), por lo que se consideraron dos variables; viviendas con agua dentro del hogar y viviendas con agua fuera del hogar.

Localidad	Viviendas particulares habitadas	Viviendas disponen de agua entubada dentro de la vivienda, o fuera de la vivienda pero dentro del terreno	Valor del subcomponente en el IPA+
Angahuan	1,181	1,092	92.46
Santa Ana Zirosto	318	318	100
Tancítaro	1,502	1,462	97.33
Paso de la Nieve	26	26	100

Cuadro 14. Subcomponente "A1": Acceso al agua potable limpia.

5.3.2. Subcomponente "A2": Ausencia de conflictos por acceso al agua.

Angahuan

En el caso de la comunidad de Angahuan se realizaron un total de 24 encuestas con un total de 24 respuestas negativas con respecto a que si existe algún tipo de conflicto o competencia por el acceso al recurso hídrico. Sin embargo, a través de las múltiples visitas, observación y entrevistas a las autoridades locales del momento (las cuales cambiaban periódicamente debido a conflictos internos) se decidió otorgarle un porcentaje dentro de la escala del IPA+ del 25%, por lo tanto A2=25.

Santa Ana Ziosto

En el caso de la comunidad indígena de Santa Ana Ziosto se realizaron un total de cuatro encuestas con un total de 4/4 repuestas negativas con respecto a que si existe algún tipo de conflicto o competencia por el acceso al recurso hídrico.

Adicionalmente, se realizó una entrevista a las autoridades locales y encargados del agua los cuales nos contextualizaron del problema que existe por el recurso hídrico específicamente sobre un manantial llamado “Zipicha” el cual ellos abogan le pertenece la comunidad debido a una concesión otorgada a un privado ajeno a la comunidad de Santa Ana Ziosto.

En base a lo anterior, se decidió otorgarle un valor de 50; por lo tanto “A2”= 50.

Tancítaro

En el caso de la localidad de Tancítaro se realizó un taller participativo abierto al público al cual acudieron autoridades locales, encargados del agua y habitantes donde se realizaron mesas de trabajo y a manera de consulta con respecto a que si existe algún tipo de conflicto o competencia por el acceso al recurso hídrico y el resultado fue nulo.

De acuerdo con lo anterior, se obtuvo un 100% para este subcomponente, por lo tanto, A2=100.

Paso de la Nieve

En el caso de la localidad de Paso de la Nieve se realizó un taller participativo abierto al público al cual acudieron autoridades locales, encargados del agua, y los propios habitantes, además de realizarse una entrevista a la autoridad local con respecto a que si existe algún tipo de conflicto o competencia por el acceso al recurso hídrico.

En base a lo anterior, el porcentaje para este subcomponente es de 50% al haber categorizado este subcomponente con las metodologías implementadas y observaciones por lo que podemos afirmar que para este caso el subcomponente “A2” = 50.

5.3.3. Subcomponente “A3”: Acceso a una sanidad adecuada.

Se tomó en cuenta el porcentaje total de viviendas habitadas que cuentan con excusado, retrete, sanitario, letrina u hoyo negro (considerado como básico para una sanidad mínima) de acuerdo con datos del censo nacional (INEGI, 2010).

Localidad	Viviendas particulares habitadas	Viviendas cuentan con excusado, retrete, sanitario, letrina u hoyo negro.	Valor del subcomponente en el IPA+
Angahuan	1,181	1,161	98.3
Santa Ana Zirosto	318	317	99.68
Tancítaro	1,502	1,474	98.13
Paso de la Nieve	26	25	96.15

Cuadro 15. Subcomponente “A3”: Acceso a una sanidad adecuada.

5.3.4. Valor para el Componente Acceso

El valor del Componente Acceso se calculó al promediar los valores de los subcomponentes con la siguiente expresión:

$$A = \frac{(A1 + A2 + A3)}{3}$$

3

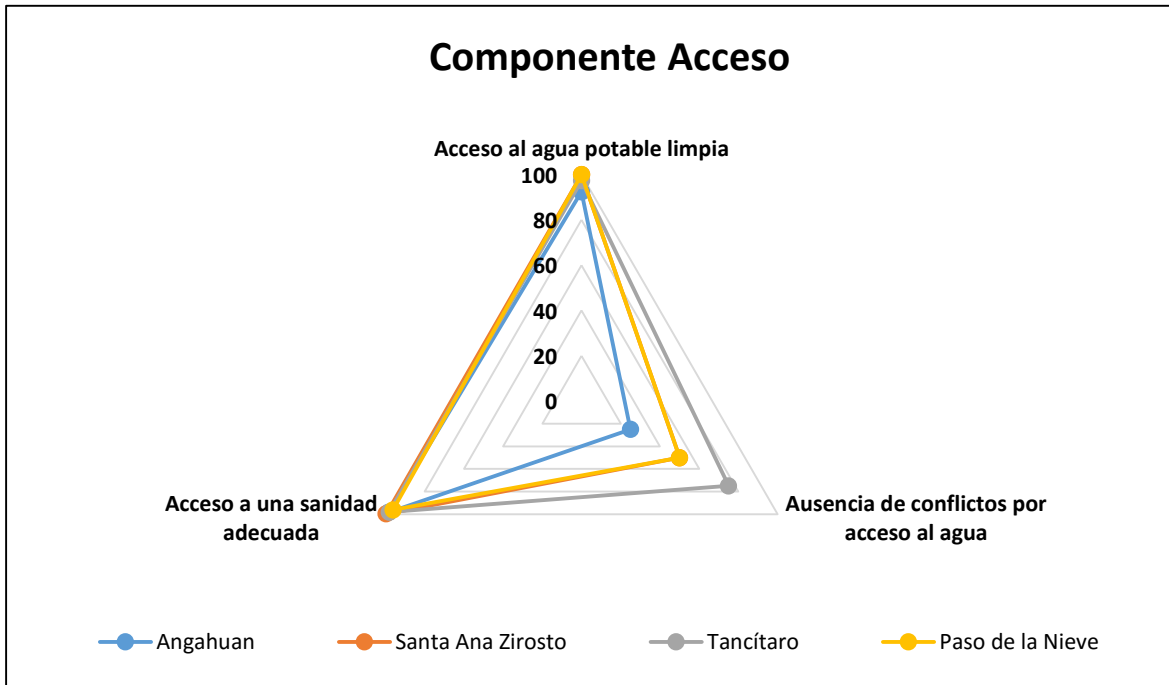


Figura 8. Componente Acceso. Elaboración propia.

Se observa que los subcomponentes “A1” y “A3” obtuvieron valores altos para todas las localidades. Por otro lado, el subcomponente “A2” obtuvo un valor medio-bajo para las localidades de Paso de la Nieve y Angahuan debido a la existencia de conflictos por el recurso hídrico, cabe mencionar, que la intensidad y tipo de conflicto es distinta para cada localidad.

5.4. Componente Capacidad

5.4.1. Subcomponente “C1”: Organización para el manejo del agua.

Para este subcomponente se tomaron en cuenta el total de entrevistas realizadas para cada sitio, así como las entrevistas con las autoridades locales y encargados del agua y talleres participativos impartidos.

Angahuan

En el caso de la localidad de Angahuan se realizaron un total de 24 encuestas con un total de 24 respuestas positivas con respecto a que si cuentan con algún tipo de organización encargada del agua para su manejo.

Sin embargo, al realizarse entrevistas a las autoridades locales y encargados del agua, el resultado fue distinto. Nos mencionaron que existen problemas administrativos internos muy fuertes de organización debido a la corrupción sobre el dinero que se destina para las redes de agua y su mantenimiento, el pago de cuotas por los usuarios del agua y permisos de agua a privados ajenos a la localidad de Angahuan.

En base a lo anterior, se decidió categorizar el subcomponente con un porcentaje de 25% por lo que podemos afirmar que para este caso el subcomponente “C1” = 25.

Santa Ana Zirosto

En el caso de la comunidad indígena de Santa Ana Zirosto se realizaron un total de cuatro entrevistas con un total de 3/4 repuestas positivas con respecto a algún tipo de organización existente encargada del agua para su manejo.

En base a lo anterior, el porcentaje para este subcomponente es de 75% al haber obtenido 3/4 respuestas positivas. Por lo tanto podemos afirmar que “C1” = 75.

Tancítaro

En el caso de la localidad de Tancítaro se realizó un taller participativo en donde participaron habitantes de la localidad así como autoridades responsables del agua. En la realización de la matriz del IPA+, se realizó la siguiente pregunta: ¿En una escala del 1 al 5 donde 1 es 100 y 5 es 0, que valor le otorgan a la localidad de Tancítaro en cuanto a la organización para el manejo del agua?

En base a lo anterior, se le otorgo un valor de 75 dando como resultado “C1” = 75.

Paso de la Nieve

En el caso de la comunidad de Paso de la Nieve se realizó un taller participativo en donde participaron habitantes de la localidad así como autoridades responsables del agua. En la realización de la matriz del IPA+, se realizó la siguiente pregunta: ¿En una escala del 1 al 5 donde 1 es 100 y 5 es 0, que valor le otorgan a la localidad de Tancítaro en cuanto a la organización para el manejo del agua?

En base a lo anterior, se le otorgo un valor de 50 dando como resultado “C1” = 50.

5.4.2. Subcomponente “C2”: Escolaridad.

Los valores para este subcomponente se obtuvieron a través del censo nacional (INEGI, 2010), de los cuales se obtuvo el porcentaje del total de personas con algún nivel de escolaridad.

Localidad	Total habitantes	Total de personas con algún nivel de escolaridad	Valor del subcomponente en el IPA+
Angahuan	3,511	2,678	76.27
Santa Ana Zirosto	1,062	938	88.32
Tancítaro	4,379	3,978	90.84
Paso de la Nieve	72	51	70.83

Cuadro 16. Subcomponente “C2”: Escolaridad.

5.4.3. Subcomponente “C3”: Alfabetización.

Los valores para obtener este subcomponente se obtuvieron a través del censo nacional (INEGI, 2010), en los cuales se obtuvieron datos sobre personas de 15 a 130 años que no saben leer ni escribir.

Localidad	Total habitantes	Total de personas que no saben leer ni escribir.	Valor del subcomponente en el IPA+
Angahuan	3,511	2,593	73.85
Santa Ana Zirosto	1,062	906	85.31
Tancítaro	4,379	4,051	92.5
Paso de la Nieve	72	64	88.88

Cuadro 17. Subcomponente “C3”: Alfabetización.

5.4.4. Subcomponente “C4”: Herramientas de trabajo para mantenimiento de fuentes y redes de agua por localidad.

Para este subcomponente se tomó en cuenta la disponibilidad de herramientas de trabajo con las que las localidades cuentan para realizar trabajos de mantenimiento de redes y fuentes de agua. Este subcomponente se obtuvo a través de entrevistas con las autoridades locales en las cuales se les preguntaba el rango en el que se encontraba la comunidad con respecto a la disponibilidad de herramientas. El rango abarca una escala de 1 a 5; donde 1 es la mejor situación (Cuentan con las herramientas necesarias) y 5 es la peor situación (No disponen de herramientas).

	Herramientas de trabajo para mantenimiento de fuentes y redes de agua				
	Mejor situación	Rangos			Peor situación
Valor en el IPA+	100	75	50	25	0
Valor por comunidad en una escala del 1 al 5	1	2	3	4	5
Localidades					
Angahuan	•				
Santa Ana Zirosto		•			
Paso de la Nieve			•		
Tancítaro	•				

Cuadro 18. Herramientas de trabajo para mantenimiento de fuentes y redes de agua por localidad.

5.4.5. Valor para el Componente Capacidad

El valor del Componente Capacidad se calculó al promediar los valores de los subcomponentes con la siguiente expresión:

$$C = \frac{(C1 + C2 + C3 + C4)}{4}$$

4

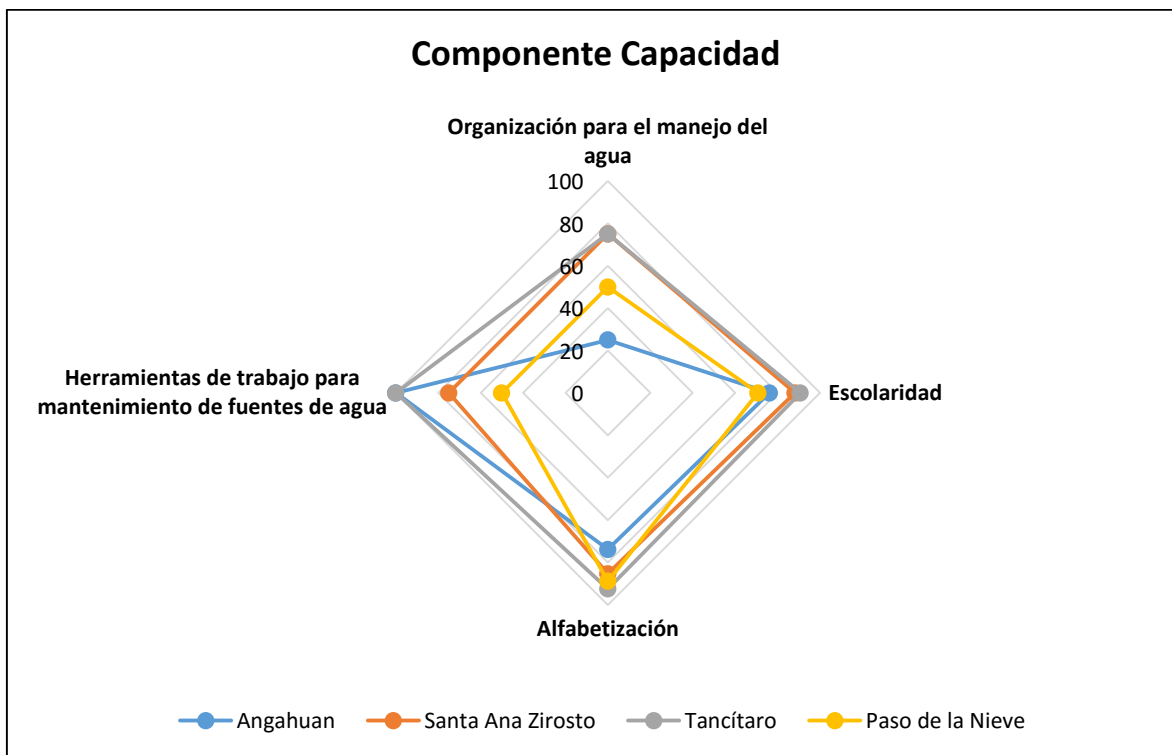


Figura 9. Componente Capacidad. Elaboración propia.

