

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE INVESTIGACIÓN PARA EL
DESARROLLO REGIONAL UNIDAD OAXACA



“Energía solar como fuente de desinfección del agua para consumo humano a nivel domiciliario mediante una tecnología social. Caso Magdalena Teitipac, Oaxaca.”

TESIS PARA OBTENER EL TITULO DE
MAESTRO EN GESTIÓN DE PROYECTOS PARA EL DESARROLLO
SOLIDARIO

PRESENTA

Ing. Itzel Omara Matus Enríquez

Directores de Tesis:
M. en C. Susana Navarro Mendoza
Dr. Rafael Alavéz Ramírez

Julio, 2020

**CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE INVESTIGACIÓN PARA EL
DESARROLLO REGIONAL UNIDAD OAXACA**



“Energía solar como fuente de desinfección del agua para consumo humano a nivel domiciliario mediante una tecnología social. Caso Magdalena Teitipac, Oaxaca.

TESIS PARA OBTENER EL TITULO DE
**MAESTRO EN GESTIÓN DE PROYECTOS PARA EL DESARROLLO
SOLIDARIO**

PRESENTA

Ing. Itzel Omara Matus Enríquez

ACTA DE REGISTRO DE TEMA DE TESIS



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL SECRETARIA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

SIP-13
REP 2017

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

Ciudad de México, 01 de junio del 2020

El Colegio de Profesores de Posgrado de CIIDIR Unidad Oaxaca en su Sesión

(Unidad Académica)

Ordinaria No. 10 celebrada el día 11 del mes Noviembre de 2019 conoció la solicitud presentada por el (la) alumno (a):

Apellido Paterno:	Matus	Apellido Materno:	Enríquez	Nombre (s):	Itzel Omara
-------------------	-------	-------------------	----------	-------------	-------------

Número de registro: A 1 8 0 1 9 4

del Programa Académico de Posgrado: Maestría en Gestión de Proyectos para el Desarrollo Solidario

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

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

Energía solar como fuente de desinfección del agua para consumo humano a nivel domiciliario mediante una tecnología social. Caso Magdalena Teitipac, Oaxaca.

Objetivo general del trabajo de tesis:

Mejorar la calidad del agua para consumo humano a nivel domiciliario empleando una tecnología social que aprovecha la energía solar como medio de desinfección, en Magdalena Teitipac Oaxaca.

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

Director: M. en C. Susana Margarita Navarro Mendoza 2° Director: Dr. Rafael Alavéz Ramírez

No aplica:

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

CIIDIR Unidad Oaxaca y Magdalena Teitipac Tlacolula Matamoros Oaxaca.

que cuenta con los recursos e infraestructura necesarios.

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

Director(a) de Tesis

M. en C. Susana Margarita Navarro Mendoza

2° Director de Tesis (en su caso)

Dr. Rafael Alavéz Ramírez

Aspirante

Matus Enríquez Itzel Omara

Presidente del Colegio

Dr. Salvador Isidro Jiménez Belmonte

ACTA DE REVISIÓN DE TESIS



SIP-14
REP 2017

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

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

del (la) alumno (a):

Apellido Paterno:	Matus	Apellido Materno:	Enríquez	Nombre (s):	Itzel Omara
-------------------	-------	-------------------	----------	-------------	-------------

Número de registro:

Aspirante del Programa Académico de Posgrado:

Una vez que se realizó un análisis de similitud de texto, utilizando el software antiplagio, se encontró que el trabajo de tesis tiene 8 % de similitud. **Se adjunta reporte de software utilizado.**

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

JUSTIFICACIÓN DE LA CONCLUSIÓN: *(Por ejemplo, el % de similitud se localiza en metodologías adecuadamente referidas a fuente original)*
La similitud se presenta en marco teórico-conceptual y descripción de área de estudio en donde se involucran enunciados con términos y descripciones de uso propio de las disciplinas involucradas en el trabajo; ambos debidamente citados, así como en nombres y frases de uso común.

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

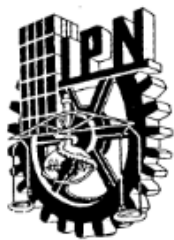
Finalmente, y posterior a la lectura, revisión individual, así como el análisis e intercambio de opiniones, los miembros de la Comisión manifestaron **APROBAR** **SUSPENDER** **NO APROBAR** la tesis por **UNANIMIDAD** o **MAYORÍA** en virtud de los motivos siguientes:

Se dio cumplimiento en tiempo y forma a las observaciones realizadas por la Comisión revisora y satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

COMISIÓN REVISORA DE TESIS

M. en C. Susana Margarita Navarro Mendoza _____ Director de Tesis Nombre completo y firma	Dra. María Eufemia Pérez Flores _____ Nombre completo y firma	Dr. Alfonso Vásquez López _____ Nombre completo y firma
Dr. Rafael Alavez Ramírez _____ 2º Director de Tesis (en su caso) Nombre completo y firma	M. en I. Manuel Dino Aragón Sulik _____ Nombre completo y firma	Dr. Salvador Isidro Belmonte Jiménez _____ Nombre completo y firma PRESIDENTE DEL COLEGIO DE PROFESORES

AUTORIZACIÓN DE USO DE OBRA PARA DIFUSIÓN



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL *SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO*

CARTA CESION DE DERECHOS

En la Ciudad de Oaxaca de Juárez el día 30 del mes julio del año 2020, el (la) que suscribe Itzel Omara Matus Enríquez alumno (a) del Programa de Maestría en Gestión de Proyectos para el Desarrollo Solidario con número de registro A180194, adscrito al Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca, manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección del (la) M. en C. Susana Margarita Navarro Mendoza y el Dr. Rafael Alavez Ramírez y cede los derechos del trabajo titulado: Energía Solar como fuente de desinfección del agua para consumo humano a nivel domiciliario mediante una tecnología social. Caso Magdalena Teitipac, Oaxaca. al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación.

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

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Itzel Omara', is positioned above the printed name.

Matus Enríquez Itzel Omara
Nombre y firma

Índice

Índice de Figuras	9
Índice de Tablas.....	10
Agradecimiento y Dedicatoria.....	12
Resumen	13
Introducción.....	14
Capítulo I. Antecedentes.....	16
1.1 Potabilización convencional del agua para consumo humano	16
1.2 Desinfección solar como tecnología social	18
1.2.2 La incidencia de radiación en México, potencial aprovechable para la aplicación del SODIS.....	21
1.3 Botellas PET e inocuidad.....	24
1.4 Apropiación de tecnología en un medio social rural	26
1.5 Sistematización de experiencias en comunidades rurales.....	27
Capítulo II. Planteamiento del problema.....	29
2.1 Planteamiento del Problema	29
2.2 Objetivo general	31
2.3 Objetivos Específicos.....	31
2.4 Justificación	32
Capítulo III. Marco Teórico Conceptual	35
3.1 Derecho Humano al agua y Economía Solidaria.....	35
3.1.1 La tecnología social como estrategia para garantizar el derecho humano al agua ..	36
3.2 Desinfección Solar del Agua	37
3.2.1 Efecto sinérgico entre la radiación UV-A y la temperatura sobre los microorganismos.	40
3.3 La apropiación de la tecnología y sistematización de experiencias	40
4.0 Aspectos Conceptuales.....	43
4.1 Derecho Humano al Agua	43
4.2 La nueva cultura del agua	43
4.3 Cuerpos de agua	43
4.4 Contaminación del agua	44
4.5 El espectro electromagnético	44
4.6 Colector Solar	45

4.8 <i>La calidad del Agua</i>	45
4.9 <i>Las enfermedades hídricas</i>	45
5.0 <i>Desinfección Solar del Agua</i>	46
5.0 Norma Aplicable.....	46
5.1 <i>NOM 127-SSA1-1994</i>	46
Capítulo VI. Área de Estudio.....	48
6.1 Localización de la comunidad.....	48
6.2 Perfil socio demográfico.....	52
Capítulo VII. Metodología.....	55
7.1 Diseño de la metodología de investigación.....	55
7.2 Etapa I Diagnostico de la calidad en las fuentes de abastecimiento de agua.....	56
7.3 Etapa II Diseño y construcción del Colector Solar.....	59
7.3.1 Diseño conceptual del colector solar.....	59
7.3.2 Construcción del colector solar concentrador.....	62
7.3.3 Medición de parámetros de eficiencia del colector piloto.....	65
7.4 Etapa III Evaluación de la calidad del agua sujeta a desinfección en el colector solar ..	66
7.5 Etapa 4. Taller participativo para construir colectivamente el colector solar.....	69
7.6 Etapa V. Sistematización de la experiencia adquirida y apropiación del COSODE en núcleos familiares.....	74
7.6.1 La experiencia vivida.....	74
7.6.2 Sistematización de la experiencia.....	75
7.6.3 Análisis del proceso.....	75
Capítulo VIII. Resultados y discusión.....	83
8.1 Etapa I. Diagnostico Socioambiental.....	83
8.1.1 <i>Abastecimiento de agua en zonas sin acceso al sistema de distribución</i>	84
8.1.2 <i>Aspectos Geofísicos de la zona donde se ubica el</i>	86
8.1.3 <i>Parámetros fisicoquímicos en fuentes de suministro de agua medidos en campo</i>	88
8.1.4 <i>Muestreo de fuentes principales de abastecimiento de agua de la comunidad sin red de abastecimiento</i>	92
8.2 Etapa II. Diseño Conceptual y construcción del Colector Solar.....	98
8.2.1 <i>Radiación Solar en Magdalena Teitipac</i>	98
8.2.2 <i>Construcción del colector solar concentrador, prueba piloto</i>	99
8.2.3 <i>Etapa de experimentación</i>	100
8.2.4 <i>Consideraciones del Sistema</i>	102

