

DIAGNÓSTICO PARTICIPATIVO PARA LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA ALTERNATIVA EN UNA COMUNIDAD SUBURBANA DE LA CIUDAD DE OAXACA

[PARTICIPATORY APPRAISAL FOR THE TRANSFER OF ALTERNATIVE TECHNOLOGY IN A SUBURBAN COMMUNITY IN OAXACA CITY]

Edberg Daniel Martínez-Jiménez^{1§}, Enrique Martínez y Ojeda¹, Adela Vásquez-García^{2§}, Carlos Espinoza-Nájera⁴, Delia Cristina Altamirano-Juárez⁵, José Luis Caballero-Montes⁶

¹Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Oaxaca. División de Posgrado e Investigación. Oaxaca de Juárez, México. ²Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca. División de Estudios de Posgrado e Investigación. Nazareno Xoxocotlan, Oaxaca. ³Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca. Oaxaca de Juárez, Oaxaca. ⁴Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional. Unidad Oaxaca. Oaxaca de Juárez, México.

[§]Autor para correspondencia: (adevg@hotmail.com).

RESUMEN

La investigación se realizó con el objetivo de diagnosticar de manera participativa a la localidad de Santiago Cacaotepec, ETLA, Oaxaca (SCEO), localidad suburbana de la ciudad de Oaxaca, de Juárez, Oaxaca, México, y con base en ello definir la viabilidad para la implementación de tecnología alternativa como propuesta para el saneamiento de las aguas residuales. La metodología constó de dos etapas; en la primera se efectuó una investigación documental relacionada al medio natural y urbano de San Lorenzo Cacaotepec ETLA. En la segunda etapa se aplicó una encuesta estructurada de 27 preguntas agrupadas en cuatro ejes temáticos: percepción de la problemática, cultura del agua, saneamiento de las aguas residuales y disposición a la capacitación en tecnologías para el tratamiento de aguas residuales. Fue aplicada a los 890 núcleos familiares habitados en la localidad de manera directa a personas mayores de 18 años. El 72.43% de los pobladores identificó que existen problemas medioambientales en la comunidad; el 65.27% señaló que la contaminación del agua es su problemática fundamental a atender; el 30.85% identificó a la fosa séptica como una tecnología alternativa para el SAR y el 73.72% indicó que están dispuestos a asistir a cursos de capacitación y para conocer tecnologías de construcción apropiadas enfocadas al SAR.

Palabras clave: Diagnóstico participativo, saneamiento de aguas residuales, tecnología alternativa.

ABSTRACT

The research was carried out with the objective of a participatory diagnosis of the town of Santiago Cacaotepec, ETLA, Oaxaca (SCEO), a suburban town of the city of Oaxaca, de Juárez, Oaxaca, Mexico, and based on this, to define the feasibility for the implementation of alternative technology as a proposal for the sanitation of wastewater. The methodology consisted of two stages; in the first stage, documentary research related to the natural and urban environment of San Lorenzo Cacaotepec ETLA was carried out. In the second stage, a structured survey of 27 questions was applied, grouped into four thematic axes: perception of the problem, water culture, wastewater sanitation, and willingness to receive training in wastewater treatment technologies. It was applied directly to the 890 households living in the locality to people over 18 years of age. 72.43% of the inhabitants identified that there are environmental problems in the community; 65.27% indicated that water pollution is their main problem to be addressed; 30.85% identified the septic tank as an alternative technology for wastewater treatment and 73.72% indicated that they are willing to attend training courses and to learn about appropriate construction technologies focused on wastewater treatment.

Index words: Participatory diagnosis, wastewater sanitation, alternative technology.

Recibido: 05-agosto-2022

Aceptado: 02-diciembre-2022

INTRODUCCIÓN

A partir de los cambios ocasionados al medio ambiente por las actividades antrópicas, se ha establecido una nueva época denominada antropoceno; definida por Trischler (2017) como una crisis ecológica, producto de las acciones humanas, en la que se ha visto afectado de manera adversa y descontrolada a los recursos naturales. El recurso hídrico, manejado de forma irracional y con un mínimo reúso, se debe principalmente a dos factores, la falta de infraestructura para su correcta disposición final y por la fuerte vinculación en el uso e implementación de tecnologías convencionales usadas para el saneamiento de las aguas residuales (De Anda, 2017). Así mismo, se considera que se han generado inversiones sustanciales de capital con altos costos en la construcción, operación y mantenimiento de esta infraestructura, actualmente transformada en grandes “elefantes blancos”.

Otros factores que influyen en el reto del saneamiento de las aguas residuales es la baja concientización de la población en el manejo y saneamiento del recurso hídrico, así como el desconocimiento de la normatividad en materia de aguas residuales y el escaso conocimiento de tecnologías viables y factibles económicamente, lo que ha dado como resultado que el tratamiento de las aguas residuales, tanto domésticas como industriales, sea mínimo y se generen impactos negativos al medio ambiente (González *et al.*, 2021; Marlés y Cruz, 2021); debido a que su mal manejo transgrede de manera adversa a otros factores como al suelo, aire, flora y fauna, convirtiéndolas en focos de infección para la población y posteriormente en problemas de salud pública, si no son gestionados adecuadamente (Rodríguez *et al.*, 2016).