Para este componente se observa que los valores de los subcomponentes tienen una mayor diferencia entre ellos. El subcomponente “C1” (Organización para el manejo del agua) presenta valores altos y bajos, especialmente se observa que la localidad de Angahuan presenta el valor más bajo siendo esta la que tiene un mayor déficit de organización para el manejo de los recursos hídricos.

Por otro lado, la localidad de Paso de la Nieve tiene en su mayoría valores bajos en todos los subcomponentes lo cual indica un déficit en niveles de escolaridad y cuestiones de organización interna que pudieran repercutir en una gestión adecuada del recurso.

Para el subcomponente “C4” (Herramientas de trabajo para mantenimiento de fuentes y redes de agua por localidad.) se muestra que existe una diferencia entre localidades en cuanto a la disponibilidad de herramientas propias para la realización de trabajos de mantenimiento y mejoramiento de sus fuentes de agua.

5.5. Componente Uso

5.5.1. Subcomponente “U1”: Uso doméstico del agua.

Para este subcomponente se tomaron en cuenta los datos de cantidad de agua usada por los habitantes en sus hogares obtenidos de las encuestas. Posteriormente, se transformaron los datos obtenidos a una medida general (L/día); dichos datos se contrastaron con la cantidad de uso de agua mínima (L/hab/día) para zonas rurales que de acuerdo con la ONU corresponde a una cantidad de (100 L/hab/día).

Para las localidades de Paso de la Nieve y Tancítaro no fue posible realizar encuestas. Sin embargo, en ambas localidades se realizó un taller participativo y una entrevista a la autoridad local en donde de acuerdo con los participantes y las autoridades, cuentan con el agua suficiente para satisfacer sus necesidades básicas. De este modo se decidió otorgarles a ambas localidades un valor en el IPA+ de 100.

Localidad	Agua por habitante (L/hab/día)*	Déficit	Valor del subcomponente en el IPA+
Angahuan	155.49	No	100
Santa Ana Zirosto	84.28	Si	84.28
Tancítaro	S/D	No	100
Paso de la Nieve	S/D	No	100

Cuadro 19. Subcomponente “U1”: Uso doméstico del agua.

* Se requiere un mínimo de 100 L/hab/día para cumplir las necesidades mínimas de una persona de acuerdo con la ONU.

5.5.2. Subcomponente “U2”: Uso agrícola del agua

Para este subcomponente se tomaron en cuenta el número total de encuestados en cada localidad para identificar si cuentan con algún tipo de parcela y de qué tipo; de temporal o de riego.

Angahuan

Para este sitio se realizaron un total de 24 encuestas en las que 8/24 fueron respuestas positivas sobre parcelas que son de riego.

En base a lo anterior, podemos decir que 8/24 representa el 33.33% de las personas que destinan agua para uso agrícola, por lo tanto “U1” = **33.33**.

Santa Ana Zirosto

Para este sitio se realizaron un total de cuatro encuestas en las que 4/4 fueron respuestas positivas sobre parcelas que son de riego.

En base a lo anterior, podemos decir que 4/4 representa el 100% de las personas que destinan agua para uso agrícola, por lo tanto “U1” = **100**.

Tancítaro

Para este sitio no fue posible realizar encuestas, sin embargo, se recaudó información en el taller y la entrevista aplicada a los encargados del agua para calcular el porcentaje aproximado de aquellas parcelas que son de riego.

En base a lo anterior, el porcentaje aproximado de parcelas de riego existentes en esta localidad es del 80%, por lo tanto “U1” = **80**.

Paso de la Nieve

Para este sitio no fue posible realizar encuestas, sin embargo, se recaudó información en el taller y la entrevista aplicada a los encargados del agua para calcular el porcentaje aproximado de aquellas parcelas que son de riego.

Para esta localidad no cuentan con parcelas de riego, todas son parcelas de temporal por lo que “U1” = **0**.

5.5.3. Valor para el componente Uso

El valor del Componente Uso se calculó al promediar los valores de los subcomponentes con la siguiente expresión:

$$U = \frac{(U1 + U2)}{2}$$

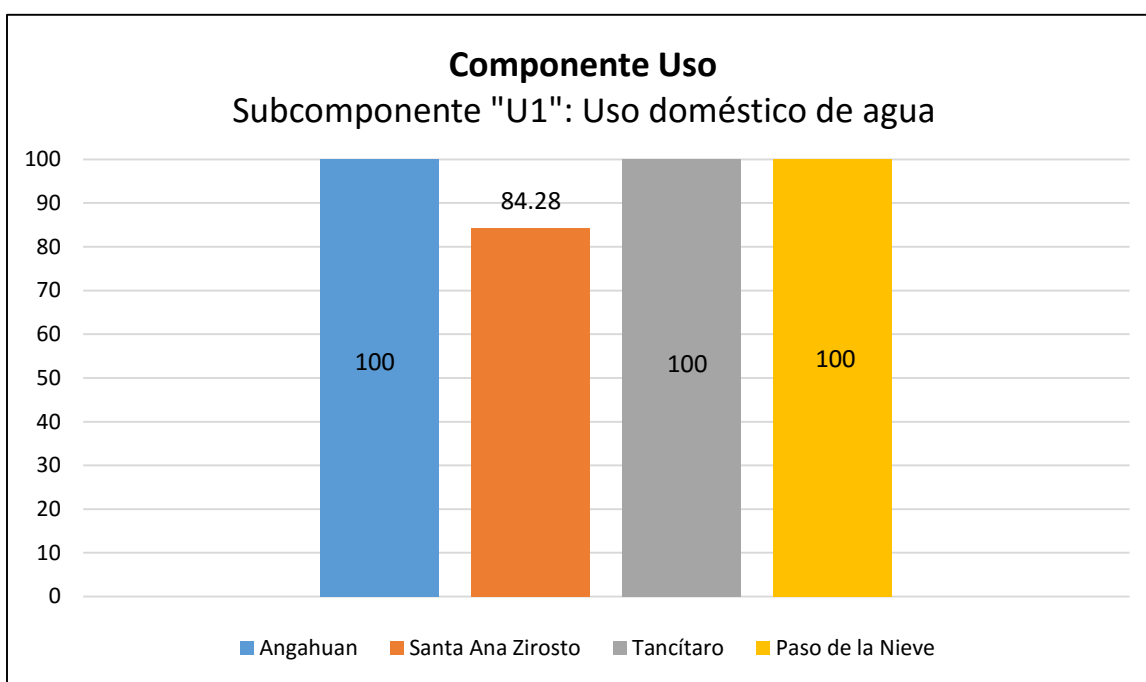


Figura 10. Subcomponente "U1": Uso doméstico del agua. Elaboración propia.

En la figura 10 se representan las localidades y su valor en el Componente Uso dentro del IPA+. Aquellas localidades con un valor de 100 indican que cuentan con el agua suficiente para satisfacer sus necesidades básicas de agua para uso doméstico. Únicamente la comunidad de Santa Ana Zirosto obtuvo un valor de 84.28 al no contar con el agua necesaria mínima para satisfacer sus necesidades domesticas básicas.

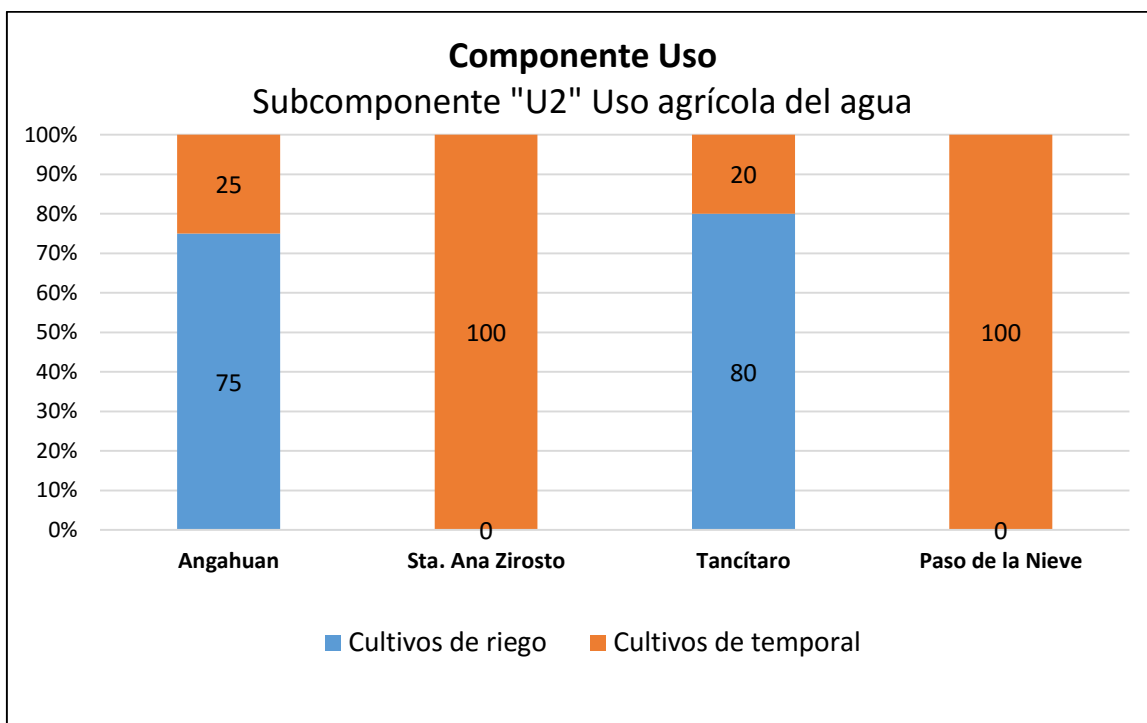


Figura 11. Subcomponente "U2": Uso agrícola del agua. Elaboración propia.

En la figura 11 se representa la relación del porcentaje de los encuestados que tienen cultivos de regadío y de temporal. El valor de este subcomponente dentro del IPA+ será el valor del porcentaje de los que cuentan con parcelas de riego al contemplar el supuesto de que se cuenta con el recurso para regar sus cultivos.

5.6. Componente Ambiente (Environment)

5.6.1. Subcomponente "E1": Cobertura forestal

Tipo de vegetación	Bosque de pino-encino	Bosque de pino	Bosque de pino abierto	Total
Porcentaje de superficie del territorio	44.43%	16.07%	11.22%	71.72%

Cuadro 20. Porcentaje total de superficie del territorio por tipo de vegetación en la Región Pico de Tancítaro (CONANP, 2014).

El valor del subcomponente “E1” se obtuvo directamente del porcentaje total de cobertura forestal el cual fue de 71.72%; por lo tanto “E1”= 71.72. Se excluyó la vegetación secundaria, áreas agrícolas, asentamientos humanos y cuerpos de agua.

5.6.2. Subcomponente “E2”: Uso de recursos naturales

El valor del subcomponente se obtuvo a partir de la densidad de aprovechamiento que los encuestados realizan de acuerdo con una escala del 1 al 5; donde 1 es el rango con mayor densidad de aprovechamiento (Los recursos forman parte de sus necesidades básicas de consumo) y 5 es inexistente (No se realiza aprovechamiento sobre los recursos naturales de forma directa). A cada rango se le otorgó un valor dentro del IPA+ quedando de la siguiente manera:

Uso de recursos naturales					
	Mejor situación	Rangos			Peor situación
Valor en el IPA+	100	75	50	25	0
Densidad de aprovechamiento	1	2	3	4	5
Localidades					
Angahuan	•				
Santa Ana Zirosto		•			
Paso de la Nieve			•		
Tancítaro			•		

Cuadro 21. Subcomponente “E2” por localidad dentro de la Región Pico de Tancítaro.

5.6.3. Subcomponente “E3”: Existencia de reforestaciones

El valor de este subcomponente se obtuvo partir de la existencia de actividades de reforestación.

Existencia de reforestaciones		
Reforestaciones	Inexistentes	Existentes
Valor en el IPA+	0	100
Localidades		
Angahuan		•
Santa Ana Zirosto		•
Paso de la Nieve	•	
Tancítaro		•

Cuadro 22. Subcomponente “E3”: Existencia de reforestaciones por localidad dentro de la Región Pico de Tancítaro.