8.2.5 <i>Análisis de costos de la fabricación del colector</i>	103
8.5 Etapa IV. Desarrollo del taller participativo	105
8.5.1 <i>Día uno; Concientización de los participantes en cuanto al Agua</i>	106
8.5.2 <i>Día 2 Elaboración de su propio Colector Solar</i>	108
8.5.3 <i>Día 3 Evaluación de parámetros incidentes en el colector solar</i>	110
8.6 Etapa IV. Sistematización de experiencia para la apropiación de la tecnología COSODE	111
8.6.1 <i>Selección de los candidatos, capacitación-monitoreo y evaluación de la apropiación por núcleos familiares</i>	111
9.0 Comunicación de aprendizajes	126
CONCLUSIONES	128
14.0 Referencias	129
Anexo 1	140
Anexo 2	141
Anexo 3	142
Anexo 4	145
Anexo 5	146
Anexo 6	147
Anexo 7	148
Anexo 8	150
Anexo 9	153
Anexo 10	154
Anexo 11	155

Índice de Figuras

Figura 1 Irradiación solar promedio en México.....	22
Figura 2 Bases teóricas que fundamentan la investigación	27
Figura 3 Proceso SODIS	38
Figura 4 Sistema de experiencias	42
Figura 5 Espectro electromagnético	44
Figura 6 Magdalena Teitipac	48
Figura 7 Rios de Magdalena Teitipac.....	49
Figura 8 Tipo de suelo Magdalena Teitiapc.....	50
Figura 9 Principales rezagos en las viviendas.....	53
Figura 10 Etapas de la metodología de investigación	55
Figura 11 Entrevista grupal con el comité de agua potable	57
Figura 12 Fuentes de suministro de agua en la comunidad.....	57
Figura 13 Pozo San Felipe	58
Figura 14 Muestreo bacteriológico	58
Figura 15 La cuba	58
Figura 16 Las Salinas.....	58
Figura 17 Pozo piedra.....	58
Figura 18 Esquema etapas diseño conceptual COSODE.....	60
Figura 19 Modelo de colector solar cilindro parabólico	62
Figura 20 Traslado de la parábola.....	63
Figura 21 Diseño 3D parábola.....	64
Figura 22 Selección de materiales pa construcción del COSODE.....	64
Figura 23 Sensor HOBBO	66
Figura 24 Smart UV checker.....	66
Figura 25 Broche BACO en el COSODE.....	68
Figura 26 Suspensión de botellas durante la desinfección	69
Figura 27 Arbol de problemas Magdalena Teitipac	70
Figura 28 Enseñanza del método	71
Figura 29 Ensamble COSODE.....	72
Figura 30 Medición de temperatura.....	73
Figura 31 Sr. Francisco y su COSOSE.....	73
Figura 32 Arturo y su COSODE	73
Figura 33 Nuevo proceso de sistematización de experiencias	77
Figura 34 Pozo de recolección de agua cercano al señor Emiliano.....	78
Figura 35 Muestra de agua de pozo.....	78
Figura 36 Charla de funcionamiento COSODE a los vecinos.....	78
Figura 37 Propagación del conocimiento.....	79
Figura 38 Reunión familiar señora Flavia	80
Figura 39 Victor Hernández construyendo su COSODE.....	81
Figura 40 Núcleo familiar 3.....	82
Figura 41 Monitoreo COSODE	82
Figura 42 Fuentes principales de abastecimiento.....	83

Figura 43 Fuentes de abastecimiento de agua	85
Figura 44 Tipos de recipiente de almacenamiento	85
Figura 45 Fuente de consumo de agua para beber	86
Figura 46 Corrientes de agua entorno al manantial	87
Figura 47 Tipo de suelo entorno al manantial	87
Figura 48 Geología de la zona	88
Figura 49 Detalle del medio geológico	88
Figura 50 Muestreo análisis bacteriológico.....	89
Figura 51 Muestreo análisis fisico químico.....	89
Figura 52 Radiación solar mensual Magdalena	98
Figura 53 Colector solar	99
Figura 54 COSODE ensamblado	99
Figura 55 Desinfección solar	99
Figura 56 Perfil de temperaturas COSODE otoño	100
Figura 57 Perfil de tempera.....	101
Figura 58 Índice Uv incidente	101
Figura 59 Temperaturas alcanzadas COSODE	104
Figura 60 Temperaturas alcanzadas	104
Figura 61 Taller participativo día 1	106
Figura 62 Arbol de problemas realizado en equipo	107
Figura 63 Muestra de componentes del COSODE	109
Figura 64 Check list COSODE	109
Figura 65 Elaboración del COSODE por equipos	109
Figura 66 Evaluación del COSODE	110
Figura 67 Sr. Francisco COSODE.....	111
Figura 68 Taller participativo.....	111
Figura 69 Nuevos núcleos familiares	112
Figura 70 Domicilio Emiliano Aguilar	113
Figura 71 COSODE núcleo familiar 1.....	116
Figura 72 Ubicación de la casa de la señora Flavia Hernandez	117
Figura 73 Sra Flavia.....	118
Figura 74 Victor Hernández.....	118
Figura 75 Verificación de la colocación de botellas PET	121
Figura 76 Cuestionario señora Florentina	122
Figura 77 Domicilio señora Florentina.....	122
Figura 78 Señora Florentina preguntando por su colector	124

Índice de Tablas

Tabla 1. Métodos de mejoramiento para la calidad del agua.....	19
Tabla 2. Irradiación solar global.....	23

Tabla 3. Resistencia Térmica de Microorganismos	39
Tabla 4. Pasos de la sistematización de experiencias.....	42
Tabla 5. Límites permisibles de características bacteriológicas.....	45
Tabla 6. Tasa de Morbilidad de Magdalena Teitipac Oaxaca	47
Tabla 7. Tasa de Mortalidad Magdalena Teitipac	50
Tabla 8. Parámetros Fisicoquímicos	53
Tabla 9. Especificaciones técnicas	54
Tabla 10. Matriz morfológica COSODE.....	59
Tabla 11. Selección de Materiales para el colector solar	61
Tabla 12. Metodología de realización del taller	61
Tabla 13. Parámetros in situ	65
Tabla 14. Resultado de análisis FQ y B.....	68
Tabla 15. Resultados de análisis Geoquímicos	75
Tabla 16. Parámetros in situ Pozo San Felipe	89
Tabla 17. Resultado de análisis bacteriológicos.....	90
Tabla 18. Resultado de análisis FQ de manantial Rio Oscuro.....	92
Tabla 19. Valores de Graficación.....	93
Tabla 20. Análisis de costos de COSODE.....	94
Tabla 21. Resultado de análisis de pozo San Felipe.....	95
Tabla 22. Resultado final COSODE superficie aluminio.....	97
Tabla 23. Resultados COSODE papel de regalo.....	103
Tabla 24. Papel de regalo 2.....	104
Tabla 25. Materiales solicitados en el taller	108
Tabla 26. Resultados análisis bacteriológicos pozo Florentina.....	114
Tabla 27. Análisis de desinfección de agua de pozo de la señora Florentina.....	119
Tabla 28. Monitoreo de la tecnología núcleo	123

Agradecimiento y Dedicatoria

Mis más sinceros agradecimientos al CIIDIR Oaxaca por el apoyo brindado a través de mi etapa del posgrado, a mis maestros Susana, Rafael, Eufemia y Sulik que con cariño fomentaron el conocimiento y acompañamiento en cada etapa de este proyecto, al maestro Margarito que me compartió su tiempo, espacio y ánimo durante la construcción y ejecución del COSODE en la escuela y la comunidad, al CONACyT que confió en mi proyecto y dio el sustento para poder ejecutarlo. Agradezco también a mi Padre y a mi esposo Beto pues siempre estuvieron detrás de mí para terminar la tesis y por último a mi pequeña Zoe por ser mi inspiración y motivación para mejorar en la vida.