Organismos a nivel internacional, caso de la ONU (2015) reconocen la problemática, y señalan que el 80% de las aguas residuales generadas no reciben el tratamiento correcto para la disminución de contaminantes y parámetros que permitan al medio en el cual se disponen logren una resiliencia. En México, la CONAGUA (2015a) reporta que el 90% de las aguas residuales no reciben tratamiento alguno y son descargadas directamente a cuerpos de agua y bienes nacionales, afectando de manera adversa al medio ambiente, y la causa principal es el uso de tecnologías inadecuadas técnica y operativamente (González *et al.*, 2021).

Con base en lo anterior, se ha generado la búsqueda de soluciones a través de propuestas tecnológicas de uso a nivel unifamiliar, local o municipal, sean convencionales y social-apropiadas; como las ecotecnologías que resulten adecuadas para la población en el aspecto económico, benéficas en el sentido social y positivas al ambiente, para dar cumplimiento a las normas ambientales aplicables en materia de aguas residuales (SEMARNAT, 1996). Estas tecnologías sustentan de forma directa e indirecta el cumplimiento de los indicadores propuestos para el cuidado al medio ambiente; además, pueden ayudar de manera contextualizada a mejorar la calidad de vida de las personas en situación de vulnerabilidad. Sin embargo, es necesaria una intervención holística para mejorar los procesos de apropiación tecnológica para fomentar un ambiente favorable para su implementación a partir de la participación social, razón por la cual se debe de considerar como eje medular el diagnóstico con la participación de la población.

El diagnóstico participativo puede ser efectuado con enfoques cualitativos y cuantitativos a través del uso de técnicas participativas, consideradas como etnográficas (Cotán, 2020; Matarrese, 2015; Rodríguez, 2015). De acuerdo con Ramírez y Camacho (2019), para efectuar un diagnóstico participativo en una comunidad para identificar problemas ambientales se requiere de técnicas de investigación fundamentales, como son los recorridos de campo, las entrevistas (estructuradas o semiestructuradas) y los talleres participativos; con la finalidad de que la comunidad mediante su precepción identifique la problemática. Por su parte, Campos *et al.* (2020), realizaron un diagnóstico ambiental participativo (DAP) con 16 jóvenes de la localidad Dzoyaxché, Mérida, Yucatán, en la Reserva Ecológica Cuxtal (REC), en dos etapas de trabajo; en la primera etapa se efectuó una revisión documental de los acontecimientos socio ambientales en el sitio de proyecto en una línea de tiempo, se efectuaron pláticas formales e informales con las autoridades municipales y comunales para conocer su visión en torno a los problemas socio ambientales de

la localidad; Por su parte Pérez (2016) efectuó un diagnóstico comunitario participativo en el fraccionamiento ECO 2000 ubicado en Ciudad Juárez, en el Estado de Chihuahua, con la finalidad de determinar la posibilidad de implementar proyectos en un periodo de cinco meses. Este diagnóstico se realizó mediante pláticas formales e informales en juntas vecinales así como diseño y aplicación de una encuesta aplicada a 253 núcleos familiares, con la finalidad de jerarquizar las problemáticas a abordar de manera participativa en conjunto con la ciudadanía, lográndose una conducta positiva de los vecinos con respecto a su entorno, las nuevas formas de interrelacionarse entre los vecinos, la identificación comunitaria de necesidades colectivas, el fortalecimiento del tejido social, la recuperación de algunos servicios comunales municipales, el apoyo de las autoridades municipales, la recepción del equipo de intervención y la asimilación de las ideas propuestas.

En la comunidad de Santiago Cacaotepec Etlá, Oaxaca (SCEO), municipio de San Lorenzo Cacaotepec, Oaxaca, el escaso manejo del recurso hídrico ha fomentado una problemática en la población con impactos sociales, económicos y ambientales. En el ámbito social, existe un aumento en la frecuencia de enfermedades gastrointestinales, cólera, hepatitis, salmonella, debido al contacto directo o indirecto de las aguas residuales. Este problema se presenta principalmente en niños (Gobierno del Estado de Oaxaca, 2013). Con respecto al aspecto ambiental se ha producido una pérdida de la resiliencia ocasionada por el gasto excesivo generado, estimado en 8.22 l seg^{-1} de aguas residuales sin tratamiento alguno en la comunidad. Cabe señalar que, conforme a lo establecido por el Gobierno del Estado de Oaxaca (2013), Santiago Cacaotepec no cuenta con infraestructura para saneamiento de sus aguas residuales domésticas generadas. En el aspecto económico el impacto a los habitantes de la localidad de SCEO se debe a los gastos de inversión para la construcción de fosas sépticas en sus domicilios, con la finalidad de mitigar el impacto al medio ambiente debido a esta problemática.