5.6.4. Valor para el componente ambiente (Environment)

El valor del Componente Ambiente se calculó al promediar los valores de los subcomponentes con la siguiente expresión:

$$E = \frac{(E1+E2+E3)}{3}$$

3

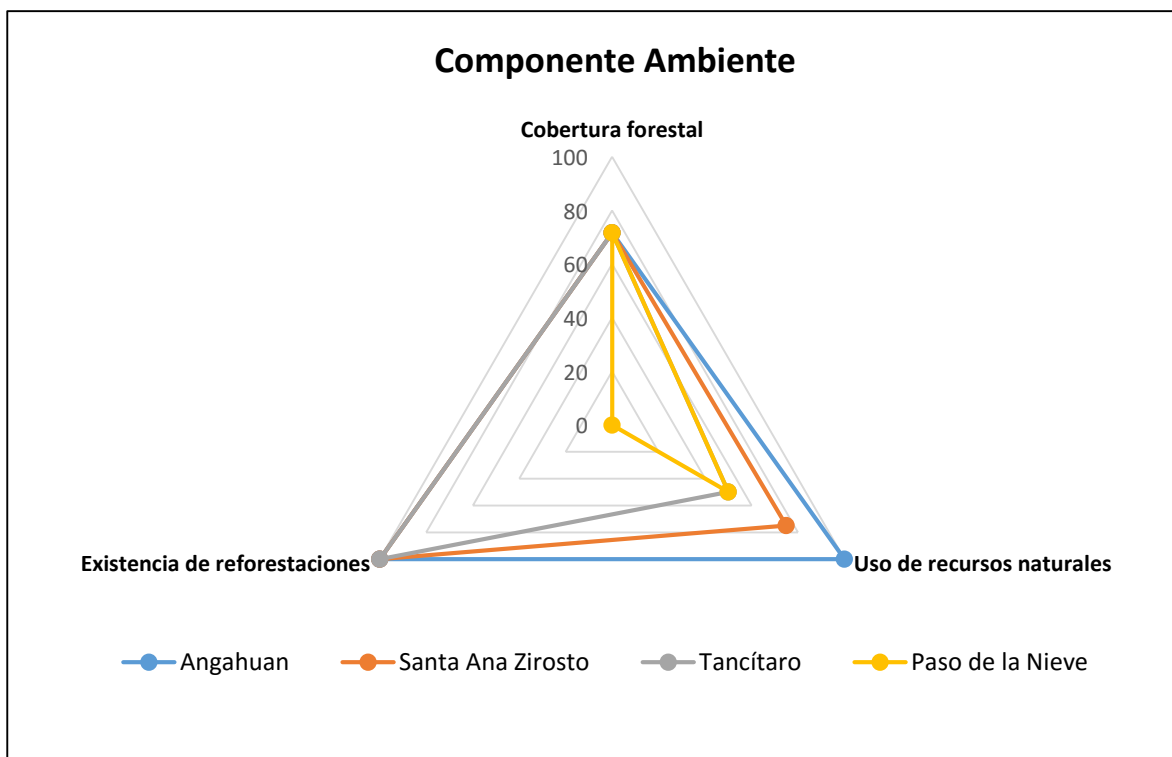


Figura 12. Componente Ambiente (Environment). Elaboración propia.

Se observa que el subcomponente “E1” tiene el mismo valor para todas las localidades al ser datos utilizados de cobertura forestal para la Región Pico de Tancítaro. Para el subcomponente “E2” los valores van de rangos altos a bajos. Por último, se presenta el subcomponente “E3” teniendo valores altos para todas las localidades a excepción de la localidad de Paso de la Nieve la cual tiene un valor de 0 al ser una localidad que no cuenta con actividades de reforestación debido a la falta de conocimiento de sus habitantes sobre las actividades que pueden realizarse al estar la localidad dentro de una ANP.

5.7. Valor del Índice de Pobreza de Agua Participativo por localidad en la Región Pico de Tancítaro

El valor para el IPA+ se calculó con la siguiente expresión (Ver anexo 7: Cálculo del IPA+).

$$IPA+ = \frac{Wr R + Wa A + Wc C + Wu U + We E}{Wr + Wa + Wc + Wu + We}$$

Dónde:

R= Componente Recurso.

A= Componente Acceso.

C= Componente Capacidad.

U= Componente Uso.

E= Componte Ambiente (Environment).

Wr, Wa, Wc, Wu, We= Pesos aplicados para cada componente

La obtención de los valores de los pesos por componente se muestra en los cuadros 8 y 9.

5.7.1. IPA+ para la localidad de Angahuan

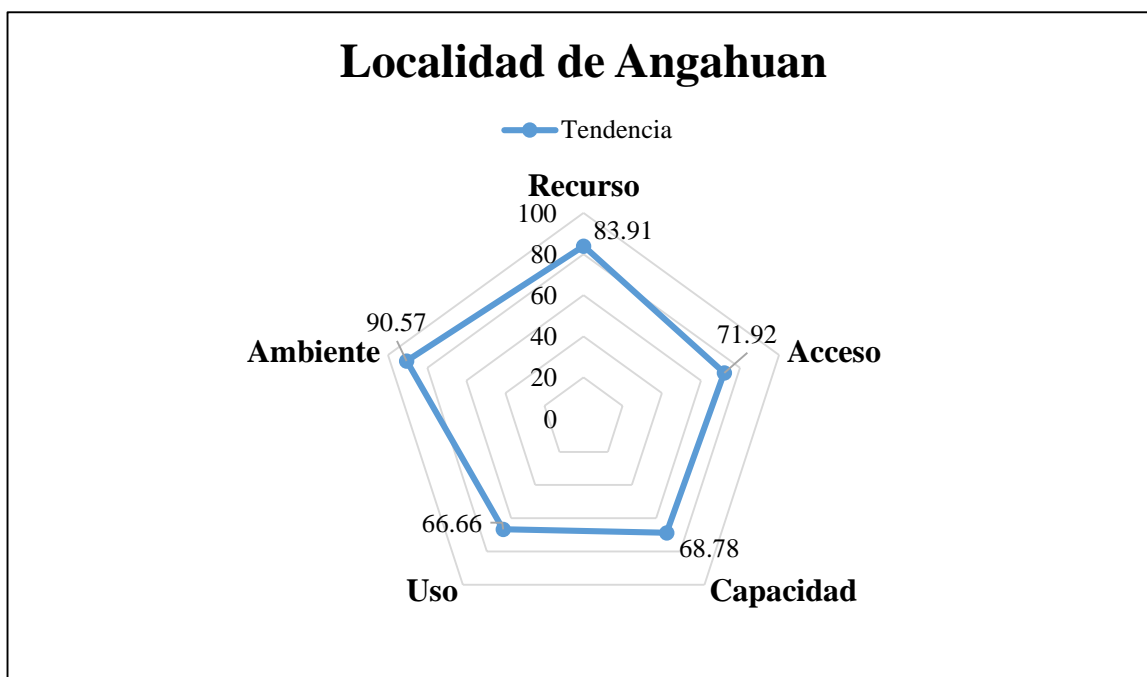


Figura 13. IPA+ para la localidad de Angahuan. Elaboración propia.

La localidad de Angahuan muestra sus valores más altos en el Componente Ambiente y Componente Recurso. Es una población que cuenta con una cantidad de agua superficial disponible suficiente y calidad adecuada para cumplir los requerimientos básicos de la localidad.

Para el Componente Ambiente, se obtuvo un valor alto al identificarse elementos que pudieran indicarnos una buena calidad de sus bosques al ser aprovechados y regulados de manera más sustentable por sus habitantes al igual que la implementación de actividades de reforestación.

Por otro lado, el Componente Capacidad y Componente Uso obtuvieron los valores más bajos al ser una localidad con fuertes problemas internos para el manejo del agua. Esto por consecuencia trae consigo problemas de organización para el manejo de sus recursos hídricos de tal manera que no permite el establecimiento de cuotas para un mantenimiento a sus redes y fuentes de agua.

5.7.2. IPA+ para la localidad de Santa Ana Zirosto

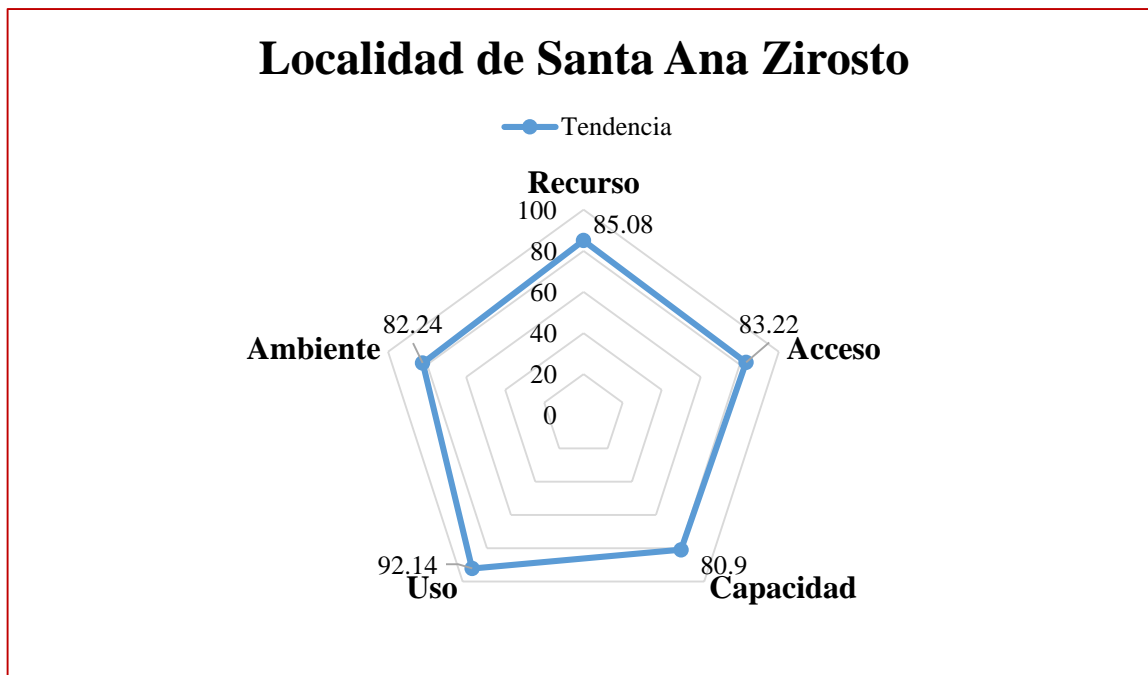


Figura 14. IPA+ para la localidad de Santa Ana Zirosto. Elaboración propia.

Santa Ana Zirosto es una localidad que muestra tener una buena capacidad de organización la cual permite establecer roles bien definidos para cada actor dentro del manejo del agua.

Cuentan con parcelas agrícolas comunitarias de temporal para lo cual no destinan agua, ya que además, en temporadas de secas llegan a tener problemas de abastecimiento de agua.

Los problemas que enfrenta esta localidad son de acceso, que aunque en la gráfica demuestra tener un valor medio-alto, tienen problemas por la concesión de una fuente de agua la cual está siendo aprovechada por un particular ajeno a la localidad.

5.7.3. IPA+ para la localidad de Tancítaro

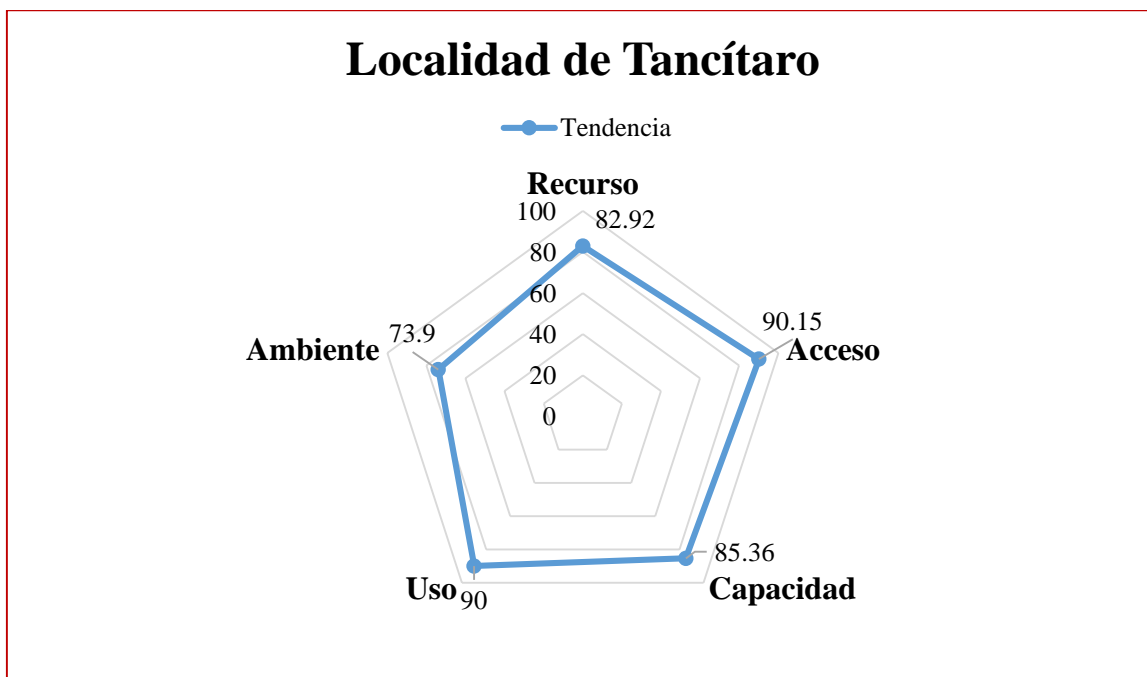


Figura 15. IPA+ para la localidad de Tancítaro. Elaboración propia.

La localidad de Tancítaro presenta de manera general características aptas para el manejo de sus fuentes y redes de agua debido a una mayor disponibilidad de recursos para su mantenimiento lo cual podría atribuirse por el hecho de ser cabecera municipal.

La organización es sólida por lo que cuentan con la implementación de cuotas establecidas para el agua lo cual permite el mantenimiento de sus fuentes y redes de agua permitiendo el abastecimiento de agua para la población.

El valor más bajo obtenido fue en el Componente Ambiente. Esto pudiera atribuirse al poco aprovechamiento de recursos forestales que realizan sus habitantes debido a la existencia de huertas de aguacate de agentes externos en su mayoría lo cual restringa de cierto modo el acceso a los remanentes de bosques aledaños.