Esta tesis está completamente dedicada a ti mi querido Abuelo Camilo Enríquez López. Inicié este proyecto contigo y lo terminé sin ti porque Dios te llamo a su lado. En cada etapa de mi vida fuiste y serás motor, aliento e inspiración. Gracias por tanto amor. Besos hasta el cielo.

Resumen

La falta de agua segura es una problemática que aqueja miles de comunidades en vías de desarrollo, generando como consecuencia enfermedades gastrointestinales que desencadenan una muerte si no se atienden de manera adecuada. Magdalena Teitipac, se encuentra a 40 minutos de la ciudad de Oaxaca y a pesar de su cercanía, el 20% de la comunidad no cuenta con agua potable, dicho porcentaje utiliza aguas superficiales ubicándolos en una situación que vulnera su salud al ser consumida de manera directa. Como una alternativa para garantizar agua segura en la fracción carente de ésta, se propuso mejorar la calidad del agua que consumen a nivel domiciliario mediante la implementación de una tecnología social denominada colector solar desinfectante COSODE. El trabajo se dividió en cuatro etapas principales: diagnóstico de la calidad del agua de las fuentes de abastecimiento, construcción de un colector solar como prueba piloto, evaluación de su funcionalidad basada a la eficiencia térmica y microbiológica con base a la NOM 127 de la secretaria de salud, cerrando con la sistematización de la experiencia para la apropiación de la tecnología en la comunidad. Como resultados obtenidos se identificaron las principales fuentes de suministro de agua en la comunidad, se determinó su contenido físico, químico y biológico, se diseñó el prototipo de colector a emplear conforme a las cualidades requeridas, se evaluó la calidad del efluente de COSODE resultando una eliminación de coliformes totales contenidos en agua de la comunidad al exponerla 2.5 horas efectivas de sol y se replicó la tecnología mediante un taller participativo en la comunidad. Con la sistematización de experiencias se visibilizó la apropiación de la tecnología en 3 núcleos familiares empoderados para la gestión de su propia agua segura.

Palabras clave: Agua segura, enfermedades gastrointestinales, COSODE, tecnología social, sistematización, apropiación de la tecnología.

Introducción

El Agua es un elemento fundamental para el sostenimiento y la reproducción de la vida en el planeta tierra (Serrano, García & Marín, 2012). Documentos de la CONAGUA (2012) refieren que, de las tres cuartas partes de este líquido en el mundo, el 2.5% es agua dulce y solo un 1% está disponible para los seres humanos (CONAGUA, 2012). Entorno a este, se puede identificar cuatro puntos importantes que causan problemáticas mundiales y panoramas fatalistas como son: el escaso recurso disponible, la distribución geográfica desigual, la contaminación antropogénica derivada de la mala gestión humana del recurso y la mercantilización y privatización de éste (Franco, 2009, p.230). La distribución geográfica del agua crea desigualdad entre países y poblaciones pues no se encuentra de manera equitativa en el planeta, este es un problema internacional, nacional y comunitario en el que los más afectados son quienes no cuentan con el recurso monetario necesario para acceder a ella (Garrido et al., 2018, p. 5). Como parte de la economía Neoliberal-Capitalista actual, se ha lucrado con el agua, infringiendo en el derecho humano que se tiene a esta, repercutiendo directamente en países con economías emergentes dejando a comunidades rurales sin posibilidades de costear las tecnologías para su potabilización (Serrano et al., 2012).

En este contexto se encuentra Magdalena Teitipac, Tlacolula Oaxaca, siendo una comunidad de muy alta marginación que tiene como consecuencia un sistema de potabilización y distribución insuficiente. En esta comunidad la cobertura de la red de agua potable es de un 80%; el 20% restante de la población, se abastece de fuentes superficiales y subterráneas quedando vulnerables a las enfermedades hídricas que acarrea beber agua insegura.

Al realizar este proyecto se busca dar una solución a la problemática del agua insegura desde un enfoque alternativo tanto social como económico. Se plantea utilizar una tecnología social denominada Colector Solar Desinfectante (COSODE), que se muestra como un método puntual alternativo de mejoramiento de la calidad del agua a bajo costo, que elimina agentes patógenos contenidos en la misma. La utilización de una tecnología social fomenta la participación y la responsabilidad de los usuarios ante el manejo adecuado de su recurso agua. Es una tecnología disponible a su alcance, de fácil creación, replicación y ejecución

pues el COSODE fue diseñado para construirse con materiales sustentables, reutilizables, endémicos del lugar, sin descuidar su funcionamiento.

La participación del consumidor adquiere un rol importante en este trabajo, pues el mismo como parte de la comunidad, se corresponsabiliza de la gestión del vital líquido, la cual requiere solidaridad, cooperación mutua, acceso colectivo, equidad y sostenibilidad, para acceder a dicho recurso

La economía solidaria, como economía alternativa cobija a poblaciones como Magdalena Teitipac centrandó su principal valor en el ser humano y no en la mano invisible que controla el mercado. De esta forma mediante la autogestión se empodera a sus habitantes con una manera alternativa de hacer valer su derecho humano al agua segura. La utilización del COSODE ayuda a contrarrestar la vulnerabilidad existente en el 20% de la comunidad sin red de distribución de agua potable, garantizando y empoderando así su derecho humano al agua.

Capítulo I. Antecedentes

La Calidad de los Recursos Hídricos sigue presentando retos que se han pretendido superar con perspectiva predominantemente técnica, aun cuando su prevención, manejo y control es complejo por la estrecha relación con factores socioeconómicos, como la pobreza, los medios de vida, la salud, la igualdad y la preservación de los ecosistemas; es decir proporcionar, y mantener los servicios de suministro de agua potable segura resulta fundamental para mejorar la calidad de vida de los seres vivos, dado que las vías frecuentes de las enfermedades gastrointestinales se presentan en corto plazo. En este sentido Garrido et al. (2018) señala, que en el mundo más de 2,600 millones de personas no cuentan con sistemas de drenaje, el 42.3% de esta cifra carecen de agua potable, el 28.7% no tiene acceso a fuentes confiables de agua y el 96% no tienen instalaciones adecuadas de plantas de mejoramiento de la calidad del agua (WWAP, 2015).

Lo anterior a través del tiempo, se traduce en millones de muertes por año debido al consumo de agua de calidad desconocida, en donde los más vulnerables son niños y adultos mayores, razón por la cual desde tiempos remotos se han realizado investigaciones y documentado experiencias, que muestran acciones factibles de llevar a cabo en comunidades con mayor dificultad al acceso de agua potable, como una alternativa a los altos costos que representa la potabilización convencional.

1.1 Potabilización convencional del agua para consumo humano

Las múltiples situaciones derivadas de la escasez y el costo que representa el acceso al agua con características propias para el consumo humano; son cada vez más notorias, sobre todo por factores como la contaminación, el cambio de uso de suelo y cambio climático, entre otras. Por ello y con la finalidad de resguardar el sistema sanitario público contra las epidemias de cólera y otras enfermedades causadas por el consumo de agua insegura, que afectaban a poblaciones de Europa y América surgió la potabilización de ésta; a partir de ese momento, ha sido una de las alternativas a escala urbana para mejorar su calidad, proceso al que a principios del siglo XX se le agregó la etapa de desinfección (Morató, 2006).

En la actualidad, el agua al salir de la planta potabilizadora convencional presenta las características establecidas en la NOM 127 SSA1 1994, específicamente refiere propiedades microbiológicas, físico-químicas, sustancias tóxicas o radioactivas y organolépticas, sin embargo su acceso es dificultoso, como consecuencia de la disponibilidad natural, limitada cobertura de los sistemas de distribución, lejanía de los asentamientos humanos respecto a la red de abastecimiento público o factores económicos para su adquisición.

Generalmente el financiamiento de la infraestructura hídrica procede de los gobiernos, aunque en países de escasos recursos esto no se da de igual manera, ya que el presupuesto económico que designa la federación es bajo y en el peor de los casos no existe; esta es la razón principal por lo que en zonas rurales marginadas no cuentan con plantas de potabilización. Por lo que el uso de tecnologías sostenibles se ha convertido en una alternativa para el mejoramiento de la calidad del agua, ya que se propone desde un alcance económico, social, legal y medio ambiental (Morató, 2006). Con estas tecnologías se favorece el progreso de la población, fomentando la intervención activa de la comunidad al incrementar las competencias técnicas de sus miembros, instaurando un empoderamiento entre ellos al dominar una nueva tecnología (Pérez et al., 2003).