Esta investigación se planteó como objetivo diagnosticar de manera participativa a la comunidad de Santiago Cacaotepec Etlá, en el Estado de Oaxaca, México, para establecer la posibilidad de la implementación de una ecotecnología para el saneamiento de las aguas residuales.

CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO

El municipio de San Lorenzo Cacaotepec Etlá, en el Estado de Oaxaca, se localiza en las coordenadas $17^{\circ} 9'16.05''$ de latitud norte y $96^{\circ}47'18.00''$ de longitud oeste, a una altitud de 1,596 m y una distancia aproximada de 11.43 km de la ciudad de Oaxaca de Juárez (INEGI, 2010). Colinda al norte con los municipios de Guadalupe Etlá y Soledad Etlá; al sur con los municipios de San Andrés Ixtlahuaca y Santa María Atzompa; al oriente con San Felipe Tejalapam y Santo Tomás Mazaltepec; al poniente con Guadalupe Etlá y con Santa María Atzompa. Este municipio cuenta con una superficie total de 12.74 km^2 , que representa el 0.013% del Estado de Oaxaca. Cuenta con un total de 16 localidades (San Lorenzo Cacaotepec, Guadalupe Hidalgo, Santiago Cacaotepec Etlá, la Vía, Rancho Hacienda Vieja, Loma Cuache, Rancho Frio, San Nicolás, el Zapotal, Rancho el Ensueño, San Isidro, la Soledad, Rancho Tareas, El Pastón, El Trapiche y Los Pintos). El sitio en donde se realizó la investigación fue la localidad de Santiago Cacaotepec Etlá, ubicada a 5.46 km de la cabecera municipal (Figura 1).

Para la presente investigación se realizó una delimitación del área de estudio en base a dos criterios con la finalidad de identificar los domicilios en los cuales se aplicaría el censo. En el primero se consideró que las viviendas se localizaran dentro de los límites territoriales de la comunidad, y en el segundo se definió que fueran viviendas con una problemática de falta de saneamiento del agua.

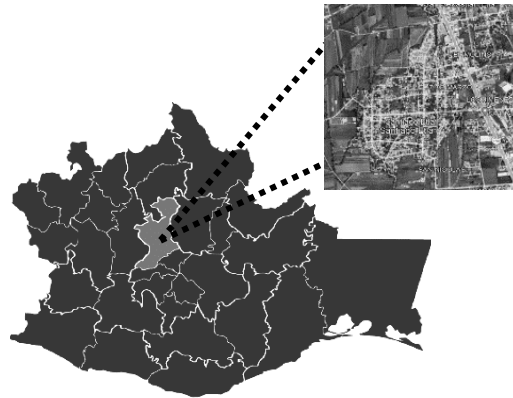


Figura 1. Localización de Santiago Cacaotepec ETLA, San Lorenzo Cacaotepec, Oaxaca.

Cabe señalar que, para la delimitación del área se empleó el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) (SEMARNAT, 2017), con lo que se obtuvieron las coordenadas del área de trabajo y posterior intervención en SCEO (Cuadro 1).

Cuadro 1. Coordenadas de ubicación de la localidad de Santiago Cacaotepec ETLA, San Lorenzo Cacaotepec, Oaxaca.

| Punto | X | Y |
|--------------|-----------|------------|
| 1 | 734809.76 | 1898276.94 |
| 2 | 735361.71 | 1898749.01 |
| 3 | 736348.64 | 1898556.77 |
| 4 | 736186.95 | 1897673.67 |
| 5 | 735344.61 | 1897445.68 |
| DATUM: NAD27 | ZONA: 14 | BANDA: Q |

Fuente: Elaboración propia a partir de SIGEIA.

METODOLOGÍA

El diagnóstico comunitario fue participativo, y se llevó a cabo para identificar el contexto de la problemática de la falta de saneamiento de las aguas residuales y para identificar la posibilidad de la implementación de una ecotecnología unifamiliar innovadora, la cual se estructura por un Reactor Anaerobio de Flujo Ascendente (RAFA) y un Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente (FAFA) construido con materiales asequibles y propios de la región, aplicando para su transferencia tecnológica cuatro pasos fundamentales: sensibilización, capacitación, construcción y difusión.

El diagnóstico se conformó por dos etapas, acorde a lo establecido por Ramírez *et al.* (2015) y Pedroza *et al.* (2010). En la primera etapa se efectuó una investigación documental con el objetivo de realizar una revisión bibliográfica del área de intervención para generar información del medio natural y urbano e identificar áreas críticas de viviendas que no efectúan el saneamiento de sus aguas residuales generadas. En la segunda etapa se emplearon técnicas de investigación participativas acorde a lo señalado por Cotán (2020), Matarrese (2015) y Rodríguez (2015), quienes recomiendan los recorridos de campo, la observación directa no participante, la aplicación de una entrevista y las pláticas informales con pobladores y autoridades municipales de la comunidad para para identificar aspectos de su medio natural y urbano de la localidad y conocer sobre su percepción sobre el problema de la falta de saneamiento de las aguas residuales.