5.7.4. IPA+ para la localidad de Paso de la Nieve

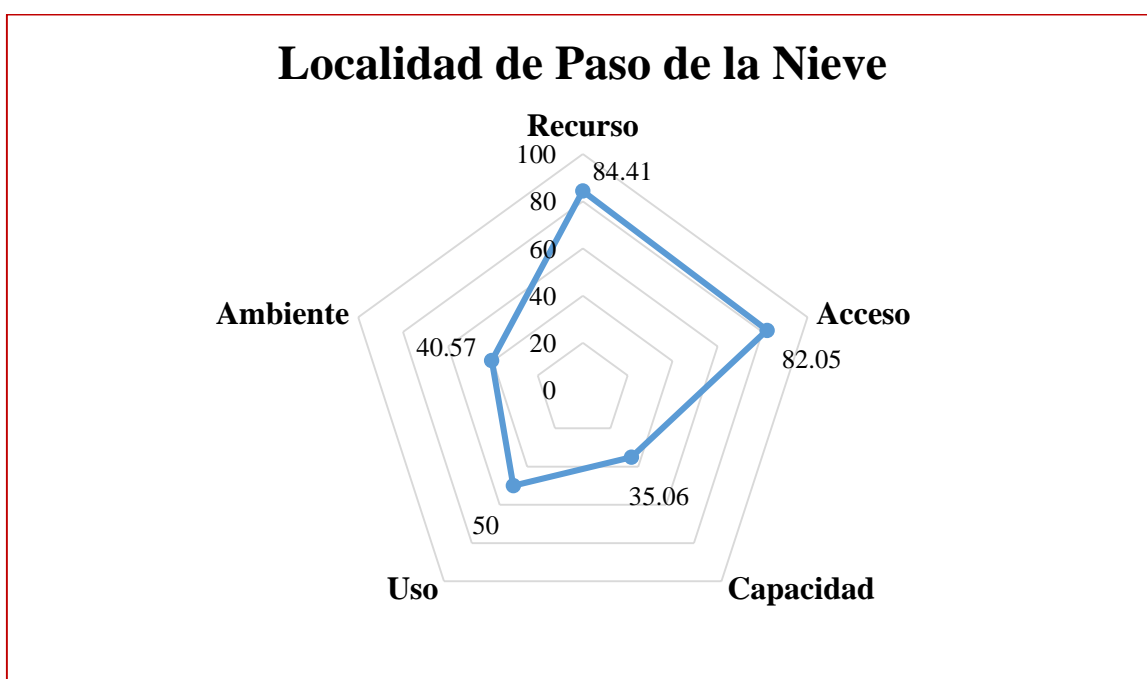


Figura 16. IPA+ para la localidad de Paso de la Nieve. Elaboración propia.

Paso de la Nieve al igual que las demás localidades, demuestra tener una cantidad y calidad de agua adecuada para satisfacer las necesidades básicas de la población.

Por otro lado, muestra tener muchos valores bajos significativos. El más bajo de ellos es en el Componente Capacidad el cual demuestra la existencia de fallas en el sistema de organización principalmente entre las autoridades locales y el fontanero que es ajeno a la localidad.

En el subcomponente “A2”: Ausencia de conflictos por acceso al agua, también obtuvo un valor bajo al tener problemas de abastecimiento al ser un manantial compartido con la localidad de Peribán.

El Componente Ambiente también obtuvo un valor bajo al ser una localidad que enfrenta problemas de comunicación y cooperación entre autoridades locales, el ANP y los habitantes. En base a lo anterior, la localidad no implementa acciones de reforestación lo

cual puede limitar la realización de actividades de aprovechamiento y conservación de los recursos hídricos.

5.8. Comparación del IPA+ para las localidades analizadas de la Región Pico de Tancítaro

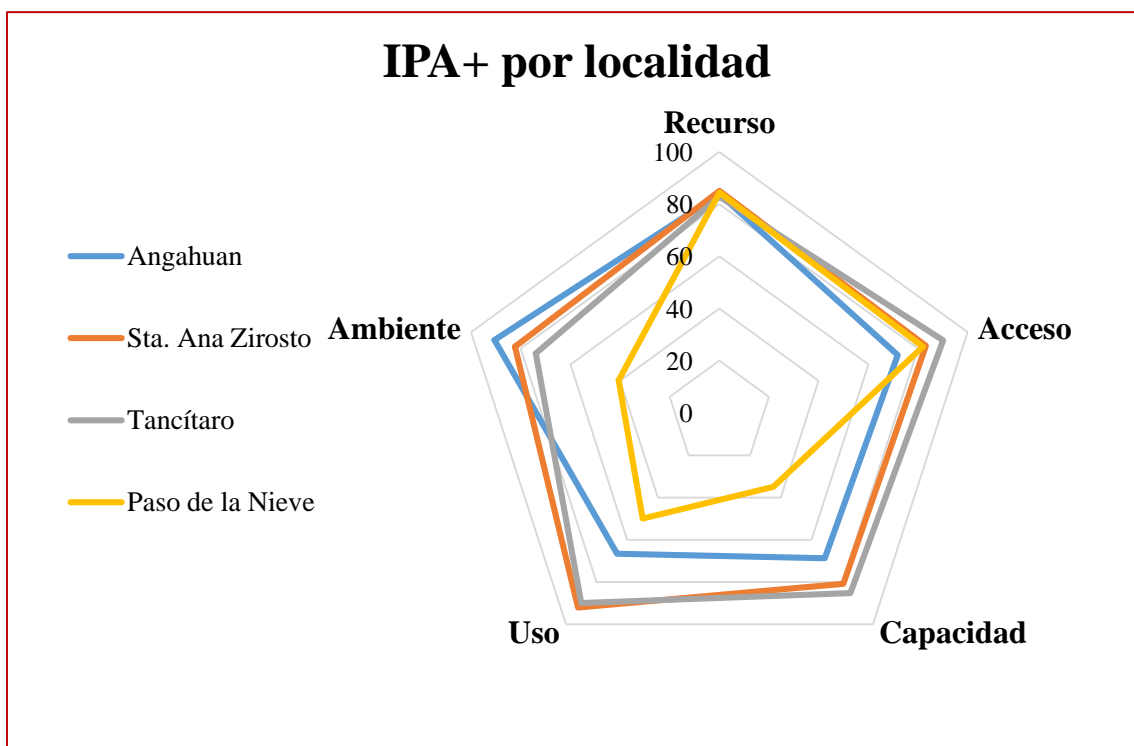


Figura 17. Comparación del IPA+ entre localidades de la Región Pico de Tancítaro. Elaboración propia.

En la figura 17 se puede observar la comparación del IPA+ entre las localidades analizadas en esta investigación. El Componente Recurso demuestra que las localidades cuentan con una cantidad de agua superficial disponible para satisfacer sus necesidades básicas. Así mismo, la calidad de agua entre localidades no tiene una diferencia significativa por lo que cuentan con una calidad adecuada para consumo humano. Sin embargo, las personas encuestadas y entrevistadas afirman hervir el agua para evitar algún tipo de enfermedad gastrointestinal ocasionada por una mala calidad de agua.

La Comisión Nacional de Agua (CONAGUA) realizó un estudio de análisis físico-químico y bacteriológico en el manantial aprovechado por la localidad de Paso de la Nieve para determinar la calidad de agua. Dicho estudio muestra que los resultados obtenidos y los resultados obtenidos en esta investigación, muestran similitudes por lo que podría

decirse que el monitoreo de calidad de agua fue hecho adecuadamente (Ver anexo 8: Estudio de análisis físico-químico y bacteriológico).

El Componente Acceso muestra un poco más de diferencia entre localidades las cuales cuentan con distintos grados de acceso a sus fuentes de agua por las problemáticas particulares de cada contexto.

El Componente Capacidad muestra unos de los valores más bajos para la localidad de Paso de la Nieve. Esta localidad presenta problemas más relacionados con la organización lo cual no le permite una administración adecuada de sus recursos hídricos para satisfacer sus necesidades básicas. De igual forma, Angahuan también muestra un valor medio-bajo al ser otra localidad con fuertes problemas internos que no permite el establecimiento de dinámicas que faciliten el mantenimiento y mejora de sus fuentes y redes de agua para un mejor aprovechamiento y conservación.

El Componente Uso obtuvo valores homogéneos entre localidades para el subcomponente U1: Uso doméstico del agua al contar con una suficiencia hídrica para satisfacer las necesidades básicas de la mayoría de las localidades a excepción de Santa Ana Zirotto. Para el subcomponente U2: Uso agrícola del agua, existen localidades que cuentan con el recurso para optar por parcelas de regadío lo cual les da un mayor valor dentro del IPA+ al poder disponer del recurso que aquellas con parcelas de temporal.

Para el Componente Ambiente los valores de las localidades abarcan un rango medio-alto en general, sin embargo, Paso de la Nieve obtuvo el valor más bajo al no contar con una estructura sólida de organización y de vinculación con la ANP para la implementación de estrategias conjuntas para un mejor manejo de los recursos naturales y conservación de los mismos.

Por último, cabe mencionar que únicamente fue posible entrevistar a un aguacatero en la comunidad de Santa Ana Zirotto. En las comunidades restantes no fue posible entrevistar a aguacateros debido a que la mayoría son personas ajenas a las localidades y no existe mucha relación con ellos.

Componente	Localidades			
	Angahuan	Santa Ana Zirosto	Tancítaro	Paso de la Nieve
Recurso	83.91	85.08	82.92	84.41
Acceso	71.92	83.22	90.15	82.05
Capacidad	68.78	80.9	85.36	35.06
Uso	66.66	92.14	90	50
Ambiente	90.57	82.24	73.9	40.57
Valor final en el IPA	76.36	84.71	84.46	58.41
Valor final en el IPA+	79.42	84.49	84.63	57.00

Cuadro 23. Comparación entre localidades por componente del IPA+.

En el cuadro 23 se observa a manera de resumen una comparación entre localidades y componentes. De igual forma se ve representado el valor final por localidad para el IPA y el IPA+.

6. DISCUSIÓN

La siguiente sección está dedicada a la discusión del IPA+, metodología y resultados encontrados.

6.1. Utilidad del IPA+

El índice de pobreza de agua participativo es una herramienta útil para obtener una aproximación socioambiental sobre el estado general de los recursos hídricos. Para esta investigación se considera la percepción de los habitantes de una zona específica para intentar reflejar la importancia de los componentes que conforman el IPA+ con respecto a los usuarios finales en el cálculo del mismo índice. Sin embargo, el IPA+ al igual que otras herramientas y metodologías, cuentan con un grado de incertidumbre y subjetividad principalmente en la asignación de los valores de los componentes.

Para el subcomponente “R2”: Evaluación cuantitativa de los recursos hídricos, no fue posible realizar los aforamientos a los manantiales estudiados, sin embargo, estos se obtuvieron de Fuentes (2011). Cabe mencionar que la varianza entre la cantidad de agua total aportada por los manantiales en ese tiempo y la actual podría tener una varianza significativa por el crecimiento poblacional, cambios en la precipitación, y la gran demanda que tienen los cultivos de aguacate los cuales cada vez van en aumento.

Para el Componente “Uso” fue difícil cuantificar la cantidad exacta utilizada por las personas por lo que podría existir un poco de incertidumbre en cuanto al agua que en realidad destinan para uso doméstico y agrícola. Para el subcomponente U1: Uso doméstico del agua, es importante resaltar que si existe agua superficial disponible para cubrir las necesidades básicas, sin embargo, para el caso de Santa Ana Zirosto la realidad por la cual usan menos de los 100 L/hab/día según lo encontrado podría deberse a que no necesitan de más agua o es en realidad una dificultad acceder a una mayor cantidad.

El IPA+ es una herramienta que pudiera incidir en una gestión adecuada de los recursos naturales incluyendo el agua partir de una mejora en la gobernanza comunitaria.

6.2. El IPA+ para localidades en la Región Pico de Tancítaro, Michoacán

El IPA+ para la RPT se generó para tener un primer acercamiento en la identificación de dinámicas socioambientales en torno a los recursos hídricos a partir de la inclusión de herramientas y metodologías participativas. Al ser una región que funge como foco hídrico, el conjunto de localidades que conforman la región cuenta con sus propias dinámicas, formas de organización y manejo del agua, sin embargo, el IPA+ trata de dar una explicación o al menos identificar las principales dinámicas entorno al recurso hídrico y generar un diagnóstico para conocer el estado de los mismos para la resolución de posibles problemáticas.

Los valores del IPA+ varían según la localidad debido al número de población, tipo de organización, capacidades y dinámicas socioambientales en cada contexto. Un claro ejemplo es la localidad de La Escondida (Localidad visitada pero no analizada para este trabajo) la cual es ocupada de manera intermitente, por lo que no cuenta con una organización sólida y no cuenta con mucha infraestructura en cuanto a servicios de salud, agua y educación por mencionar algunos.

Por otro lado, los datos obtenidos del censo del INEGI del 2010, podrían actualizarse consultando a las dependencias clínicas locales de cada localidad. Para este trabajo no fue posible realizar dicha consulta de base de datos debido a la falta de tiempo.

Es importante mencionar que aun cuando las localidades pertenecen a la misma región, los contextos son diferentes y por lo tanto las problemáticas y necesidades de cada una. Dicho lo anterior, el IPA+ puede proveer las herramientas necesarias para identificar, describir y atender de manera puntual a cada una de ellas.

6.3. Metodología participativa

Las metodologías participativas empleadas en el índice fueron de gran ayuda para la obtención de datos que nutrieron al IPA+ específicamente en los pesos otorgados por las localidades por componente para conocer el grado de importancia de cada uno en los diferentes contextos socioambientales. Sin embargo, también es de considerar que la participación social no siempre es la misma entre los involucrados lo cual puede complicar el análisis de dichos datos.

En base a lo anterior, resulta interesante la información personal que puede obtenerse a través de metodologías participativas para tener un mayor contexto y la importancia de dichos datos en torno al manejo del agua y que de otra manera no podrían recaudarse. Un claro ejemplo es la valoración de la matriz del IPA+ para identificar la importancia de los componentes para la generación del índice planteado en esta investigación.

Sin embargo, el alcance de este trabajo con respecto a la Investigación Acción Participativa (IAP), no puede ser reflejado como tal debido a la falta de componentes clave como lo es la transformación social y política. El presente trabajo integra procesos participativos, pero no culmina en una transformación social de los habitantes y políticas de las localidades por lo que no puede terminar de considerarse completamente como IAP.

6.4. Fortalezas y debilidades del IPA+

6.4.1. Fortalezas

Al incorporar dentro del IPA+ cuestiones participativas pueden obtenerse datos muy particulares de cada localidad los cuales nos permitan identificar las necesidades y posibles problemáticas.