La potabilización se puede realizar con distintos métodos de tratamiento, el más común incluye las siguientes etapas: Captación, filtración, sedimentación, decantación, coagulación, cloración, alcalinización y distribución (Samsa, 2008). En México, según la CONAGUA (2016), al 2014 existían 779 plantas potabilizadoras de agua con un caudal de $96.3 \text{ m}^3/\text{s}$ potabilizados, mostrando rezago principalmente en los estados de Oaxaca, Chiapas y Guerrero. Para contrarrestar dicho rezago, han sido construidas 129 plantas en un lapso de dos años, haciendo un total 908 (Secretaría de Finanzas Oaxaca, 2011); aunque los sistemas de distribución no siempre garantizan la aptitud del agua para ser consumida por las personas. Con ello se hace visible no sólo la insuficiente cobertura, sino la perpetuidad que la falta de acceso al vital líquido presenta en las comunidades rurales marginadas, viéndose en la necesidad de usar y consumir agua entubada abastecida por fuentes naturales; manantiales, ríos, pozos comunitarios o privados.

1.2 Desinfección solar como tecnología social

Según la Real Academia Española (2001), se entiende por tecnología “Al cúmulo de teorías y técnicas que posibilitan la utilización práctica del conocimiento científico.” Este conocimiento destinado a facilitar las actividades humanas y satisfacer “necesidades” que se han vuelto un tanto elitista pues el termino se ve directamente relacionado a lo monetario y fines utilitarios, lo que reduce las posibilidades de su uso en quienes puedan costearlas. Esta situación no es nueva, de tal manera que Sobsey (2004) puso en evidencia que las intervenciones simples de bajo costo para la administración del agua almacenada en el domicilio mejoran significativamente la calidad del vital líquido, reduciendo los riesgos de enfermedades diarreicas y muertes, de manera tal que el concepto referido a tecnología, ha sido modificado con el tiempo debido a impactos y fracasos en países en vías de desarrollo pues las “tecnologías” deberían estar disponibles incluso para las personas de más bajos ingresos (Pérez et. al., 2003).

En este devenir, un creciente acervo de investigaciones realizadas por la OMS (2007) indica que el tratamiento y el almacenamiento seguro del agua doméstica (HWTS) mejoran considerablemente la condición microbiológica de la misma, y disminuyen de manera relevante la diarrea, por y coincidiendo con Pérez et. al. (2003), las tecnologías deberían estar al alcance de la población sin pensar en una clase social u económica, tales como aquellas que faciliten el acceso universal a los servicios básicos de agua y el saneamiento de ésta, de manera particular para contar con agua segura se encuentran las descritas en la tabla 1.

Tabla 1.

Métodos avalados por la OMS para mejorar la calidad del agua

Cloración	
Hervir el Agua	
Sistemas de Filtración coagulación química	
Desinfección Solar por ebullición	
SODIS	

Nota: Fuente Imágenes tomadas de internet. (Radio onda azul, 2019; La prensa SONOMA, 2017; OMS, 2017)

La Desinfección Solar del Agua fue exhibida primeramente por Aftim Acra a través de un cuadernillo divulgado por la UNICEF en 1984 (EAWAG/SANDEC, 2003). La finalidad fue estimar la capacidad de esta propuesta para dejar inertes virus y bacterias. En 1991, investigadores de la EAWAG/SANDEC desarrollaron pruebas en laboratorio, de las cuales encontraron que “la sinergia entre la radiación UV-A y la temperatura del agua, son constituyentes vitales en la inactivación de microorganismos patógenos presentes en el agua” (EAWAG/SANDEC 2003); a este procedimiento de desinfección se le nombró SODIS (Solar Disinfection). A partir de su reconocimiento por parte de poblaciones ubicadas en África, Asia y América latina, desde 1999, se ha difundido y ejecutado actividades locales que conllevan la aplicación de SODIS, particularmente en lugares donde no hubiese agua potable (EAWAG/SANDEC, 2003 actualizado en 2016).

1.2.1 Inactivación bacteriana por medio de energía solar

La capacidad del método para predecir la inactivación bacteriana solar ha sido demostrada por diferentes autores, entre los cuales el trabajo realizado por Castro-Alfárez et al. (2017), donde utilizó botellas plásticas de Tereftalato de polietileno (PET) de 2 litros (L) utilizando varios diseños de reactores solares en condiciones reales de campo; es decir, irradiación solar variable, turbidez del agua y temperatura. El modelo aplicado fue satisfactorio para la inactivación de *E. coli*, cuyos resultados tiene implicaciones importantes en el diseño de fotorreactores. Con ello se compara no sólo la eficiencia de nuevos prototipos, sino la automatización de sistemas de control para reactores SODIS; un "tiempo seguro" y una "dosis segura de UV-A" se definieron como variables para lograr una cierta reducción bacteriana.

El acceso limitado a fuentes de abastecimiento de agua subterránea en sectores con población marginada, han dado pie para el uso de agua de corrientes superficiales como son los ríos y arroyos, surgiendo así el interés para someter a desinfección solar agua de río natural con bajas concentraciones de cepas de bacterias silvestres (10–103 UFC / 100 ml) durante un año en condiciones de clima templado (Castro-Alfárez et. Al, 2017). Después de 6 h de exposición al sol, SODIS fue efectivo en todas las estaciones *para E. coli*, y coliformes

totales, aunque la desinfección total no se logró para *Enterococcus spp* según los estándares de la OMS (0 CFU / 100 ml). En los experimentos correspondientes la inactivación completa se alcanzó en los meses de otoño y verano, con poblaciones microbianas iniciales de 10² UFC / 100 ml; el microorganismo más resistente fue *Clostridium perfringens*, cuyas concentraciones iniciales fueron de 10-10³ UFC / 100 ml, logrando una reducción del 43% después del tratamiento con SODIS (Vivar et al., 2016). El mismo autor encontró, que las temperaturas cercanas a la temperatura óptima de crecimiento de los diferentes microorganismos pueden tener un efecto antagónico sobre la desinfección solar y ralentizar el proceso.

Dado que en diversos estudios se ha referido a la población infantil como uno de los sectores con mayor vulnerabilidad a enfermedades gastrointestinales, instituciones de educación superior como la Universidad Rey Juan Carlos de Madrid España (URJC) implementaron sistemas de desinfección solar de agua basados en contenedores plásticos transparentes a la radiación UV en tres comunidades rurales en la región de Tigray, al norte de Etiopía, evaluando el impacto sobre la salud de los infantes menores de 5 años. Los contenedores se evaluaron tanto en campo como en el laboratorio de la Universidad mencionada y en la Plataforma Solar de Almería en condiciones controladas.

Por los resultados obtenidos con los estudios referidos, la UNICEF (OMS) acepta esta alternativa y la aplica utilizando botellas de 1,5 L de capacidad, en tanto que con el proyecto WATERSPOUTT evaluó la viabilidad de llevar a cabo el proceso con mayor capacidad para que comunidades remotas sin acceso de agua potable cuenten con el abastecimiento doméstico sostenible (URJC, 2018).

1.2.2 La incidencia de radiación en México, potencial aprovechable para la aplicación del SODIS

En el año 2001, un colectivo de científicos presentó un proyecto a la Organización de Estados Americanos (OEA), para tratar aguas inseguras mediante la tecnología SODIS, SORAS, y la fotocatalisis heterogénea (FH) en localidades de América Latina. La viabilidad de dichos procedimientos radicaba en su dependencia a la energía solar, aplicable en las regiones, por su alta incidencia de radiación solar durante el día (más de 3,000 horas sol

promedio al año) pues garantizaban el funcionamiento de dichas desinfecciones propuestas (PROYECTO OEA AE, 2003).

En las experiencias mostradas, se anticipa que para desinfectar agua por medio del SODIS, la radiación solar (en adelante Rs) es el elemento natural aprovechable. Esta radiación está compuesta de un espectro electromagnético (serie de componentes) que afectan directamente a los microorganismos patógenos existentes en el agua cruda. Por ello es necesario conocer el recurso solar incidente en cada región antes de utilizar una tecnología orientada a la eliminación de la carga bacteriológica. México es un país con alta incidencia de energía solar en la gran mayoría de su territorio (véase figura 1). La mitad del país presenta una insolación promedio de $5.5 \text{ Kwh}/\text{m}^2$ al día; suficiente para cubrir las necesidades energéticas de un hogar mexicano promedio en 24 horas (IRENA, 2015).

Figura 1.

Irradiación solar promedio en México.