Finalmente se planearon y diseñaron estrategias de intervención, así mismo se realizó el diseño conceptual de una tecnología alternativa como solución a la falta de saneamiento de las aguas contaminadas en la comunidad, se aplicaron algunas técnicas para difundir y socializar el conocimiento general la tecnología diseñada y se realizó la evaluación del proyecto a través de indicadores sociales, económicos y ambientales.

La entrevista se diseñó con 27 temas agrupados en cuatro ejes temáticos: 1. Percepción de la problemática. 2. Cultura del agua. 3. Saneamiento de las aguas residuales. 4. Disposición a la capacitación en tecnologías para el tratamiento de AR. El instrumento consideró seis preguntas para identificar la percepción de la problemática, dos para indagar sobre la cultura del agua, diez sobre las prácticas de saneamiento de AR y tres preguntas para identificar la disposición de las personas para capacitarse en la construcción de tecnologías de saneamiento de aguas en sus viviendas. Fue aplicada a todas las viviendas del SCEO, acorde a lo recomendado por Paredes y Phélan (2008). Los recorridos de campo se realizaron durante el mes de mayo de 2022; en los que se logró identificar que, de las 1,125 viviendas de la comunidad, 80% se encuentra habitadas, por lo que el censo se aplicó en las visitas efectuadas a sus domicilios a algún miembro de la familia, siempre y cuando fuera mayor de 18 años.

Para el reporte de los datos obtenidos de la encuesta se empleó estadística descriptiva. Las respuestas, se agruparon en cuadros, en la cual se indica la frecuencia con la coincidencia de las contestaciones (F), así mismo se señala el porcentaje de acuerdo al total de los encuestados (%).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Primera fase del diagnóstico

La localidad de SCEO cuenta con una población total de 4,374 habitantes, de los cuales el 47.60% son hombres y 52.40% mujeres; y conforman un total de 1,125 viviendas habitadas; lo cual coincide con lo reportado por INEGI (2015a). La población manifiesta un grado de rezago social medio, debido a la falta de acceso a la infraestructura básica, incluyendo carencias en el suministro de agua potable, electrificación, drenaje e infraestructura para el SAR, lo que ocasiona que se descargue un gasto de 8.22 l seg^{-1} de aguas contaminadas sin tratamiento alguno directamente al suelo y cuerpos de agua (cauce del río Atoyac).

En los aspectos del medio natural, se identificó que el clima es semicálido subhúmedo (A)C(wo) basado en el sistema Köppen (SEMARNAT, 2017), coincidiendo con lo establecido por el INEGI (2015b), quien define a este clima perteneciente del grupo C, con una temperatura media anual mayor de $18 \text{ }^{\circ}\text{C}$, la temperatura del mes más frío presenta una temperatura media de $18 \text{ }^{\circ}\text{C}$ y la temperatura del mes más caliente presenta temperaturas medias mayor a los $22 \text{ }^{\circ}\text{C}$, la precipitación del mes más seco es menor de 40 mm y presenta lluvias de verano con índice P/T menor de 43.2. Este dato es de gran relevancia para el proyecto debido a que a partir del tipo de clima se determina el promedio de consumo de agua potable, por los habitantes de la localidad de SCEO, que de acuerdo con CONAGUA (2015b) es de $203 \text{ l/habitante/día}$.

Se identificó que en el casco urbano de la población existe poca vegetación debido a las viviendas construidas y que existe una mayor concentración de viviendas en la zona centro y noroeste; sin embargo, en la zona noroeste, el 90% de las viviendas carecen de acceso al drenaje, por lo que resulta apremiante esta zona para la transferencia de la tecnología alternativa propuesta para lograr el resarcimiento de las aguas residuales generadas debido a que las descargas se dan directamente a cuerpos de agua (Figura 2).



Figura 2. Medio natural de la zona centro del SCEO.

En relación a la hidrología, la localidad de SCEO pertenece a la Región Hidrológica No. 20 (RH-20), cuenca del Río Atoyac y subcuenca de Coyotepec, lo anterior determinado a partir de los análisis efectuados por el SIATL (INEGI, 2022), que coincide con lo establecido por la SEMARNAT (2017) y CONABIO (2022). Esta región hidrológica cuenta con una superficie de 3,727 km², y se encuentra localizada al sureste de la República Mexicana en la región centro del estado de Oaxaca (SEMARNAT, 2017). A partir de este dato se determinó que las aguas residuales generadas en la población, son descargadas de manera directa o indirecta a la cuenca del Río Atoyac, acción que incrementa el grado de contaminación que presenta esta cuenca.