Es una herramienta flexible que permite la inclusión de distintas metodologías para la obtención de datos que permitan generar dicho índice. Así mismo, es una herramienta multiescalar la cual permite su realización para estudios a diferentes niveles que pueden abarcar cuestiones locales, regionales y nacionales.

El IPA+ tiene la capacidad de hacer uso de bases de datos ya existentes para alimentar el índice.

El IPA+ es una herramienta que tiene la capacidad de promover y fortalecer la gobernanza comunitaria para una gestión sustentable de los recursos hídricos.

Permite realizar una aproximación general a una zona en torno a los recursos hídricos e identificar las fortalezas y debilidades que inciden en el manejo del agua.

6.4.2. Debilidades

El IPA+ al implementar cuestiones participativas puede llegar a requerir de mucho tiempo e inmersión con las dinámicas sociales de la zona para obtener una mayor cantidad y calidad de datos al fungir como personas ajenas.

Es una herramienta que al utilizar datos cuantitativos y cualitativos, al momento de analizarlos y otorgarles un valor dentro del IPA+ pueden llegar a tener algún grado de incertidumbre.

No tener el contexto de la percepción socioambiental de los habitantes del sitio de estudio puede llegar a causar un hueco de información y/o mala interpretación de datos debido al componente clave del IPA+ para plasmar a través de los usuarios finales del agua los posibles problemas y necesidades y no cumplir adecuadamente la parte participativa del IPA+.

6.5. ¿Falta de agua o problema de manejo del agua?

Una de las preguntas clave para esta investigación fue: ¿Es en realidad una falta de agua o un problema de manejo del agua en la Región Pico de Tancítaro?

La respuesta a la pregunta planteada de acuerdo con trabajos anteriores realizadas en la zona como es el de Fuentes y Bocco (2003) y Fuentes (2011) entre otros, se identificó al igual que con esta investigación, que el problema real es resultado de una nula o falta de manejo existente en las localidades para la implementación de mecanismos que permitan la existencia de una suficiencia hídrica para las diferentes poblaciones.

La Región Pico de Tancítaro es una zona climática e hidrológicamente importante, la cual influye en las actividades productivas que se realizan como lo son la agricultura y la ganadería principalmente. La RPT desde los años 60s ha sufrido un cambio de uso de suelo por actividades agrícolas donde el aguacate se ha convertido en el principal cultivo de la zona, siendo este un gran demandante de agua, pero a la vez una actividad de suma importancia económica para las poblaciones de dicha región.

Es importante mencionar que la cantidad total de agua aportada por los manantiales no es la misma que reciben los usuarios finales debido a las pérdidas de agua en el sistema. Dichas pérdidas se atribuyen a la evapotranspiración, infiltración de agua superficial al subsuelo, fugas en las tuberías y/o sistemas de arrastre de agua entre algunos ejemplos los cuales juegan un rol importante en la disponibilidad de agua, sin embargo, para este trabajo no se realizó dicho calculo.

Por otro lado, se ha demostrado que los manantiales proveen agua necesaria para satisfacer las necesidades básicas de las localidades. Sin embargo, las distintas localidades de acuerdo con lo observado en campo y los datos obtenidos, no han podido gestionar con mayor eficacia sus recursos hídricos e implementar mecanismos más eficientes para un mejor manejo del agua que contemple una mejora en el acceso, infraestructura, calidad de agua, aprovechamiento y conservación.

6.6. CONCLUSIONES

Para esta investigación se establecieron de manera general las conclusiones del trabajo y particulares para cada localidad analizada:

La Región Pico de Tancítaro a pesar de presentar un futuro con menor disponibilidad de agua debido al incremento demográfico, al cambio de uso de suelo principalmente por cultivos de aguacate y a las repercusiones previsibles por el cambio climático, no presenta aún un fenómeno de escasez de agua superficial en sí, el problema real es una falta de planeación en el manejo del agua, un mejor modelo de aprovechamiento y el desarrollo de políticas de conservación en torno a los recursos hídricos.

Es necesaria la cooperación entre localidades que comparten fuentes de agua para una mejora en la administración y manejo de las mismas. La aplicación de políticas locales es clave para salvaguardar el agua y un paso importante para establecer reglamentos internos que permitan hacer un uso compartido de manera eficiente lo cual contribuya a un uso más sustentable del recurso.

El cambio de uso de suelo es uno de los principales problemas que presenta la RPT principalmente por la existencia de cultivos de aguacate que año con año van en aumento incidiendo en la infiltración y recarga de agua para abastecer a los manantiales de los cuales las localidades hacen provecho. Igualmente, la calidad del agua se ve afectada por los insumos utilizados en dichos cultivos; sin embargo, el cultivo de aguacate es una fuente de ingresos muy importante para la zona por lo que es de vital importancia la implementación de regulaciones y políticas más adecuadas para la conservación del agua y los bosques al igual que una regulación de las mismas huertas.

La calidad de agua necesita ser monitoreada con instrumentos más sofisticados para poder determinar con certeza si los agroquímicos utilizados en los cultivos de aguacate están perjudicando la calidad de la misma lo cual a su vez puede traer consigo afectaciones para la salud de los usuarios.

El Índice de Pobreza de Agua Participativo (IPA+) es una herramienta útil para obtener una primera aproximación y conocer el contexto general de los recursos hídricos desde una perspectiva socioambiental para identificar fortalezas y debilidades.

Además, es una herramienta flexible que permite la utilización de distintas metodologías para la obtención de datos y resultados más específicos para una mejora en el manejo, aprovechamiento y conservación del agua.

Las metodologías participativas resultan ser un gran insumo para trabajos de esta índole donde las dinámicas socioambientales y la percepción de los usuarios son clave para la identificación de problemáticas en torno a los recursos hídricos al ser ellos mismos los usuarios finales y quienes habitan dicho territorio.

La falta de organización interna de las localidades es uno de los principales problemas que dificultan la distribución, manejo y conservación de los recursos hídricos. Es importante también la inclusión de aquellas localidades que se encuentren dentro o cerca de ANPs debido al importante rol que desempeñan en el uso y manejo de recursos naturales de la zona.

El tamaño de las localidades influye también de distintas maneras la organización social lo cual puede llegar a ocasionar problemas para la obtención de recursos económicos para la manutención de sus fuentes y redes de agua. Aguilar (2011) propone que debe considerarse un enfoque distinto en el cual exista una convergencia entre los niveles más altos como pudiera ser el municipal o estatal y las mismas localidades para atender problemáticas. Este enfoque propone que sea un 80/20, donde el 80% de las tareas de la localidad sean cubiertas por la misma, mientras que el 20% restante se atendida por el municipio o estado para una gestión comunitaria más eficaz.

La gobernanza comunitaria es vital para el desarrollo de políticas públicas que permitan una gestión integral de los recursos hídricos para un mayor acceso, uso, aprovechamiento y conservación de los mismos.

A continuación, se describen las conclusiones particulares para cada localidad:

Angahuan

La localidad de Angahuan presenta graves problemas de manejo y gestión de los recursos hídricos. A pesar de ser una de las localidades con mayor cantidad de agua aportada por sus fuentes de agua, toda la población carece del recurso al no contar con mecanismos eficientes para dotar a la misma de tan vital líquido.

El mayor problema identificado para esta localidad es una falta de organización interna por parte de las autoridades locales. Al no existir una organización sólida y confiable, la localidad no cuenta con la capacidad de implementar mecanismos eficientes para la obtención de recursos económicos, herramientas y capital social para tener un mejor aprovechamiento, manejo y conservación del agua.

Santa Ana Zirosto

Santa Ana Zirosto cuenta con una sólida organización; es decir, una organización estable y con roles definidos entre actores para el manejo de los recursos hídricos permitiendo el mantenimiento y aprovechamiento de sus fuentes de agua al igual que la protección y aprovechamiento adecuado de sus bosques al contar con vigilancia comunitaria y faenas para su mantenimiento.

La cantidad de agua aportada por los manantiales que aprovecha la localidad tiene la capacidad de satisfacer las necesidades básicas de la población, sin embargo, los resultados encontrados demuestran que es menor la cantidad de agua utilizada por los encuestados lo cual podría atribuirse a una competencia por el recurso hídrico de un manantial el cual esta concesionado por un particular ajeno a la localidad.

Otra problemática que los habitantes identifican como urgente, es la construcción de una planta tratadora de agua debido a las grandes cantidades de desechos de drenaje que desahogan en un canal seco provocando enfermedades, plaga de ratas, mal olor e imagen.

A pesar de contar con una buena organización, hace falta el recurso monetario para implementar proyectos que brinden soluciones a los problemas relacionados con el agua y mantenimiento de redes y fuentes de agua. Sin embargo, es posible optar por otras opciones a corto plazo como lo podrían ser baños secos y/o fosas sépticas.

Tancítaro

De acuerdo con lo obtenido por Fuentes (2011), la localidad de Tancítaro pertenece a una de las cuencas más importantes dentro de la RPT; la cuenca de Tancítaro. La localidad recibe agua proveniente de la misma la cual al ser una cuenca con escurrimientos permanentes, dota de una gran cantidad de agua suficiente para satisfacer las necesidades básicas de la población.

Los encargados del agua y algunas autoridades locales asistentes del taller, comentaron la existencia de una organización interna sólida para el manejo del agua, sin embargo, siguen existiendo desafíos tales como la obtención del recurso económico e infraestructura principalmente para la implementación de mecanismos como lo pudieran ser trabajos de concientización para el cuidado del agua y el medio ambiente, así como la realización de un plan de manejo del agua que permitan un uso, regulación y manejo más adecuado para las fuentes de agua y de las huertas de aguacate que van en aumento.

Paso de la Nieve

La localidad no cuenta con problemas de cantidad ni calidad de agua tan graves de acuerdo con el análisis realizado en esta investigación. Los problemas resultan ser cuestiones de organización lo cual dificulta la planeación interna para la realización de actividades de aprovechamiento de su territorio.

Entre los problemas identificados de acuerdo con la información obtenida en Paso de la Nieve, son los siguientes:

1. Falta de comunicación entre los encargados del APPFT y las autoridades locales de Paso de la Nieve. Esto representa un problema al no existir una cooperación entre ambas partes para que aquellas localidades dentro de una ANP tengan la información necesaria sobre las actividades que pueden realizarse, los límites que abarca el ANP y tipos de aprovechamiento de recursos que puede en este caso la localidad de Paso de la Nieve realizar sobre su territorio.

El subcomponente “E3”: Existencia de reforestaciones, es un ejemplo del cual tras haber consultado a las autoridades locales, nos informó que la razón por la que no realizan reforestaciones es el hecho de no saber si serán multados por irrumpir y realizar dichas actividades dentro del ANP.

2. La falta de organización entre la localidad y el fontanero. El fontanero en este caso es el encargado de hacer las reparaciones necesarias, brindar herramientas suficientes para la reparación y mantenimiento de sus fuentes de agua. Este problema es resultado de que el fontanero es ajeno a la localidad y muchas veces no es posible contactarlo.
3. El uso compartido de un manantial con la localidad de Peribán. La problemática es principalmente debido a la falta de capacidad de gestión al no contar con un acuerdo formal, únicamente verbal. Peribán al ser una localidad más grande, se le prioriza el abastecimiento de agua al igual que la obtención de recurso económico para el mantenimiento de sus redes y fuentes de agua.

En general, podemos deducir con esta investigación que las localidades analizadas que forman parte de la Región Pico de Tancítaro, no existe una falta de agua, sino un problema de manejo sobre los recursos hídricos lo cual puede estar ocasionando dicho estrés hídrico de agua.

6.7. RECOMENDACIONES

En esta sección se describen las propuestas y recomendaciones enfocadas a algunos aspectos particulares de la investigación, así como a las localidades analizadas en general.

Índice de pobreza de agua participativo y metodología

Es importante tener un contexto socioambiental (Formas de organización, actividades económicas principales y caracterización ambiental entre otros) del sitio de estudio, así como el relacionarse con las localidades a partir de un intercambio de conocimiento en busca de posibles soluciones a las problemáticas en su territorio para la realización de una investigación. Dicho lo anterior, resulta más fácil la obtención de una mayor cantidad y calidad de datos de ambas partes, es decir, que exista una retroalimentación.

Por otro lado, al implementar metodologías participativas es importante contemplar el tiempo necesario para realizarlas y obtener un resultado que nos permita obtener los datos deseados para la investigación.

En base a lo anterior, la estructura y metodología de trabajo para obtener el IPA+ debe establecerse al inicio de la investigación. Esto con el fin de facilitar el trabajo y obtener la información deseada, ya que al no planearse esto, la investigación puede sufrir muchas modificaciones lo cual puede entorpecer el trabajo y no obtener el resultado deseado.

Por último, es importante realizar un análisis adecuado para obtener datos que nos permitan identificar parte de la realidad, sobre todo en la conversión de datos cuantitativos a cualitativos y viceversa en los componentes que conforman el IPA+.

Para las localidades en general:

El fortalecimiento de la organización interna, así como la participación de los habitantes entorno al manejo de los recursos hídricos es esencial. En base a lo anterior, el establecimiento de mecanismos tales como cuotas adecuadas para el agua y faenas, permitiría la recaudación de recursos económicos y fuerza de trabajo necesaria para un mantenimiento adecuado de las redes y fuentes de agua.

Aunado a lo anterior, es importante que exista una vinculación entre la organización interna de las localidades, el municipio o estado y el ANP para solicitar apoyo necesario que permita mejorar la infraestructura para un mejor acceso, aprovechamiento y conservación del agua.

Por otro lado, la implementación de medidas de regulación para un aprovechamiento sustentable de los recursos naturales es vital al igual que el establecimiento formal de guardias comunitarias para la protección de sus bosques y fuentes de agua como lo han propuesto de igual manera las comunidades. El establecimiento de acuerdos formales entre localidades que comparten fuentes de agua es necesario para evitar problemas por la competencia por el recurso hídrico.

La implementación de políticas públicas es una medida clave para la regulación sobre las fuentes de agua. El establecimiento de reglamentos internos formales puede incidir en una mejora en el acceso, uso, capacidad, aprovechamiento y conservación de los recursos hídricos.