Fuente: IIE Instituto de Investigaciones Eléctricas (2012)

De acuerdo a información obtenida del Prontuario Solar de México (Tejada y Gómez, 2015), se detalla la mayor radiación global solar obtenida en las mejores estaciones del año en la tabla 2.

Oaxaca en cada una de las estaciones del año se refiere como un estado con importante irradiación solar, con una variabilidad de 4.7 y $5.8 \text{ kWh}/\text{m}^2$ -día, anticipando su factibilidad

para la operación de sistemas fototérmicos utilizados en el calentamiento de fluidos y fotovoltaicos (UNAM, 2011).

Tabla 2.

Irradiación Global en México

Periodo	Localidad	<i>Kwh/m²</i> Baja	<i>Kwh/m²</i> Alta
Rangos de irradiación por zona	Norte del País	2-2.5	7.0-8.0
Rango de irradiación por zona	Sur del País		4.5-5.0
Enero -Abril	Noroeste		7.0
	Resto del País		6.0
Verano	Noreste		7.0-8.0
	Resto del País		5.0- 6.0

Nota: Fuente Prontuario solar (2017)

Conjuntando el potencial que ofrece la Rs en el país y los contextos de marginación existentes, las experiencias señaladas con antelación identifican que, durante el proceso de desinfección solar, el mayor daño a las bacterias lo ejerce la radiación UV en acción conjunta con temperaturas (radiación infrarroja) por arriba de los 45 °C, fortaleciendo con ello el efecto antiséptico sobre los microorganismos (Cortez, 2000). Así mismo, encontró que exponiendo el agua a radiaciones superiores a 3000 w-h/m² se evita el recrecimiento durante cinco días de almacenamiento de los microorganismos, así también la inactivación de patógenos resistentes a la Rs tales como *Salmonella spp*,

Con base en tales resultados, el citado autor concluye que el proceso metodológico es técnicamente factible en comunidades rurales con limitación de Rs, sólo si el uso de la misma se asocia con dióxido de titanio (TiO₂), disminuyendo con ello los tiempos de contacto durante la inactivación de bacterias coliformes totales y fecales.

Dentro de los estudios para la inactivación de cargas microbiológicas que combina la energía solar con TiO₂, se encuentra el de Ascencio et al. (2006), realizado en la comunidad de Juan N. Álvarez, estado de Guerrero. En las pruebas de laboratorio obtuvo que la

desinfección necesitó 30 minutos para disminuir a cero la concentración de coliformes, en tanto el método SODIS ocupó más de una hora para obtener el mismo efecto; en campo resultaron muy satisfactorios al conseguir la completa remoción de coliformes totales y fecales después de 30 minutos de irradiación solar, partiendo de concentraciones típicamente encontradas en aguas naturales contaminadas en México. En consecuencia, por su bajo costo y eficiencia, SODIS es una alternativa de tratamiento del agua en comunidades rurales en condiciones de pobreza extrema y sin servicios básicos.

Como se ha referido, la complejidad física, socioeconómica y la radiación potencial que ofrece el sureste mexicano, dio la posibilidad para que en Oaxaca y Chiapas se haya validado el método SODIS en agua para consumo humano con 37 familias en comunidades rurales evaluándose la viabilidad técnica y social del método en cuanto a su construcción, manejo y eficiencia en la desinfección, con base en climas y radiaciones diferentes. “El método consistió en exponer a la Rs agua contenida dentro de botellas de plástico transparente con 2 litros de capacidad (comúnmente utilizadas en las bebidas comerciales)” (Gonzales & Fonseca, 2005, p. 27), resultando altamente efectivo y con buena aceptación porque no modifica el sabor del agua, se evita el uso de cloro, se ahorra leña y disminuye la frecuencia de enfermedades gastrointestinales (Gonzales & Fonseca, 2005).

1.3 Botellas PET e inocuidad

La afectación a la salud por el consumo de agua embotellada en Tereftalato de polietileno (PET) es un tema de amplia investigación; el método SODIS no es la excepción, por lo que el tema de la migración de componentes orgánicos al agua contenida ha sido abordado en diversos trabajos, de manera particular variables como tiempo de contención, temperatura, exposición a la luz solar, tipo y material de la botella y pH de la sustancia contenida.

En esta dirección Cretú et al. (2018) plantea cierta migración de compuestos del plástico contenedor al agua, como son: aldehídos (formaldehído y acetaldehído), antimonio, ftalatos (DBP, DEP, DEHP, BBP), oligómeros, antioxidantes (BHT, BHA, nonilfenol), cloruro de vinilo y bisfenol A.

El citado autor menciona también que las condiciones que incrementan la transferencia de sustancias son: el almacenamiento prolongado, las temperaturas elevadas, la exposición a la luz solar, las altas concentraciones de los compuestos en el material de envasado y un grado elevado de carbonatación del agua, sin embargo la cantidad de compuestos químicos liberados al agua por el envase es insignificante cuando se compara con los datos promedios de Ingesta Diaria Tolerable, por ello no supone riesgo para la salud humana en la mayoría de los casos (Cretú et al, 2018).

En la industria alimenticia, Rastkari et al. (2018) establece que la cantidad de Phthalic acid esters (PAE) presente en los jugos embotellados depende del tipo de la botella, período de almacenamiento (el tiempo de contacto con materiales de embalaje) y la irradiación solar; Diethyl phthalate (DEP), Dibutyl phthalate (DBP), y Diethylhexyl phthalate (DEHP) se observaron en todas las muestras, sin embargo, en todas las condiciones, la migración de ftalatos no fue considerable y los niveles de DEHP estuvo por debajo de $6 \mu\text{g} / \text{L}$; nivel máximo contaminante en agua potable establecido por los Estados Unidos Agencia de Protección Ambiental (EPA). Esta concentración como resultado del tiempo de almacenamiento; es decir su migración aumentó al aumentar el tiempo de almacenamiento. De manera inversa se observaron las concentraciones de DEP y DBP bajo irradiación natural de la luz solar, sólo durante dos meses de almacenamiento hubo un aumento significativo; un nivel máximo ($0.599 \mu\text{g} / \text{L}$) de DEHP fue detectado en vinagre envasado en contenedor HDEP y mantenido bajo irradiación solar para 6 meses.

La conclusión a la que llega el autor es que los jugos ácidos embotellados en PET no representan una fuente principal de ingestión de ésteres de ftalato para los consumidores, y los niveles de PAE observados en este tipo de los jugos no son motivo de preocupación en la salud, desde el punto de vista adverso.

El acetaldehído AA[CH₃CHO] también estudiado es un compuesto químico orgánico que posee un fuerte olor afrutado a temperatura ambiente, por su punto de ebullición inferior a la temperatura ambiental, puede dispersarse en el contenido del envasado, fuera del envase y hacia la atmósfera. El contenido del compuesto en agua depende de su concentración en el plástico PET, pudiendo alcanzar los 200 mg l^{-1} ; el tiempo de almacenamiento, la concentración de CO₂ y la temperatura, favorecen la transferencia de aldehídos desde las

paredes de la botella al agua mineral Méndez (2018), asignándole al agua olor y sabor disgustante; más que afectación en la salud.

En lo que se refiere al antimonio (Sb) en botellas PET, Maruf (2018) identificó una tendencia de aumento en la lixiviación de Sb en botellas usadas, al incrementar la temperatura de exposición, aunque destaca que por falta de datos su investigación no fue concluyente.

1.4 Apropiación de tecnología en un medio social rural

Como consecuencia del rezago económico-tecnológico que viven los países con dificultades para satisfacer las necesidades básicas como el agua potable, se encontró la necesidad de crear un concepto de tecnología más universal e incluyente con comunidades, lugares y personas. Fue por ello que en 1973 Ernst Friedrich Schumacher desarrolló el concepto de tecnología apropiada, la cual, a diferencia de la tecnología convencional, se orientó al desarrollo humano y progreso de los individuos. Con el tiempo el concepto fue complementándose y asociándose con la transferencia tecnológica pues no se podía hablar de uno sin el otro (Haba, 2014 citando a Heather Murphy, 2009).

Para la Real Academia de la Lengua Española (2001), el verbo apropiar significa “acomodar o aplicar con propiedad las circunstancias o moralidad de un suceso al caso de que se trata”, dicha apropiación va relacionada a la aplicación de una metodología dentro de los cuales se pueden recuperar los pasos importantes de su uso mencionados por Ortiz et al. (2014) incorporados a las comunidades donde se implementaran.

Ortiz, Masera & Fuentes (2014) por su parte hablan de la existencia de cuatro pasos importantes en el uso de las tecnologías apropiadas que son: el desarrollo, validación, difusión y monitoreo.