Esta localidad se caracteriza por la presencia de arbustos, vegetación arbustiva y agricultura en las zonas aledañas al casco urbano. El INEGI (2015b) reporta que el uso de suelo en CSEO es de tipo agrícola, por lo que a partir de este diagnóstico efectuado se puede suponer que el agua tratada por la tecnología alternativa propuesta (RHU) será utilizada para riego de áreas verdes o zonas agrícolas.

El cuanto, a la generación de información relacionada al medio artificial, marzo a julio de 2022, se identificó que las viviendas se encuentran construidas con concreto, y en menor proporción con muros de concreto y techos de lámina. En relación al área de construcción con respecto a la disponibilidad del terreno, aún se encuentran espacios que pueden ser utilizados para la implementación de una biojardineras o humedales para el tratamiento de aguas. Así mismo, se corroboró que aún existe una carencia de infraestructura básica en la comunidad, tal es el caso de electrificación, agua potable y drenaje, principalmente en la zona noroeste de la población. Así mismo, se identificó la problemática sentida por la falta de saneamiento de las aguas residuales y se conoció el contexto de la comunidad, los sitios donde se vierten las aguas contaminadas y las tecnologías empleadas por los pobladores para mitigar la falta de tratamiento de las aguas residuales (Cuadro 2).

Cuadro 2. Indicadores de la localidad con problemáticas de falta de saneamiento del agua.

| Indicador | Porcentaje (%) |
|----------------------------------|-----------------------|
| Viviendas con letrina | 6 |
| Viviendas con fosa séptica | 30 |
| Viviendas con conexión a drenaje | 64 |

Fuente: Elaboración propia.

Segunda fase del diagnóstico

En esta segunda etapa se identificó que la población en general muestra interés por el saneamiento de las aguas residuales, en especial la gente adulta de la comunidad y las autoridades, como el agente municipal, quien manifestó:

“que este es un tema muy importante porque se nos está acabando el agua, y sería bueno que se propongan nuevas soluciones de manera inmediata y más aquí que la gente ya lo pide” (P. Jiménez, comunicación personal, 12 de marzo de 2022).

Coincidiendo con opiniones declaradas por habitantes de la comunidad, quienes indican:

“que no hay drenaje y pues le hacemos como podemos para limpiar el agua” (E. Marín, comunicación personal, 07 de abril de 2022).

Mientras que otros comentaron:

“que algunos tenemos espacios en nuestras casas, pero pues apostarle a un humedal es muy grande y luego los mosquitos no se les aguanta” (F. López, comunicación personal, 27 de julio de 2020).

Como se indicó en un principio, la entrevista se aplicó en 890 viviendas, de los cuales los entrevistados fueron 632 mujeres y 258 hombres, el 52.81% se encontró entre 18 a 25 años de edad, 31.01% de 26 a 35 años, 6.74% de 35 a 45 años y 9.44% de 45 a 63 años de edad. Los habitantes de SCEO identifican una problemática con la falta de saneamiento de las aguas residuales, definen que existe una falta de difusión de tecnologías alternativas para el saneamiento y presentan una buena disposición para la capacitación en la construcción de ecotecnologías. En el Cuadro 3 se indica la apreciación de la problemática ambiental por los pobladores de SCEO.

Cuadro 3. ¿Cree que existen problemas en su comunidad relacionadas con la contaminación ambiental?

| Respuesta | Frecuencia | Porcentaje (%) |
|-----------|------------|----------------|
| Si | 645 | 72.43 |
| No | 245 | 27.53 |
| Total | 890 | 100 |

De acuerdo a esta percepción de la problemática ambiental por parte de los habitantes de la localidad de SCEO, se identificó que existe un alto porcentaje reconoce que existen problemas en este rubro en localidad. Esto coincide con lo reportado por Ramírez y Camacho (2019); Ramírez (2015) y Gelis y La Llave (2013), quienes definen que en las comunidades rurales, suburbanas y urbanas ya existen problemas medioambientales, sin embargo, son más perceptibles en las localidades rurales. En el Cuadro 4 se muestran los resultados de la percepción de los pobladores con relación a los problemas ambientales existentes en su localidad.

Cuadro 4. Si la respuesta anterior fue si, mencionar cuáles de acuerdo al recuadro siguiente.

| Respuesta | Frecuencia | Porcentaje (%) |
|--|------------|----------------|
| Contaminación de las calles por basura | 152 | 23.57 |
| Contaminación del agua | 421 | 65.27 |
| Contaminación del aire | 12 | 1.86 |
| Malos olores causados por las AR | 60 | 9.30 |
| Total | 645 | 100 |

El 65.27% de los habitantes perciben como prioritario la contaminación del agua en su localidad, el 23.57% reconoce como el problema más perceptible a la contaminación de las calles generadas por la disposición inadecuada de los residuos sólidos urbanos (RSU); sin embargo, esta problemática no solo es altamente perceptibles a nivel local, sino a nivel mundial, tal como lo señalan Barrasa (2017) y Severiche *et al.* (2016). En el Cuadro 5 se muestra el motivo por el cual pobladores del SMTO no realizan el saneamiento de las aguas residuales generadas en las viviendas.