Por último, pero no menos importante, la vinculación de las ANP's con las localidades dentro de las mismas o con aquellas cercanas a la zona es primordial. Esto con el fin de establecer un diálogo y dinámicas que permitan una mejora en el aprovechamiento y conservación de los recursos naturales.

6.8. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar Amilpa, E. (2011). Gestión comunitaria de los servicios de agua y saneamiento: su posible aplicación en México.
- Aguilar Villanueva, L. F. Gobernanza y gestión pública, 2009.
- Arellano, R., Balcazar, F. E., & Suárez, S. A Participatory Action Research Method in a Rural Community of Mexico. *Universitas Psychologica*, 14(4), 1197-1208. <http://dx.doi.org/10.11144/Javeriana.upsy14-4.parm>
- Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (2000). Regiones terrestres prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad, México.
- Bennett, E. M., & Balvanera, P. (2007). The future of production systems in a globalized world. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 5(4), 191-198.
- Berlanga, H. R., Bórquez, L. C., & Hernández, C. (2004). *Entre las fábulas y la realidad, los ejidos y comunidades con población indígena*. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco.
- Bermúdez, O. B. (2010). Agua, territorio y gestión: caminos por recorrer. *Perspectiva Geográfica: Revista del Programa de Estudios de Posgrado en Geografía*, (15), 125-142.
- Biswas, A. K. (2015). Agua para el mundo en desarrollo en el siglo XXI: temas e implicaciones. *Tecnología y ciencias del agua*, 11(3), 5-11.
- Bocco, V., G. A. Velásquez y A. Torres 2000. Ciencia, Comunidades Indígenas y Manejo de Recursos Naturales. Un Caso de Investigación Participativa en México. *Interciencia* 25(2): 64-70.
- Boege, E., 2009. El reto de la conservación de la biodiversidad en los territorios de los pueblos indígenas, In: *Capital natural de México*, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio, CONABIO, México, D.F., pp. 603-649.
- Candelo Reina, C., Ortiz, R., & Unger, B. (2003). *Hacer talleres: Una guía práctica para capacitadores* (No. 658.3124 C216). WWF, Cali (Colombia) Instituto para la Comunicación en Organizaciones, Cali (Colombia).
- Cargo, M., & Mercer, S. L. (2008). The value and challenges of participatory research: strengthening its practice. *Annu. Rev. Public Health*, 29, 325-350.
- Centro Mexicano de Derecho Ambiental, A. C., & Presencia Mexicana Ciudadana Mexicana, A. C. (2006). Agua en México: lo que todos y todas debemos saber. In *Agua en México: lo que todos y todas debemos saber*. Fondo Educación Ambiental.

- Chang, L. H., Hunsaker, C. T., & Draves, J. D. (1992). RECENT RESEARCH ON EFFECTS OF CLIMATE CHANGE ON WATER RESOURCES 1. *JAWRA Journal of the American Water Resources Association*, 28(2), 273-286.
- Comisión nacional de áreas naturales protegidas (2014). Programa de manejo de área de protección de flora y fauna Pico de Tancítaro. Recuperado de http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/pdf/programas_manejo/2014/Pico_de_Tancitaro.pdf
- COMPARTIDA, U. R. (2006). 2º informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo. *Zaragoza*.
- CONAGUA. (2007). El Reto hídrico en México.
- CONAGUA. (2014). Programa nacional hídrico (2014-2018)
- CONAGUA. (2015). Atlas del agua en México 2015.
- CONAGUA. (2018). Estadísticas del agua en México 2018.
- Connor, R. (2015). *The United Nations world water development report 2015: water for a sustainable world* (Vol. 1). UNESCO Publishing.
- Cotler, H., Garrido, A. R. T. U. R. O., Bunge, V. E. R. Ó. N. I. C. A., & Cuevas, M. L. (2010). Las cuencas hidrográficas de México: priorización y toma de decisiones. Las cuencas hidrográficas de México: diagnóstico y priorización, 210-215.
- DOF. Diario Oficial de la Federación. (2013).
- DOF. Diario Oficial de la Federación. (2014). Programa Nacional Hidrico 2014-2018. Secretaria de Gobernación. Ciudad de México.: Diario Oficial de la Federación Mexicana.
- Dominguez, J. (2006). La gobernanza del agua en México y el reto de la adaptación en zonas urbanas: el caso de la ciudad de México.
- Ethos fundación. (2011). Ethos poverty index 2011.
- Fuentes Junco, J. J. A. (2003). Papel de los recursos hídricos en un área natural protegida. México: INE-SEMARNAT.
- Fuentes Junco, J.J.A. (2000). Evaluación del Deterioro en Áreas Naturales Protegidas. Un Enfoque Geomorfológico. El caso del Parque Nacional Pico de Tancítaro, Michoacán. Tesis de Maestría. Fac. de Fil. Y Letras, UNAM. México.
- Fuentes Junco, J.J.A. y Bocco Verdinelli, G. (2003). El agua: dinámica y análisis regional. En Velázquez, A., Torres, A., y Bocco, G. Las enseñanzas de San Juan. México: INE-SEMARNAT.
- Fuentes Junco, J.J.A. y Bocco Verdinelli, G. (2003). El relieve como modelador y regulador de procesos en el paisaje. En Velázquez, A., Torres, A., y Bocco, G. Las enseñanzas de San Juan. México: INE-SEMARNAT.

- Fuentes Junco, J.J.A. y Bocco Verdinelli, G. (2011). Estimación del recurso hídrico superficial en el Pico de Tancítaro, Michoacán: Oferta, demanda y escenarios de disponibilidad (Tesis de doctorado). Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- García Ruíz, I. (2002). *Flora del Parque Nacional Pico de Tancítaro, Michoacán* (No. Sirsi) a377706).
- Garibay, C., & Bocco, G. (2007). Situación actual en el uso del suelo en comunidades indígenas de la Región Purépecha 1976–2005. *Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, Universidad Nacional Autónoma de México*.
- Garriga, R. G., & Foguet, A. P. (2010). Improved method to calculate a water poverty index at local scale. *Journal of Environmental Engineering*, 136(11), 1287-1298.
- Giddens, A. (2007). Trabajando en sociología: métodos de investigación. *Sociología*.
- Heidecke, C. (2006). *Development and evaluation of a regional water poverty index for Benin* (Vol. 145). Intl Food Policy Res Inst.
- INEGI. (2010). Censo de Población y Vivienda.
- IPCC, 2014: Cambio climático 2014: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Equipo principal de redacción, R.K. Pachauri y L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Ginebra, Suiza, 157 págs.
- Jemmali, H., & Matoussi, M. S. (2013). A multidimensional analysis of water poverty at local scale: application of improved water poverty index for Tunisia. *Water Policy*, 15(1), 98-115.
- Kawulich, B. (2005, May). La observación participante como método de recolección de datos. In *Forum: qualitative social research* (Vol. 6, No. 2, pp. 1-32).
- Komnencic, V., Ahlers, R., & Van Der Zaag, P. (2009). Assessing the usefulness of the water poverty index by applying it to a special case: Can one be water poor with high levels of access?. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 34(4-5), 219-224.
- Kundzewicz, Z. W., & Somlyódy, L. (1997). Climatic change impact on water resources in a systems perspective. *Water Resources Management*, 11(6), 407-435.
- Lawrence, P. R., Meigh, J., & Sullivan, C. (2002). *The water poverty index: an international comparison*. Keele, Staffordshire, UK: Department of Economics, Keele University.

- López Álvarez, B., Ramos Leal, J. A., Santacruz, G., Morán Ramírez, J., Carranco Lozada, S. E., Noyola Medrano, M. C., & Pineda Martínez, L. F. (2013). Cálculo del índice de pobreza del agua en zonas semiáridas: caso Valle de San Luis Potosí, México. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 29(4), 249-260.
- Molle, F., & Mollinga, P. (2003). Water poverty indicators: conceptual problems and policy issues. *Water policy*, 5(5-6), 529-544.
- Navarro, E. (2016). Índice sobre prosperidad de agua en la comunidad de Tumbisca, Michoacán. Tesis de licenciatura en Ciencias Ambientales. Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad Morelia.
- Pnud, O. N. U. (2000). Informe sobre desarrollo humano 2000. Mundiprensa.
- Postel, S. 1997. Last Oasis: Facing Water Scarcity. World-watch Institute y W.W. Norton.
- Rogers, P. & Allen, H. (2003). Effective Water Governance. Global Water Partnership', TEC Background Papers No. 7. Sweden.
- Selener, D. (1997). *Participatory action research and social change* (No. Ed. 2). The Cornell Participatory Action Research Network, Cornell University.
- SEMARNAT. Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales. Indicadores Clave y de Desempeño Ambiental. Edición 2012. México. 2013.
- Sophocleous, M. (2004). Global and regional water availability and demand: prospects for the future. *Natural Resources Research*, 13(2), 61-75.
- Sullivan, C. A., Meigh, J. R., & Giacomello, A. M. (2003, August). The water poverty index: development and application at the community scale. In *Natural resources forum* (Vol. 27, No. 3, pp. 189-199). Oxford, UK: Blackwell Publishing Ltd.
- UNESCO. (2006). El agua, una responsabilidad compartida 2º Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo.
- Universidad Nacional Autónoma de México. (2009). Quinto foro mundial del agua y la red del agua UNAM
- Wilk, J., & Jonsson, A. C. (2013). From water poverty to water prosperity—a more participatory approach to studying local water resources management. *Water resources management*, 27(3), 695-713.
- WWAP (United Nations World Water Assessment Programme). (2015). The United Nations World Water Development Report 2015: Water for a Sustainable World. Paris, UNESCO.

6.9. ANEXOS

Anexo 1: Lista de asistencia de los talleres participativos

Taller Índice de pobreza de agua, cambio de uso de suelo e historia ambiental en áreas naturales protegidas de Michoacán

Lugar: Santa Ana Zirosto Fecha: 23 de junio del 2017

Lista de asistencia

No	Nombre	Firma
1	Maria Guadalupe Hermenegildo Sanabria	Ma. Guadalupe Hermenegildo
2	Azuena Santos Sánchez	Azuena Santos
3	Javier Hermenegildo Sánchez	Javier Herm. S.
4	Roberto Sanabria BFO Orozco.	
5	Gerardo Arispe Churape	
6	Alfonso Sanabria Méndez	Alfonso Sanabria Méndez
7	Maria Arroyo G.	
8	Lolita Medina Vargas	Lolita Medina V
9	Edgar Eduardo Sanabria Churape	
10	José Luis Hernández Sánchez	José Luis Hernández
11	Raquel Hermenegildo Sanabria	
12	Pedro Vargas Laviana	
13	Gustavo Churape Orozco	Gustavo Churape Orozco
14	José Churape Hermenegildo.	J. C. H.
15		
16		

Taller Índice de pobreza de agua, cambio de uso de suelo e historia ambiental en áreas naturales protegidas de Michoacán

Lugar: Tancitaro Fecha: 22 de junio del 2017

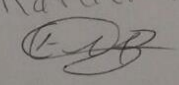
Lista de asistencia

No	Nombre	Firma
1	Maria Wences Torres	
2	Elitaria Velazquez Diego	
3	Vitalina Cobillo Gonzalez	
4	Joaquín Sánchez López	Joaquín Sánchez
5	Salvador Polanco Torres	
6	Gerardo Mora Mora	
7	Miguel Sánchez Ramirez	
8	Juan Pérez Troncoso	
9	Esperanza Rodríguez Castillo	
10	Nicolás Salvan Estrella	
11	Luz Daniela Rodríguez Castillo	
12		

Lista de registro

Taller Paso la nieve
 Estaliso Quesada Arroyo
 Rafael Moreno Zarate
 Florentino Moreno Zarate
 Otilia Zarate Arroyo
 Pedro Moreno Blanco
 Abraham Moreno Zarate
 Isidro Moreno Zarate
 Maria de Lourdes Sanchez

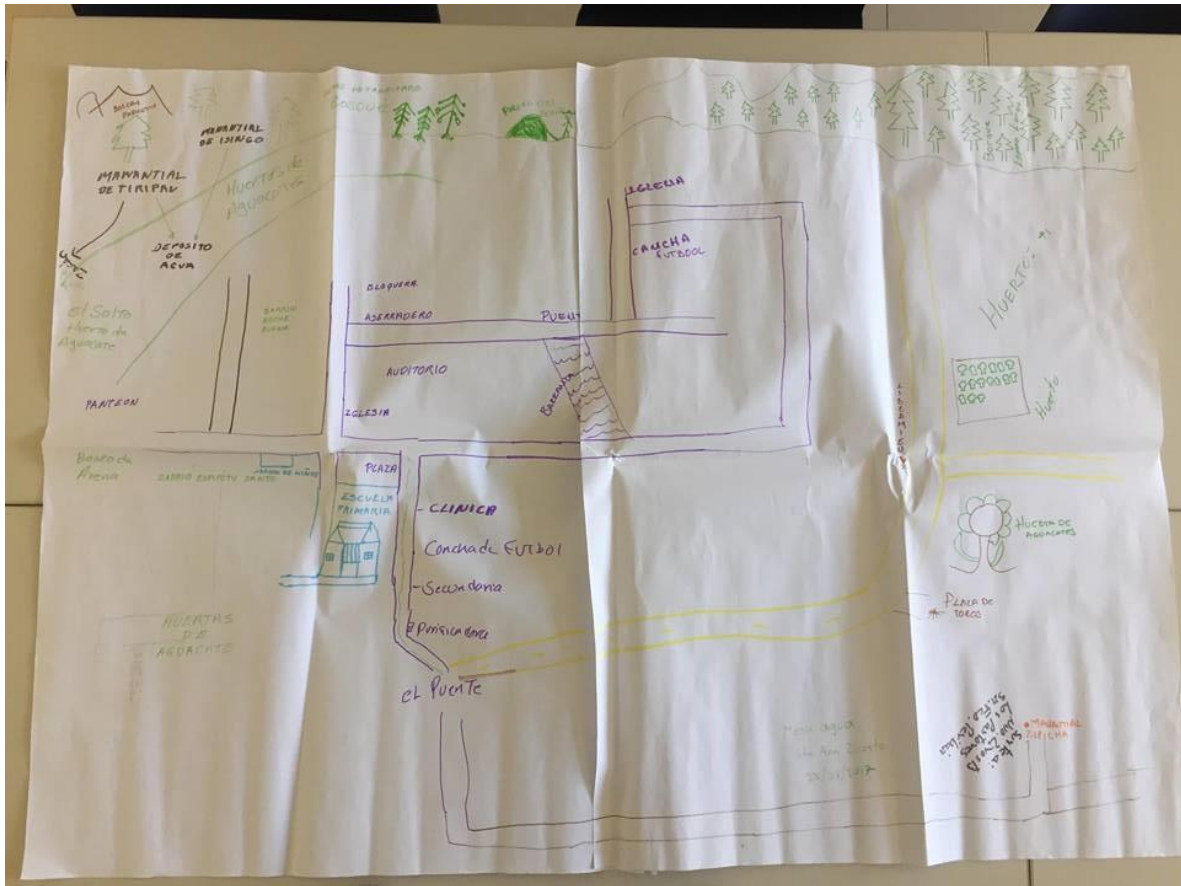
29/abril/2017

Firma
 Juan
 Rafael Moreno C.