Como ejemplo de lo mencionado anteriormente se encuentra el caso de la población de Ticuna del Resguardo Nazaret localizada en el Amazonas, en el cual se realizó una metodología para implementación de tecnologías de saneamiento básico involucrando todas las variables humanas, ambientales, técnicas, sociales, económicas, políticas y estratégicas

(Méndez et. Al, 2011). Como resultado de la búsqueda de la metodología de apropiación adecuada para la comunidad seleccionaron la mostrada en la figura 2.

Figura 2

Fases de implementación de tecnologías de saneamiento básico de la Etnia Ticuna



Con base a la cultura e ideología de la etnia y la interacción de dichos participantes se seleccionó la utilización de tres tecnologías:

- Agua potable: El Bombeo solar abastecer el sistema de suministro de agua hasta la etapa de filtración para potabilizar en cada casa.
- Aguas residuales: Se planeó la utilización de las letrinas ya instaladas, con direccionamiento de las aguas residuales hacia un sistema conocido como humedales artificiales.
- Residuos sólidos: Utilización de micro relleno sanitario con separación de residuos para aprovechamiento con compostaje en grupos de familias.

El proyecto no menciona conclusiones sobre la aplicación de dicha selección de tecnologías y tampoco muestra resultados de su evaluación, pero muestra contundente investigación de la selección de la idea y planeación del proyecto tomando en cuenta selección de tecnología apropiada y su proceso de transferencia tecnológica (Méndez et al. (2011).

1.5 Sistematización de experiencias en comunidades rurales

La sistematización de experiencias es conocida como un proceso de construcción de conocimiento con mayores niveles de sostenibilidad y generación de conocimiento útil para los involucrados en el proyecto a través del desarrollo de experiencias (Pinilla, 2005).

Las primeras propuestas de la sistematización de experiencias fueron realizadas a inicios de los 80's por el Centro de Estudios del Tercer Mundo (CEESTEM) ubicado en México. Esta organización trabajó en la sistematización de experiencias de educación popular a través taxonomías y modelos de comparación de éstas, elaboradas por un agente externo. Posteriormente en 1984 el Centro de Estudios de la Educación (CIDE) y la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO) conjuntaron esfuerzos para sistematizar experiencias tomando como referencia la metodología de CEESTEM, teniendo como finalidad la identificación y caracterización de los tipos de relaciones y procesos que se daban como resultado de la intervención de profesionales y los pobladores (FAO, 2004).

Tiempo después la idea evolucionó y se concibió la sistematización de conocimientos como la recuperación y comunicación de experiencias vividas en las cuales la persona encargada de la intervención era la indicada para realizar la tarea ya no un agente externo como se mencionaba en las primeras puestas en marcha, este nuevo concepto fue forjado por el grupo Alforja en Centroamérica (FAO, 2004).

Como un ejemplo importante de sistematización de experiencias se muestra el proyecto “Fortalecimiento a las juntas administradoras de agua y saneamiento de cinco comunidades indígenas del salvador 2004-2005” hecho por Anaya (2005). Como aportes principales hechos en el proyecto, se tuvo el fortalecimiento de las relaciones organizativas de las comunidades, pues fueron beneficiadas en aspectos de destrezas y habilidades en cuanto a las nuevas prácticas adquiridas para la gestión del agua y saneamiento ambiental, así también adquirieron la capacidad de organización para coordinar alianzas en cuanto a cooperaciones de instancias locales, organizaciones no gubernamentales, gobiernos municipales y clínicas de salud.

Esto se logró, gracias al trabajo coordinado de los actores principales del proyecto en las dos áreas de trabajo más relevantes desarrolladas; la capacitación del enfoque sanitario de prevención y la construcción de la infraestructura y tecnología apropiada (Anaya, 2005).

Capítulo II. Planteamiento del problema

2.1 Planteamiento del Problema

La falta de agua segura y la higiene inadecuada del recurso contribuyen a más de un millón de muertes por año a nivel mundial (OMS-UNICEF, 2012), esto sucede a sabiendas de que el agua potable es considerada por la Comisión Nacional de los Derechos Humanos (CNDH, 2014) como un derecho al que todos los seres humanos deben tener acceso sin distinción alguna, sin embargo tanto la potabilización como el tratamiento del agua va ligado a la economía de las poblaciones, donde los más vulnerables son países en vías de desarrollo y comunidades marginadas (ONU, 2003), en las cuales potabilizar el agua se ha vuelto un lujo y la cloración uno de sus principales métodos de desinfección, siendo el peor caso beberla directamente de la fuente de abastecimiento con la posibilidad de tener afectaciones a la salud que pueden llegar a la muerte causada por enfermedades hídricas propias de consumir agua contaminada (CONAGUA, 2015).

Actualmente Magdalena Teitipac, Oaxaca es una comunidad de muy alta marginación (CONEVAL, 2017), que forma parte de las poblaciones vulnerables al agua insegura. Dentro de su principal problemática se encuentran aspectos relacionados con la escasez de agua en épocas de estiaje y la falta de la misma con característica potable (entubada para el caso de ésta población) en el 20% del núcleo poblacional (Francisco Domínguez, Comunicación personal, 2 de mayo del 2018), aunque cuentan con una red municipal de distribución de agua con una cobertura del 80% siendo su principal mejoramiento de la calidad del agua cloro en polvo (Comunicación personal del C. Fausto Lorenzo Santiago presidente municipal, 18 de abril, 2018).

La insuficiencia en infraestructura en el sector hidráulico y las condiciones topográficas dificultan llevar a los hogares (20% de población) el vital líquido. Durante las entrevistas a los habitantes de la población refieren que dependen de cinco fuentes principales de abastecimiento de agua, y para consumirla la hierven o añaden gotas de cloro, desconociendo la efectividad de dicha práctica sobre todo cuando la fuente de abastecimiento municipal

(manantial Río Oscuro) y un pozo comunitario (pozo San Felipe) presentaron 44 NMP/100 ml y 15 NMP/100 ml de coliformes totales contenidos en el agua respectivamente.

A lo anterior se suma, la desinformación y desconocimiento de las alternativas tecnológicas existentes para contar con agua segura en su domicilio sin incurrir en gastos, principalmente para quienes no tienen acceso a la red de abastecimiento público de Magdalena Teitipac. Consumir agua de la cual se desconoce su inocuidad pone en riesgo la vida de este 20% siendo los más vulnerables a enfermedades entérico-parasitarias niños y ancianos (Europa Press, 2010).

La situación descrita no sólo expone la vulnerabilidad de los habitantes de la comunidad, sino que obliga a la búsqueda de soluciones al alcance de la misma. Para estos contextos las tecnologías sociales como la desinfección solar es una alternativa para mejorar el agua que consumen, la misma no sólo es técnicamente factible, sino socialmente realizable ya que los mismos usuarios son autogestivos de su propia tecnología.

El desarrollo del proyecto tiene aportación teórica-metodológica, ya que la sistematización de experiencias permite recuperar el proceso de apropiación de la tecnológica, dando elementos para su aplicación en comunidades con necesidades similares.

2.2 Objetivo general

Mejorar la calidad del agua para consumo humano a nivel domiciliario empleando una tecnología social que aprovecha la energía solar como medio de desinfección, en Magdalena Teitipac Oaxaca.

2.3 Objetivos Específicos

1. Realizar un diagnóstico de la calidad de agua en fuentes de abastecimiento con base a límites permisibles establecidos en la NOM 127 de la Secretaria de Salud, y su gestión en la vivienda.
2. Construir un colector solar utilizando materiales de reúso y de bajo costo, basado en un diseño factible técnica y socialmente.
3. Evaluar la funcionalidad del colector solar con base en la eficiencia térmica, y características microbiológicas del agua planteadas en la NOM 127 de la Secretaria de Salud.
4. Sistematización de la experiencia adquirida tomando como eje la apropiación de la tecnología social (COSODE) en tres núcleos familiares de Magdalena Teitipac.

2.4 Justificación

Magdalena Teitipac está ubicada en un lomerío con una altura promedio de 1730 msnm, y como muchas de las comunidades rurales marginadas presenta dispersión de sus asentamientos humanos, lo cual, no ha logrado el 100% de cobertura de agua en cantidad y calidad a sus habitantes, esto se ha resaltado de manera repetitiva en sus planes de gestión municipal donde refieren tal problemática, aun cuando en los objetivos de desarrollo del milenio, particularmente en la meta 10 se ha planteado disminuir al 50% la cantidad de personas que tienen dificultades para contar con agua potable y saneamiento básico de manera sostenible (OPS/OMS, 2008), para lo cual se han derivado políticas públicas y programas federales en cada país. El significado que representa lo anterior es aún mayor al relacionarlo con la salud, razón por la cual se enfatiza que “el agua debe tratarse como un bien social-cultural, y no solo como un bien económico” (art. 4 Const., 1917), debido a que el acceso a este es una condición previa para la realización de otros derechos humanos (CNDH, 2014). Específicamente en el artículo cuarto de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos expresa lo siguiente:

Toda persona tiene derecho al acceso, disposición y mejoramiento de agua para consumo personal y doméstico en forma suficiente, salubre, aceptable y asequible. El Estado garantizará este derecho y la ley definirá las bases, apoyos y modalidades para el acceso y uso equitativo y sustentable de los recursos hídricos, estableciendo la participación de la Federación, las entidades federativas y los municipios, así como la participación de la ciudadanía para la consecución de dichos fines. (Constitución de Estados Unidos Mexicanos, 1917, art. 4to).