Cuadro 5. ¿Por qué no realiza el saneamiento de sus aguas residuales generadas?

| Respuesta | Frecuencia | Porcentaje (%) |
|--|-------------------|-----------------------|
| Desconozco tecnologías existentes para el saneamiento del agua | 123 | 26.28 |
| Por falta de asesoría técnica en el uso de tecnologías | 72 | 15.39 |
| Por excesivos costos de las tecnologías | 1 | 0.21 |
| Por falta de espacio en la vivienda | 10 | 2.14 |
| Por temor a ocasionar daños, malos olores, o contaminación en la vivienda | 1 | 0.21 |
| Por falta de asesoría y apoyo económico de las autoridades para realizar el saneamiento de las aguas | 229 | 48.93 |
| Porque espero que más adelante las autoridades resuelvan el problema como parte de sus acciones | 32 | 6.84 |
| Por desinterés | 0 | 0 |
| Otro | 0 | 0 |
| Total | 468 | 100 |

En relación al eje temático de saneamiento y tecnología, el 48.93% de las personas establecen que el motivo principal por el que no efectúan el saneamiento de las aguas residuales, se debe a la falta de asesoría y apoyo económico de las autoridades para realizar el saneamiento de las aguas, coincidiendo con lo establecido por Vizuet y González (2011), que existe una falta y consolidación de apoyos económicos para la construcción de tecnologías alternativas, y esto también impacta de manera indirecta la consolidación de nuevas tecnologías propuestas para su implementación en viviendas en donde se carece de infraestructura correcta para el saneamiento de las aguas residuales. Así mismo, el 26.28% desconocen las tecnologías alternativas unifamiliares existentes para el saneamiento de las aguas residuales. En este sentido se coincide con lo establecido por Álvarez y Tagle (2019); quienes definen que aún existen retos para la difusión de tecnologías alternativas, lo que ha llevado al desconocimiento de las innovaciones o propuestas de nuevas tecnologías que pueden presentarse como propuesta de solución a problemáticas medioambientales. En el Cuadro 6 se describe el conocimiento de tecnologías para el saneamiento del agua por parte de pobladores de SMTO.

Cuadro 6. ¿Cuál de las tecnologías para tratamiento de aguas residuales considera que se pueda implementar en su vivienda?

| Respuesta | Frecuencia | Porcentaje (%) |
|------------------------|-------------------|-----------------------|
| Biofiltro | 224 | 29.28 |
| Baño seco | 225 | 29.41 |
| Humedales artificiales | 80 | 10.46 |
| Fosa Séptica | 236 | 30.85 |
| Total | 765 | 100 |

En relación a la pregunta para identificar las tecnologías apropiadas unifamiliares para el saneamiento de las aguas residuales, el 30.85% de los habitantes identificaron la fosa séptica como tecnología alternativa primaria para el resarcimiento de las aguas residuales, el 29.1% referenció al baño seco y en menor orden

los humedales artificiales en un 10.6%. Aunque estas tecnologías alternativas han sido ampliamente utilizadas para el saneamiento de las aguas residuales a nivel unifamiliar, la falta de su difusión es evidente, se infiere que el resultado se debe principalmente a la ausencia de procesos participativos en donde se incluya la información, seguimiento y difusión de tecnologías alternativas en la comunidad (Álvarez y Tagle, 2019). El Cuadro 7 se muestra los resultados de la pregunta relacionada con la disposición de las personas encuestadas para capacitarse o recibir cursos de tecnologías para el saneamiento del agua.

Cuadro 7. ¿Asistiría a cursos para capacitarse en la construcción de tecnologías para el saneamiento del agua?

| Respuestas | Frecuencia | Porcentaje (%) |
|------------|------------|----------------|
| Si | 101 | 73.72 |
| No | 36 | 26.28 |
| Total | 137 | 100 |

El 73.72% de los habitantes indicaron que están dispuestos a asistir a algún curso o taller relacionado con la información o capacitación de tecnologías alternativas para lograr el saneamiento correcto de sus aguas residuales. Esto coincide con lo reportado por Ortiz (2014), quienes definen que existe una gran importancia en establecer estrategias de inclusión de las tecnologías alternativas involucrando actores sociales y habitantes con la finalidad de convertir una propuesta de tecnología como un nuevo producto o método. Así mismo, Hernández *et al.* (2018) establecen que resulta fundamental establecer talleres en donde exista un involucramiento social, ya que es la forma en que una tecnología se difunde entre los saberes de la comunidad.

CONCLUSIONES

Se identificó que existe una preocupación latente por la falta de infraestructura para el saneamiento de las aguas residuales por parte de las autoridades municipales y de los pobladores de la comunidad, y se reconoció la necesidad de abordar esta problemática presente a través de una propuesta apropiada factible y viable.