~~Pedro Moreno~~
 Helen Z Novas
 Isidro Moreno
 Ma. de Lourdes S.

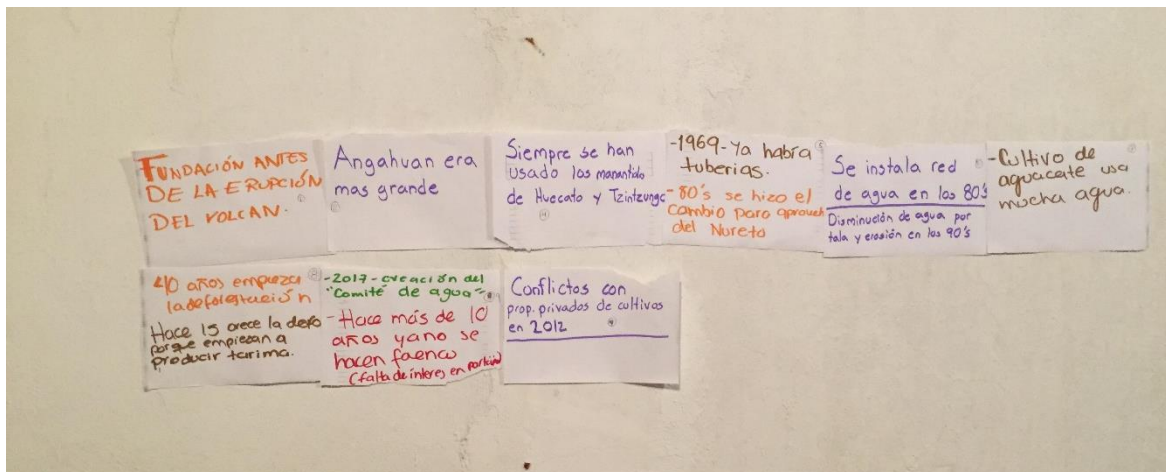
Anexo 2: Matriz del IPA+

Categoría	Situación	Priorización de la Situación	Priorización de la categoría
¿Cómo se organizan para obtener el agua?	- El suministro mediante un organismo descentralizado -		1
¿Qué uso le dan al agua?	- Doméstico 1 - Agrícola 2 - Ganadero 4 - Industrial 3		4
¿Cómo obtienen el agua?	- por tubería mediante gravedad 1 - por bombas de pozos Artesianos 3 - por transporte de pipas 2		3
¿Cómo es la cantidad y calidad del agua?	- Calidad Buena 2 - Cantidad en Jecas es muy escasa 1 - Cantidad en temp. de lluvias Bien		5
¿En que estado cree que se encuentran sus bosques con respecto al agua?	- AFECTADOS CONSIDERABLEMENTE - Tala 1 - Incendios 2 - Desastres Naturales (Huracanes) 3	Tancitaro 22/04/2017	2

Anexo 3: Mapa participativo



Anexo 4: Línea del tiempo



Anexo 5: Encuesta semiestructurada

Encuestador: _____ Lugar: _____ Fecha: _____

Encuestado: Ejidatario__ Comunero__ Propietario__ Ama de casa__ Estudiante__ Otro__ Edad__

FUENTES DE AGUA

¿Sabe usted de donde viene el agua que usa? Si__ ¿De dónde?: Man-Noria-Pzo-Río ¿Con qué nombre se le(s) conoce a ese(os) sitio(s)?_____

¿Qué tan lejos está de dónde vive?_____ ¿Siempre han traído el agua desde ahí? Sí_ No_

¿De dónde venia antes?_____

¿Desde cuándo cambio la fuente de agua?_____

¿Por qué cambió?_____

¿Es mejor ahora o peor?_____ ¿Por qué?_____

¿Considera que es suficiente el agua que recibe? Sí__ No__ ¿Por qué?_____

ADMINISTRACIÓN

¿Hay algún grupo o persona responsable del agua? Sí__ No__ ¿De qué tipo? Comité__ Consejo__

Mesa directiva__ Otro: _____ ¿Es financiado? Sí__ No__ ¿Por quién (es)?_____

¿Cómo reciben el financiamiento?_____

PROBLEMAS CON EL ABASTO DE AGUA

Enliste en orden de importancia los problemas que percibe en el abasto de agua:

Es escasa__

De mala calidad__

No la recibe diario__

Hay fugas frecuentes__

Otro_____

¿Existe algún otro de problema que quiera Usted mencionar?_____

USO DOMESTICO Y AGRICOLA DEL AGUA

Menciones para que usa el agua que viene de la red pública en su casa: Asear la casa__ Beber__

Lavar trastes y ropa__ Regar plantas__ Lavar el carro__ Bañarse__ Otro_____

¿Cuántos litros estima que usa en total (que elija periodo)?: Diariamente____ Semanalmente_____

Al mes___ Otra medida (tambos, cisternas, pilas, mencionar tamaño aproximado) _____
¿Almacena el agua o tiene depósitos de agua? Sí___ No___ ¿Cómo almacena el agua o qué tipo de
depósitos tiene?: Cisterna/Aljibe___ Pileta___ Tambos___ Cubetas___ Rotoplas___ Otro _____
¿Tiene: Parcelas de cultivo___ Huerto___? Sí___ No___ ¿Qué cultiva? _____
¿Lo riega? Si___ ¿Cada cuando riega? _____ No, es de temporal___
¿Qué tipo de riego tiene?: Canal___ Manguera___ Aspersión___ Por goteo___ Otro _____
¿Cuántos litros estima que utiliza por cada parcela/árbol? _____

ÍNDICE IPA

¿Considera Usted que el agua que recibe es suficiente? Sí___ No___ ¿Por qué? _____

COMPONENTE RECURSO

¿Para usted que es más importante?: La cantidad de agua___ La calidad del agua___ Las dos por igual___
Si (respuesta anterior) es más importante, ahora dígame que es más importante para Usted:
(Respuesta anterior)___ Que se tenga la misma cantidad de agua todo el año (tanto en secas como
en lluvias)___ Las dos por igual___

COMPONENTE ACCESO

¿Qué piensa Usted que es más importante?: Que todos tengan acceso a agua limpia___ Que todos
tengan drenaje___ Las dos por igual___
Si (respuesta anterior) es más importante, ahora dígame que es más importante para Usted:
(Respuesta anterior)___ Que la gente de campo tenga riego en sus parcelas___ Las dos por igual___

COMPONENTE CAPACIDAD

¿Qué tiene más importancia para usted? (Del 1 al 6): El ingreso salarial de una persona___ Atender
la mortalidad infantil por condiciones de salud___ Que todos tengan educación___ Que la gente
tenga salarios adecuados___ Organizarse para mantener los manantiales, ojos de agua, pozos o
arroyos y la red de agua___ Que hay un comité de agua o responsable del agua___ Todos son
importantes por igual___

COMPONENTE USO

Para Usted ¿Qué s primero? (Numerar del 1 al 3): El uso de agua para la casa___ El uso de agua para la
industria___ El uso de agua para la agricultura___ Las tres por igual___ Otro _____

COMPONENTE AMBIENTE (ENVIRONMENT)

¿Qué tiene más importancia en la conservación del agua?: Que haya áreas naturales protegidas__
Que se use adecuadamente el suelo (bosques, territorio)__ Que no haya deforestación__ Las tres
por igual__ Otro_____

PODERACION DE COMPONENTES

¿Qué es más importante para Usted? (Numerar del 1 al 5)

- Como se usa el agua____
- Conservar el ambiente____
- Que pueda obtener agua fácilmente____
- Que el agua se de buena calidad y cantidad____
- Que tenga recursos para pagar el agua____

Algúna duda o comentario_____

Por su tiempo y atención ¡Muchas gracias!

Anexo 6: Entrevista semiestructurada

ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA SOBRE USO, MANEJO Y CONFLICTOS DEL AGUA EN EL PICO DEL TANCÍTARO

Grupo focal: Aguacateros/productores

Localidad: _____ Fecha: _____

1. ¿Qué importancia tiene para usted el agua?
2. ¿De dónde obtienen el agua que usan? Man ___ Noria ___ Pzo ___ Rio ___ Otro _____
¿Con qué nombre se le(s) conoce?_____
3. ¿Tiene algún costo el agua que utilizan? SI ___ NO ___ ¿Cuánto? _____
4. ¿Qué uso considera que es el más importante con respecto al agua? _____
¿Por qué?_____
5. ¿Considera que existe un buen acceso al agua? SI ___ NO ___
¿Por qué?_____
6. ¿Tiene usted parcelas de cultivo? SI ___ NO ___ ¿Parcela ___ huerto ___?
¿Que cultiva?_____ ¿Es de riego ___ o temporal ___?

Si es de riego ¿Qué sistema de riego tiene?_____

7. ¿Considera que el agua que utiliza para su huerta/cultivo/producción es suficiente?
SI ___ NO ___
8. ¿Cuánta agua se requiere por ha de aguacate o por planta? _____
9. ¿Qué prefiere usted, cantidad ___ o calidad ___ de agua?
¿Por qué? _____
10. ¿Cómo se organizan para el uso y distribución del agua?
11. ¿Considera que el tipo de organización actual es eficiente para el manejo del agua?
SI ___ NO ___ ¿Por qué? _____
11. ¿Qué mejoras propondría para un mejor manejo del agua?
13. ¿Qué problemáticas/situaciones/dificultades identifica usted con respecto al agua?
14. ¿Qué considera usted que es más importante para la conservación de las fuentes de agua?

Parte II: Conflictos

1. ¿En dónde se encuentran los cuerpos de agua que utilizan para la actividad agrícola (riego, fumigación, fertilización)?
2. ¿Cómo se organizan para el uso y distribución del agua?
3. ¿Para qué utilizan el mayor volumen de agua?
4. ¿Comparten las fuentes de agua con otra localidad o usuario? Especificar: _____
5. ¿Existen documentos/acuerdos legales donde se muestre la concesión sobre las fuentes de agua que utilizan? SI ___ NO ___
¿Fecha de expedición del documento? _____
6. ¿Estos acuerdos se han respetado desde el momento de la concesión? SI ___ NO ___
¿Por qué? _____
7. ¿Existen otro tipo de acuerdos? SI ___ NO ___ ¿De qué tipo? _____
8. ¿Quiénes participan en las decisiones sobre el uso y manejo del recurso hídrico?
9. ¿Cómo es la relación entre los actores que intervienen en la administración del agua?
10. ¿Qué deficiencias identifican en cuanto a la administración del agua?
11. ¿Qué intereses existen a futuro respecto al uso del agua?

Duda o comentario

! POR SU ATENCIÓN Y PARTICIPACIÓN, MUCHAS GRACIAS ;

ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA SOBRE USO, MANEJO Y CONFLICTOS DEL AGUA EN EL PICO DEL TANCÍTARO

Grupo focal: Autoridades locales

1. ¿Qué importancia tiene para usted el agua?
2. ¿De dónde obtienen el agua que usan? Man ___ Noria ___ Pzo ___ Rio ___ Otro _____
¿Con qué nombre se le(s) conoce? _____
3. ¿Qué uso considera que es el más importante con respecto al agua? _____
¿Por qué? _____
4. ¿Tiene algún costo el agua que utilizan? SI ___ NO ___ ¿Cuánto? _____
5. ¿Cree que el agua que obtiene la comunidad es suficiente? SI ___ NO ___
¿Por qué? _____
6. ¿Qué prefiere usted, cantidad ___ o calidad ___ de agua?
¿Por qué? _____

7. ¿Considera usted que existe un buen acceso al agua? SI ___ NO ___
¿Por qué? _____
8. ¿Considera que el tipo de organización actual es eficiente para el manejo del agua?
SI ___ NO ___ ¿Por qué? _____
9. ¿Qué problemáticas/situaciones/dificultades identifica usted con respecto al agua?
10. ¿Cuál considera usted la mayor problemática con respecto al agua?
11. ¿Qué mejoras propondría para un mejor manejo del agua?
12. ¿Qué considera usted es más importante para la conservación de las fuentes de agua?

Parte II: Conflictos

1. ¿En dónde se encuentran los cuerpos de agua que utilizan?
2. ¿Cómo se organizan para el uso y distribución del agua?
3. ¿Para qué utilizan el mayor volumen de agua?
4. ¿Comparten las fuentes de agua con otra localidad o usuario? Especificar:
5. ¿Existen documentos/acuerdos legales donde se muestre la concesión sobre las fuentes de agua que utilizan? SI ___ NO ___ ¿Fecha de expedición del documento? _____
6. ¿Estos acuerdos se han respetado desde el momento de la concesión? SI ___ NO ___
¿Por qué? _____
7. ¿Existen otro tipo de acuerdos? SI ___ NO ___ ¿De qué tipo?
8. ¿Quiénes participan en las decisiones sobre el uso y manejo del recurso hídrico?
9. ¿Cómo es la relación entre los actores que intervienen en la administración del agua?
10. ¿Qué deficiencias identifican en cuanto a la administración del agua?
11. ¿Qué intereses existen a futuro respecto al uso del agua?