A pesar de lo anterior en México según el recuento de población y vivienda realizado por el INEGI (2015); 2 millones 85 mil 208 hogares carecen del servicio de agua potable, colocándolos en riesgo de padecer enfermedades gastrointestinales o hídricas al usar el agua directamente de las fuentes proveedoras, según la OMS (2012), las enfermedades hídricas matan a más de un millón de gente cada año y muchos de ellos son niños, pues la gente puede

contraer enfermedades cuando bebe agua o prepara alimentos con el agua que contiene peligrosos microorganismos, incluidos virus, bacterias, parásitos, protozoos, amebas etc.

Por otro lado, los métodos de tratamiento de aguas que “garantizan” una adecuada sanidad suelen ser costosos (más de un millón de pesos dependiendo de la cobertura poblacional) y poco accesibles para la mayor parte de los países con economía vulnerable y comunidades marginadas y dispersas, por lo cual es necesario buscar la implementación de métodos factibles y eficaces, así como tecnologías sociales que sean capaces de utilizarse por cualquier comunidad y persona (Galvis & Hernán, 2011).

Magdalena Teitipac es una de las comunidades afectadas en cuanto a la temática global antes mencionada. Según el CONEVAL (2017) está catalogada como un municipio con muy alto grado de marginación. La falta de recurso económico para una potabilización eficaz, ha dado como resultado la cloración como su único medio de desinfección. El hecho de conseguir agua de un cuerpo superficial sin previo tratamiento expone a los 912.6 habitantes a las enfermedades entéricas y parasitarias que acarrea el agua no potabilizada (Plan Municipal de Magdalena Teitipac, 2016; SEDESOL, 2017).

La vulnerabilidad que tiene la comunidad como consecuencia de su marginación motiva al desarrollo conjunto de una alternativa de desinfección dada desde la perspectiva de la economía solidaria y las tecnologías sociales, que les proporcione agua segura, sin que agrave su economía ni modifique sus aspectos culturales.

El proyecto es de importancia en la comunidad por su contribución en la solución de la problemática de los habitantes que dependen de pozos privados y comunitarios que no cuentan con un tratamiento para ser consumida., aunado que el uso de la energía solar se basa en principios de replicabilidad, fácil aplicación y bajo costo; características propias de las tecnologías sociales. El concentrador solar (COSODE) ha sido diseñado específicamente para adaptarse a economías y necesidades de consumo de agua segura de las familias de la comunidad.

La energía solar es una bondad que proporciona la naturaleza y por demás gratuita; por medio de la cual se logran inactivar patógenos que promueven enfermedades diarreicas agudas (EDAS) o enfermedades denominadas hídricas (NOM-127-SSAI-1994). Oaxaca se refiere como un estado importante en la irradiación solar, con una variabilidad de 4.7 y 5.8

kwh/ m^2 -día lo que la hace factible para la operación de sistemas fototérmicos, fotovoltaicos (UNAM, 2011), y del COSODE.

Con la implementación de un SODIS mejorado (metodología empleada por el COSODE) se evita la probabilidad de contraer enfermedades hídricas y gastrointestinales por consumir agua insegura en el 20% de la comunidad.

Capítulo III. Marco Teórico Conceptual

En años recientes, más de 2,100 millones de personas siguen presentando vicisitudes para acceder al agua potable y más del doble no disponen de sistemas de saneamiento adecuados (OMS, 2017), esto es el reflejo de una sociedad a la cual el sistema neoliberalista ha marginado por no contar con el recurso monetario suficiente para garantizar su desarrollo personal y social, en consecuencia cada año mueren cerca de dos millones y medio de personas; la mayoría niños, por enfermedades relacionadas con agua no apta para consumo humano (El portal de la Economía solidaria, 2009).

Del agua total existente en el planeta, solo el 1% del agua dulce se encuentra de manera accesible, siendo esta una problemática y sumándose a ello la complejidad de su distribución geográfica, particularmente en regiones vulnerables económicamente y en vías de desarrollo (Serrano, García & Marín, 2012).

3.1 Derecho Humano al agua y Economía Solidaria

La satisfacción de los derechos humanos (DH) está estrechamente ligada al desarrollo humano; ambos términos garantizan en esencia la libertad, el bienestar y la dignidad de cada ser humano; se puede encontrar una nítida relación entre los DH, la pobreza y el desarrollo sostenible, en los cuales se identifican tres áreas importantes de vulnerabilidad para la sociedad como son la salud, la alimentación y el agua (Villaseñor, 2017).

El agua es vital para el desarrollo de las sociedades, por ende, el derecho a beberla es crucial para la preservar la salud, por ello, el acceso a la misma, de forma segura y suficiente es una precondition para ejercer los demás derechos humanos (ONU, 2003, pág. 1).

Una tecnología de implementación social para satisfacer una necesidad vital, tal como lo es el agua, endosa perfectamente dentro del tipo de proyectos utópicos prefigurativos descritos por Collin (2008), en su libro de economía solidaria. Este tipo de proyectos tienen como pilares la autonomía y la autogestión, destinados a disminuir la dependencia del mercado formal mediante la construcción de redes o asociaciones; dentro de esta

clasificación se encuentran las ecotécnicas para la vivienda que garanticen agua segura como lo es la desinfección solar. De esta manera, se concreta el ejercicio del derecho humano al agua segura visualizando el proyecto desde la economía social y solidaria, pues dentro de las finalidades de esta, se encuentra garantizar los recursos necesarios para satisfacer su desarrollo humano sin depender de la situación económica en la que se encuentren.

3.1.1 La tecnología social como estrategia para garantizar el derecho humano al agua

El agua es por ley un derecho humano el cual fue condicionado desde que se consideró como un bien económico en la Declaración de Dublín sobre el agua y desarrollo sostenible en 1992.

La economía neoliberal trajo consigo la privatización de los bienes y servicios públicos pues se impulsaron desde entonces las políticas de mejoramiento del agua, privatización, mercantilización y de los servicios de abastecimiento especialmente en el ámbito urbano (Serrano et al., 2012). Los países en vías de desarrollo, específicamente las comunidades rurales marginadas no fueron consideradas en el aspecto económico ni en lo social quedando desvalidos por el propio modelo económico vigente.

Aunado a la situación económica se encuentra la responsabilidad de las personas, ya que los mismos al no cuidar el uso y la conservación del agua vulneran su propio derecho. Esta no es solo una situación de ubicación geográfica, modelos económicos o políticas ambientales si no también una responsabilidad social al ser el agua un bien común. En esta dirección, la Red de Redes de Economía Alternativa y Solidaria (1995) plantea como uno de los ejes transversales de la economía solidaria la autonomía como principio de libertad y ejercicio de responsabilidad.

Al respecto destaca que el manejo de los recursos hídricos debe empezar en la cultura que tienen las personas, referido al uso concientizado del agua, así como a la autogestión aplicándola como metodología que “respete, educa, iguala las oportunidades y posibilita el empoderamiento ante el uso de los recursos naturales” (REAS, 1995).

Para numerosos países en vías de desarrollo, el acceso, distribución y tratamiento del agua es inseguro; más un tercio de la población rural no tiene acceso al agua tanto en cantidad como en calidad (Fernández & Mortier, 2006), teniendo en consecuencia afectaciones en su salud. Sin embargo, las soluciones tecnológicas predominantes se centran en el abastecimiento público, dejando al margen a quienes por razones económicas o ubicación geográfica no tienen acceso al servicio público, además de que éstas dichas tecnologías se basan en procesos encadenados, costosos y su operación es compleja. Según Ashton (2014), los países en los que es seguro beber el agua directamente del grifo por el saneamiento adecuado con el que cuentan son Estados Unidos, Canadá, Groenlandia, Australia, Nueva Zelanda, España, Portugal, Francia, Italia, Grecia, Polonia, Alemania, Irlanda, Reino Unido, Suiza, Noruega, Finlandia e Islandia; casualmente países primermundistas. En respuesta a ello se han buscado métodos alternativos con los que se mejore la calidad de agua tomándose en cuenta los contextos económicos sociales y culturales.