La población identificó problemas medioambientales en su localidad, priorizando la necesidad de infraestructura para el saneamiento de las aguas residuales, sin embargo, debido a la falta de apoyo económico federal, estatal o municipal, la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) no es posible, dado los elevados costos que implica la construcción, operación y mantenimiento de esta tecnología convencional.

Los habitantes de esta población reconocen la existencia de tecnologías empleadas para el saneamiento del agua, sin embargo, en las viviendas se identificó que, se carece de sistemas que pueden ser empleados para mitigar la falta de saneamiento de las aguas residuales en su población, la razón fundamental se debe a la falta de apoyos económicos gubernamentales para su implementación, este hecho demuestra que existe un bajo interés en la aportación económica propia de los usuarios del agua para sanear sus aguas residuales generadas.

En la localidad se ha adoptado como una forma de saneamiento de las aguas residuales la implementación de fosas sépticas, a pesar de que reconocen, su baja eficiencia en la disminución de parámetros y remoción de contaminantes básicos conforme a la SEMARNAT, 1996.

La población de esta localidad suburbana de la ciudad de Oaxaca de Juárez, Oaxaca, presente una buena disposición a la capacitación y para recibir información acerca de tecnologías alternativas que permitan el saneamiento de las aguas residuales, ya que los pobladores y las autoridades municipales lo identifican como una problemática latente y urgente a solucionar, por lo que se requiere definir una

planeación estratégica para lograr una transferencia tecnológica del RHU que contribuya al saneamiento del agua en esta localidad. Lo anterior, a través de la capacitación y la elaboración de un programa de sensibilización y concientización para la gestión adecuada del agua.

LITERATURA CITADA

- Álvarez-Castañón, L.D.C. y D. Tagle-Zamora. 2019. Transferencia de ecotecnologías y su adopción social en localidades vulnerables: una metodología para valorar su viabilidad. *Ciencia UAT*, 13(2), 83-99.
- Barrasa-García, S. 2017. Percepción del cambio climático en comunidades campesinas de la Reserva de la Biosfera La Encrucijada, Chiapas, México. *Cuadernos Geográficos de la Universidad de Granada*, 56(3), 44-65.
- Campos-Castillo, A. A., G. Gil-García, W.D.J. Cordero-Aguilar, R.M. Ricalde-Vermont y Y. Olivia-Peña. 2020. Diagnóstico ambiental participativo con jóvenes de una Reserva Ecológica municipal para el diseño de una propuesta de educación ambiental no formal. *Acta Universitaria*, 30 (1): 1-17. <http://doi.org/10.15174/au.2020.2355>.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). 2015a. Estadísticas del agua en México Edición 2014. Estado de México. 50-56p.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). 2015b. Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento (MAPAS). Datos Básicos para Proyectos de Agua Potable y Alcantarillado. 4. México. Estado de México. 10 p.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2022. Software del sistema nacional de información sobre la biodiversidad (2.5). Estado de México. (Consultado: 19/04/2022). Disponible en: <http://geoportal.conabio.gob.mx/>.
- Cotán-Fernández, A. 2020. El método etnográfico como construcción de conocimiento: un análisis descriptivo sobre su uso y conceptualización en ciencias sociales. *Márgenes, Revista de Educación de la Universidad de Málaga*, 1 (1), 89-92. <http://dx.doi.org/10.24310/mgnmar.v1i1.7241>.
- De Anda-Sánchez, J. 2017. Saneamiento descentralizado y reutilización sustentable de las aguas residuales municipales en México. *Sociedad y Ambiente*, 1(14), 119-143.
- Gelis-Bery, M.I. y S. La Llave-Rodríguez. 2013. Diagnóstico integral ambiental de dos comunidades santiagueras: los cangrejitos y flores antes del huracán Sandy. *Ciencia en su PC*, (1), 32.
- Gobierno del Estado de Oaxaca. 2013. Plan de municipal de desarrollo sustentable de San Lorenzo Cacaotepec, Oaxaca 2011-2013. Oaxaca: Oaxaca de Juárez. (Consultado 12/10/2022). Disponible en: https://finanzasoxaca.gob.mx/pdf/inversion_publica/pmds/11_13/227.pdf.
- González-Ávila, M.E. J.I. Vera-López y S. Hernández-Solórzano. 2021. Estudio de la percepción ambiental geográfica de la contaminación de un arroyo urbano, Tonalá, Chiapas. *Región y Sociedad*, 33(1).1-34. <https://doi.org/10.22198/rys2021/33/1510>.
- Hernández-Cortez, N., L.C. Ruelas-Monjardín y M.E. Nava-Tablada. 2018. Sustentabilidad del desarrollo: desafíos y propuestas. Xalapa-Veracruz, México: Secretaría de Educación de Veracruz.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2010. Compendio de información geográfica municipal 2010. San Lorenzo Cacaotepec, Oaxaca. (Consultado 06/04/2022). Disponible en: <http://gaia.inegi.org.mx/mdm6/?v=bGF0OjE2LjkzNjQ5LGxvbjotOTYyNzc5ODksejo5LGw6YzQxMHxjNDE4>.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2015a. Principales resultados de la encuesta intercensal 2015 Oaxaca. Estado de México. (Consultado 17/03/2022). Disponible en: https://www.inegi.org.mx/contenido/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/inter_censal/estados2015/702825079857.pdf.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2015b. Mapa nacional de México. Estado de México. (Consultado 05/04/2022). Disponible en: <http://gaia.inegi.org.mx/mdm6/?v=bGF0OjE2LjkzNjQ5LGxvbjotOTYyNzc5ODksejo5LGw6YzQxMHxjNDE4>.