Duda o comentario

! POR SU ATENCIÓN Y PARTICIPACIÓN, MUCHAS GRACIAS ;

ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA SOBRE USO, MANEJO Y CONFLICTOS DEL AGUA EN EL PICO DEL TANCÍTARO

Grupo focal: Encargados del agua/comité de agua/fontaneros

1. ¿Qué importancia tiene para usted el agua?
2. ¿Qué uso considera que es el más importante con respecto al agua? _____
¿Por qué? _____
3. ¿Cree que el agua que obtiene es suficiente? SI ___ NO ___
¿Por qué? _____
4. ¿Qué prefiere usted, cantidad ___ o calidad ___ de agua?
¿Por qué? _____
5. ¿Considera que el tipo de organización actual es eficiente para el manejo del agua?
SI ___ NO ___ ¿Por qué? _____
6. ¿Qué problemáticas/situaciones/dificultades identifica usted con respecto al agua?
7. ¿Qué mejoras propondría para un mejor manejo del agua?
8. ¿Qué considera usted es más importante para la conservación de las fuentes de agua?

Parte II: Conflictos

1. ¿En dónde se encuentran los cuerpos de agua que utilizan?
2. ¿Cómo se organizan para el uso y distribución del agua?

3. ¿Para qué utilizan el mayor volumen de agua?
4. ¿Comparten las fuentes de agua con otra localidad o usuario? Especificar:
5. ¿Cómo piensan que será la situación del agua en un futuro? (de 5 a 10 años)
6. ¿Cuáles son los mayores intereses por los cuales se usa el agua?
7. ¿Qué deficiencias identifican en cuanto a la administración del agua?
8. ¿Qué estrategias utilizan para repartir el agua de manera que sea suficiente para todos los usos de la comunidad?

Duda o comentario

! POR SU ATENCIÓN Y PARTICIPACIÓN, MUCHAS GRACIAS ;

Anexo 7: Cálculos del IPA+ e IPA por localidad

Angahuan

Componente Recurso

$$R = \frac{(R1 + R2 + R3)}{3} = \frac{(75 + 100 + 76.73)}{3} = \frac{251.73}{3} = 83.91$$

Componente Acceso

$$A = \frac{(A1 + A2 + A3)}{3} = \frac{(92.46 + 25 + 98.30)}{3} = \frac{215.76}{3} = 71.92$$

Componente Capacidad

$$C = \frac{(C1 + C2 + C3 + C4)}{4} = \frac{(25 + 76.27 + 73.85 + 100)}{4} = \frac{275.12}{4} = 68.78$$

Componente Uso

$$U = \frac{(U1 + U2)}{2} = \frac{(100 + 33.33)}{2} = \frac{133.33}{2} = 66.66$$

Componente Ambiente

$$E = \frac{(E1 + E2 + E3)}{3} = \frac{(71.72 + 100 + 100)}{3} = \frac{271.72}{3} = 90.57$$

$$IPA+ = \frac{(0.333) 83.91 + (0.067) 71.92 + (0.133) 68.78 + (0.2) 66.66 + (0.267) 90.57}{0.333 + 0.067 + 0.133 + 0.2 + 0.267}$$

$$\text{IPA+} = \frac{27.94 + 4.81 + 9.14 + 13.33 + 24.18}{100}$$

$$\text{IPA+} = 79.42$$

Angahuan calculado con el IPA:

$$\text{IPA} = \frac{(20) 83.91 + (20) 71.92 + (20) 68.78 + (20) 66.66 + (20) 90.57}{20 + 20 + 20 + 20 + 20}$$

$$\text{IPA} = \frac{1678.2 + 1438.4 + 1375.6 + 1333.2 + 1811.4}{100}$$

$$\text{IPA} = 76.36$$

Santa Ana Zirosto

Componente Recurso

$$\text{R} = \frac{(R1 + R2 + R3)}{3} = \frac{(75 + 100 + 80.26)}{3} = \frac{255.26}{3} = 85.08$$

Componente Acceso

$$\text{A} = \frac{(A1 + A2 + A3)}{3} = \frac{(100 + 50 + 99.68)}{3} = \frac{249.68}{3} = 83.22$$

Componente Capacidad

$$\text{C} = \frac{(C1 + C2 + C3)}{4} = \frac{(75 + 88.32 + 85.31 + 75)}{4} = \frac{323.63}{4} = 80.90$$

Componente Uso

$$\text{U} = \frac{(U1 + U2)}{2} = \frac{(84.28 + 100)}{2} = \frac{175}{2} = 92.14$$

Componente Ambiente

$$\text{E} = \frac{(E1 + E2 + E3)}{3} = \frac{(71.72 + 75 + 100)}{3} = \frac{246.72}{3} = 82.24$$

$$\text{IPA+} = \frac{(6.70) 85.08 + (26.70) 83.22 + (13.30) 80.90 + (20.00) 92.14 + (33.30) 82.24}{6.70 + 26.70 + 13.30 + 20.00 + 33.30}$$

$$\text{IPA+} = \frac{570.03 + 2221.97 + 1075.97 + 1842.8 + 2738.59}{100}$$

$$\text{IPA} += 84.49$$

Santa Ana Zirosto calculada con el IPA

$$\text{IPA} = \frac{(20) 85.08 + (20) 83.22 + (20) 80.90 + (20) 92.14 + (20) 82.24}{20 + 20 + 20 + 20 + 20}$$

$$\text{IPA} = \frac{1701.6 + 1664.4 + 1618 + 1842.8 + 1644.8}{100}$$

$$\text{IPA} = 84.71$$

Tancítaro

Componente Recurso

$$\text{R} = \frac{(\text{R1} + \text{R2} + \text{R3})}{3} = \frac{(75 + 100 + 73.76)}{3} = \frac{248.76}{3} = 82.92$$

Componente Acceso

$$\text{A} = \frac{(\text{A1} + \text{A2} + \text{A3})}{3} = \frac{(97.33 + 75 + 98.13)}{3} = \frac{270.46}{3} = 90.15$$

Componente Capacidad

$$\text{C} = \frac{(\text{C1} + \text{C2} + \text{C3} + \text{C4})}{4} = \frac{(75 + 91.57 + 74.90 + 100)}{4} = \frac{341.47}{4} = 85.36$$

Componente Uso

$$\text{U} = \frac{(\text{U1} + \text{U2})}{2} = \frac{(100 + 80)}{2} = \frac{180}{2} = 90$$

Componente Ambiente

$$\text{E} = \frac{(\text{E1} + \text{E2} + \text{E3})}{3} = \frac{(71.72 + 50 + 100)}{3} = \frac{221.72}{3} = 73.90$$

$$\text{IPA} + = \frac{(6.70) 82.92 + (20.00) 90.15 + (13.30) 85.36 + (33.30) 90 + (26.70) 73.9}{6.70 + 20.00 + 13.30 + 33.30 + 26.70}$$

$$\text{IPA} + = \frac{555.56 + 1803 + 1135.28 + 2997 + 1973.13}{100}$$

$$\text{IPA} += 84.63$$

Tancítaro calculado con el IPA

$$\text{IPA} = \frac{(20) 82.92 + (20) 90.15 + (20) 85.36 + (20) 90 + (20) 73.9}{20 + 20 + 20 + 20 + 20}$$

$$\text{IPA} = \frac{1658.4 + 1803 + 1707.2 + 1800 + 1478}{100}$$

$$\text{IPA} = 84.46$$

Paso de la Nieve

Componente Recurso

$$\text{R} = \frac{(\text{R}_1 + \text{R}_2 + \text{R}_3)}{3} = \frac{(75 + 100 + 78.25)}{3} = \frac{253.25}{3} = 84.41$$

Componente Acceso

$$\text{A} = \frac{(\text{A}_1 + \text{A}_2 + \text{A}_3)}{3} = \frac{(100 + 50 + 96.15)}{3} = \frac{246.15}{3} = 82.05$$

Componente Capacidad

$$\text{C} = \frac{(\text{C}_1 + \text{C}_2 + \text{C}_3 + \text{C}_4)}{4} = \frac{(50 + 29.16 + 11.11 + 50)}{4} = \frac{165.27}{4} = 35.06$$

Componente Uso

$$\text{U} = \frac{(\text{U}_1 + \text{U}_2)}{2} = \frac{(100 + 0)}{2} = \frac{100}{2} = 50$$

Componente Ambiente

$$\text{E} = \frac{(\text{E}_1 + \text{E}_2 + \text{E}_3)}{3} = \frac{(71.72 + 50 + 0)}{3} = \frac{121.72}{3} = 40.57$$

$$\text{IPA} + = \frac{(20.00) 84.41 + (13.30) 82.05 + (6.70) 35.06 + (26.70) 50 + (33.30) 40.57}{20.00 + 13.30 + 6.70 + 26.70 + 33.30}$$

$$\text{IPA} + = 1688.2 + 1091.26 + 234.90 + 1335 + 1350.98$$

IPA+= 57.00

Paso de la Nieve calculado con el IPA

$$\text{IPA} = \frac{(20) 84.41 + (20) 82.05 + (20) 35.06 + (20) 50 + (20) 40.57}{20 + 20 + 20 + 20 + 20}$$

$$\text{IPA} = \frac{1688.2 + 1641 + 701.2 + 1000 + 811.4}{100}$$

IPA= 58.41

Anexo 8: Estudio de análisis físico-químico y bacteriológico

CONAGUA COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA		COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA DIRECCIÓN LOCAL MICHOACÁN SUBDIRECCIÓN TÉCNICA DEPTO. DE CALIDAD DEL AGUA		
LMAP-08				
RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS Y BACTERIOLÓGICOS PRACTICADOS AL MANANTIAL "PASO DE LA NIEVE", MUNICIPIO DE PERIBÁN, MICHOACÁN				
FECHA DE MUESTREO: 18 DE ABRIL DE 2018, REALIZADO POR PERSONAL TÉCNICO DE LA CONAGUA. PERIODO DE ANÁLISIS: 20 AL 30 DE ABRIL DE 2018.				
PARÁMETROS	UNIDADES	LIMITES PERMISIBLES CONSUMO HUMANO (*)	MANANTIAL PASO DE LA NIEVE	GRADO DE CUMPLIMIENTO
TEMPERATURA DEL AGUA	° C	-	12.0	
POTENCIAL HIDRÓGENO	u pH	6.5 - 8.5	6.70	CUMPLE
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	µmhos/cm	-	93	
TURBIEDAD	UTN	5	2.3	CUMPLE
COLOR	Pt-Co	20	5	CUMPLE
OXÍGENO DISUELT	mg/L	-	7.60	
DEMANDA BIQUÍMICA DE OXÍGENO	mg/L	-	2.50	
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	mg/L	-	3.80	
CARBONO ORGÁNICO TOTAL	mg/L	-	1.2	
SÓLIDOS SEDIMENTABLES	ml	-	0	
SÓLIDOS TOTALES	mg/L	-	70	
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/L	-	2	
SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES	mg/L	1000	68	CUMPLE
NITRATOS	mg/L	10	0.15	CUMPLE
NITRITOS	mg/L	1	0.001	CUMPLE
NITRÓGENO AMONÍACAL	mg/L	0.5	0.056	CUMPLE
DUREZA TOTAL	mg/L	500	31.92	CUMPLE
DUREZA DE CALCIO	mg/L	-	22.44	
DUREZA DE MAGNESIO	mg/L	-	9.48	
ALCALINIDAD TOTAL	mg/L	-	33.0	
ALCALINIDAD A LA FENOLFTALEÍNA	mg/L	-	0	
CLORUROS	mg/L	250	6.49	CUMPLE
SULFATOS	mg/L	400	8.92	CUMPLE
CARBONATOS	mg/L	-	0	
BICARBONATOS	mg/L	-	33.0	
CALCIO	mg/L	-	9.0	
MAGNESIO	mg/L	-	2.3	
SODIO	mg/L	200	6.7	CUMPLE
COLIFORMES FECALES	UFC/100 ml	0	0 (CERO)	CUMPLE

* CON BASE EN LA NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-127-SSA1-1994, SALUD AMBIENTAL, AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO, LIMITES PERMISIBLES DE CALIDAD Y TRATAMIENTOS A LOS QUE DEBE SOMETERSE EL AGUA PARA SU POTABILIZACIÓN, PUBLICADA EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN DEL 18 DE ENERO DE 1996 Y SU MODIFICACIÓN DEL 22 DE NOVIEMBRE DEL 2000.

DIAGNÓSTICO: CON BASE EN LAS PRUEBAS Y DETERMINACIONES ANALÍTICAS REALIZADAS, SE CONSIDERA QUE LAS AGUAS EXTRAÍDAS DEL MANANTIAL "PASO DE LA NIEVE", MUNICIPIO DE PERIBÁN, MICHOACÁN, PRESENTAN CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD ACEPTABLE PARA ABASTECIMIENTO PÚBLICO, SIENDO NECESARIO APLICAR UN TRATAMIENTO PREVIO DE CLORACIÓN PARA GARANTIZAR LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AGUA QUE SE SUMINISTRA A LA POBLACIÓN, ASEGURANDO EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN UNA CONCENTRACIÓN DE CLORO RESIDUAL LIBRE ENTRE 0.2 - 1.5 mg/L.

SE RECOMIENDA REALIZAR UN NUEVO MUESTREO DE CALIDAD DEL AGUA, EN LA TEMPORADAS DE LLUVIAS, INCLUYENDO AQUELLOS PARÁMETROS DE LA NOM-127-SSA-1994 NO DETERMINADOS EN ESTE ESTUDIO.

MORELIA, MICH., A 07 DE MAYO DE 2018

ATENTAMENTE
EL JEFE DEL DEPTO. DE
CALIDAD DEL AGUA

ING. JUAN RANGEL MAMARENA