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2022. Simulador de flujos de agua de cuencas hidrográficas (SIATL). Estado de México. (Consultado: 14/04/2022). Disponible en: https://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/siatl/.
- Marlés-Betancourt, C. y L. Cruz-Correa. 2021. Estado actual de la educación y la cultura hídrica: un mapeo sistemático de literatura. *Revista Guillermo de Ockham*, 19(1) 17.
- Matarrese, M.L. 2015. De la entrevista al recorrido territorial: reflexiones etnográficas. Avá. *Revista de Antropología*. Universidad Nacional de Misiones Argentina. 1(27), 119-140.
- Organización de las Naciones Unidas (ONU). 2015. Un objetivo global para el agua post-2015: Síntesis de las principales conclusiones y recomendaciones de ONU-Agua. Francia, Paris. (Consultado: 20/11/2022). Disponible en: https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/pdf/findings_and_recommendations_post2015_goal_water_spa.pdf.
- Ortiz-Moreno, J.A., O.R. Masera-Cerutti y A.F. Fuentes-Gutiérrez. 2014. La ecotecnología en México. *Imagina comunicación Estado de México*, México. 12 p.
- Paredes, A. y M.L. Phélan. 2008. Los censos comunitarios herramienta para revelar las desigualdades. Experiencia de nuevo horizonte, parroquia Sucre, Caracas. *Revista Latinoamericana de Población*. 2(3) 69-87.
- Pedroza-Sandoval, A., J. Ruiz-Torres, R. Trejo, S.A. Carmona-Veyna, J.A. Chávez-Rivero y S. Torres-Barraza. 2010. Desarrollo integral en comunidades marginadas en zonas áridas del norte de Durango, México. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*. IX (1):46-51.
- Pérez-Díaz, A. 2016. Teoría y práctica del desarrollo comunitario. Un estudio de caso en un fraccionamiento de Ciudad Juárez, Chihuahua (México). *Theory and practice of community development. A case study in a subdivision of Ciudad Juarez, Chihuahua*. *RIDE Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 6(12), 540-550.
- Ramírez-García, A.G. y M. Camacho-Bercherlt. 2019. Diagnóstico participativo para determinar problemas ambientales en comunidades rurales. *Telos: Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales*, 21(1), 86-113. <https://doi.org/10.36390/telos211.06>.
- Ramírez-García, A.G., P. Sánchez-García y A. Cruz-León A. 2015. Diagnóstico participativo para desarrollar un proyecto de turismo alternativo en la comunidad de Agiabampo, Huatabampo, Sonora, México. *Ra Ximhai*. 11(5):159-163.
- Ramírez-Hernández, O. 2015. Identificación de problemáticas ambientales en Colombia a partir de la percepción social de estudiantes universitarios localizados en diferentes zonas del país. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 31(3), 307.
- Rodríguez-Domínguez, E. 2015. La delimitación cuantitativa de divisaderos de observación etnográfica: una herramienta metodológica para el estudio antropológico del Estado. *Nueva Antropología*. 28(83) 74-76.
- Rodríguez-Miranda, J.P., C.A. García-Ubaque y J.C. García-Ubaque. 2016. Enfermedades transmitidas por el agua y saneamiento básico en Colombia. *Revista de Salud Pública*. 18, 734-744.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 1996. NOM-001-SEMARNAT-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. Estado de México, México. (Consultado 01/03/2022). Disponible en: <https://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/3290/1/nom-001-semarnat-1996.pdf>.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2017. Sistema de información geográfica para la evaluación del impacto ambiental (SIGEIA). Estado de México. (Consultado 01/04/2022). Disponible en: <https://mapas.semarnat.gob.mx/sigeia/#/sigeia>.
- Severiche-Sierra, C.A., E. Gómez-Bustamante y J. Jaimes-Morales. 2016. La educación ambiental como base cultural y estrategia para el desarrollo sostenible. *TELOS: Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales*. 18(2), 273.
- Trischler, H. 2017. El Antropoceno, ¿Un concepto geológico o cultural, o ambos? *Desacatos*, (54), 47.
- Vizuet-Isunza, G. y C.R. González-Dávila. 2011. Desafíos de los programas de vivienda sustentable en México. *Cuadernos de Vivienda y Urbanismo*. 4(7) 70-72.