De acuerdo a Hernán (2012), para lograr una inclusión social en el eje tecnológico es necesario la implementación de una tecnología social, la cual se define como una forma de diseñar, desarrollar, implementar y gestionar la misma, y cuyo propósito se orienta a la atención de problemas sociales y ambientales con dinámicas de participación social y económica, en las cuales tanto la inclusión social y el desarrollo sustentable son predominantes. En estos términos la desinfección solar por sus características y propósitos se circunscribe como una tecnología social, que subsana las fallas del modelo económico actual y garantiza el derecho humano al agua de comunidades de escasos recursos.

3.2 Desinfección Solar del Agua

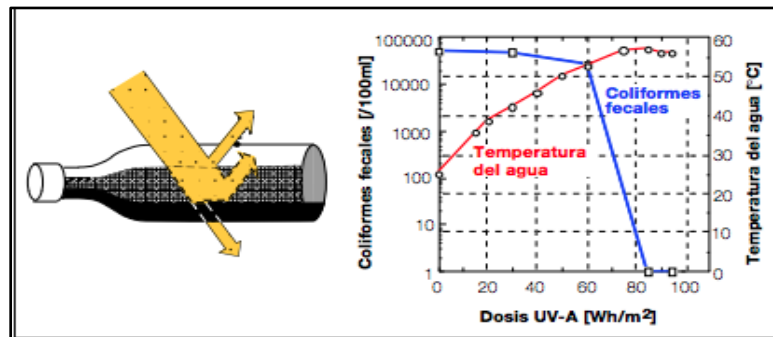
Existen dos procesos plasmados por la EAWAG/SANDEC (2005 actualizado al 2016), que recurren a la energía solar para el tratamiento del agua; la fotocátalisis, se basa en la desinfección del agua mediante energía solar fotoquímica y la fotólisis se basa en el procesamiento térmico del agua a través de la energía solar fototérmica.

El método SODIS funciona con dos espectros de la luz solar que son la radiación UV-A, con efecto germicida y el segundo, la radiación infrarroja, que eleva la temperatura del agua

y genera el efecto de pasteurización cuando la temperatura llega a 70-75°C (EAWAG/SANDEC, 2003). El uso combinado de la radiación UV-A y del calor produce un efecto de sinergia (figura 3) que incrementa la eficacia del proceso (EAWAG/SANDEC, 2003 actualización 2016).

Figura 3

Proceso SODIS.



Nota; Fuente EAWAG/SANDEC, 2003.

La Rs solar está compuesta por longitudes de onda que van desde los rayos gamma, rayos x, radiación ultravioleta (UVC, UVA Y UVB), la luz visible y la radiación infrarroja (A, B Y C) (Lorente, 2010).

El ojo humano no aprecia la radiación UV; ésta puede causar el bronceado de la piel, las cataratas oculares y puede destruir las células vivas (Lorente, 2010), la misma actúa mortalmente en los microorganismos causantes de enfermedades contenidos en el agua, pues no soportan condiciones ambientales agresivas, al ser su hábitat ideal el tracto gastrointestinal humano (EAWAG/SANDEC, 2003).

La radiación UV incide directamente al ADN, los ácidos nucleicos y las enzimas de los patógenos, cambia la estructura molecular y puede producir la muerte de la célula (EAWAG/SANDEC, 2003).

Así también reacciona con el oxígeno disuelto en el agua y produce formas altamente reactivas de oxígenos (radicales libres de oxígeno y peróxidos de hidrógeno) y al interferir

con las estructuras celulares matan a los patógenos (EAWAG/SANDEC, 2003 actualización 2016).

Otro componente del espectro de la luz solar es la radiación infrarroja (con una longitud de onda mayor a 700nm), la cual, aunque no es perceptible al ojo humano ésta es la responsable del calentamiento del agua, y por las temperaturas alcanzadas en la misma (50 – 60 °C) un agua expuesta a la radiación solar al menos por una hora no tiene que ebulir para inactivar el 99.99% de los microorganismos (EAWAG/SANDEC, 2003).

La tabla 3 realizada por EAWAG/SANDEC, en su Guía de Aplicación SODIS, los parámetros necesarios para eliminar microorganismos contenidos en el agua.

Tabla 3.

Resistencia Térmica de Microorganismos

	Tiempo de exposición al sol (min)		
	1	6	60
Microorganismos	Temperatura (°C) para desinfección al 100%		
Enterovirus			62
Rotavirus			63 por 30 min
Coliformes fecales			
Salmonella		62	58
Shigella		61	54
Vibrio cholerae			45
Quistes de entamoeba histolytica	57	54	50
Quistes de giardia	57	54	50
Huevos y larvas de gusano ganchudo		62	51
Huevos de áscaris	68	62	57
Huevos de esquistosoma	60	55	50
Huevos de tenia	65	57	51

3.2.1 Efecto sinérgico entre la radiación UV-A y la temperatura sobre los microorganismos.

En un ambiente exterior al del cuerpo humano, los microorganismos patógenos encuentran un ambiente hostil bajo la acción conjunta de las radiaciones UV-A e infrarroja.

A una temperatura del agua de 30°C, para lograr una reducción de 3 órdenes logarítmicos en los coliformes fecales se requieren de 555 W*h/m de sol (de 350-450 nm de radiación UV durante un tiempo de 6 horas luz solar durante el verano y a una latitud media), bajo estas condiciones sólo está presente el efecto de la radiación UV-A (EAWAG/SANDEC, 2003 actualizado al 2016).

Sí se incrementa la temperatura del agua a 50°C, se produce un efecto sinérgico de la radiación UV-A y de la temperatura, logrando una reducción de 3 órdenes logarítmicos de los coliformes con solo 140 W*h/m de sol; lo equivalente a un tiempo de exposición de una hora (EAWAG/SANDEC, 2003 actualizado al 2016).

En el caso de microorganismos formadores de quistes y esporas (*Helmintos*, *Entamoeba histolytica*, *Cryptosporidium parvum* y *Giardia intestinalis*), es posible destruirlos con SODIS, exponiendo el agua durante 1 minuto al sol a una temperatura constante de 57°C, o a una temperatura constante de 50 °C durante 1 hora.

La Salmonella, es otro de los patógenos causantes de enfermedades potencialmente mortales al ser humano, este microorganismo, requiere un suministro adecuado de nutrientes para seguir viviendo aun fuera del cuerpo humano. “Es importante señalar que SODIS no produce agua estéril por lo que es necesario usar parámetros adecuados para evaluar su eficacia” (EAWAG/SANDEC, 2003 actualizado al 2016).

3.3 La apropiación de la tecnología y sistematización de experiencias

La permanente problemática que representa el suministro de agua potable y saneamiento, ha sido motivo de debate muy a pesar de la viabilidad técnica y económica que han mostrado diversas tecnologías, al respecto con frecuencia se lleva a mesas de discusión cuestionamientos relacionados con el uso; es decir se pretende tener explicación de los porque dejan de utilizarse una vez que han sido implementadas, al respecto Fressoli et al. (2013) refiere que ha sido habitual la aplicación de modelos teórico metodológicos de

transferencia de tecnología, con ello no solo se deja al margen la capacidad de innovación de las comunidades marginadas, sino también su empoderamiento, no logrando el compromiso por parte de los usuarios; teniendo como consecuencia la falta de resultados previstos. Esta perspectiva la comparte Martínez et al. (2013, citando a Murillo, 2010) y destaca que, una vez hecha la selección de la tecnología a implementar en cuestiones de viabilidad y sustentabilidad, el principal reto es la adopción social.

En el proceso de diseño, implementación, operación y mantenimiento de la determinada tecnología debe estar inmersa la realidad local, socioeconómica, cultural, política y ambiental para poder lograr una exitosa apropiación de la misma (Haba, 2014). El cumplimiento de las expectativas de estos artefactos tecnológicos depende mucho del proceso social a seguir: información, capacitación y seguimiento, el no seguir dicho proceso puede inducir a que dicha tecnología no cumpla las expectativas de los usuarios y por tanto generar un rechazo de ésta, por lo que a ejecución un proyecto en comunidad debe estar acompañada por un proceso social bajo un estricto método que permita la aceptación de la tecnología (Tagle, 2017).

Para el efecto, ha sido planteado sistematizar las experiencias, dicha sistematización se muestra como una propuesta metodológica que permite visibilizar el proceso de adaptación tecnológica a través de tres etapas que son: “la planificación de la sistematización, la recuperación, análisis e interpretación de la experiencia y la comunicación de los aprendizajes” (FAO, 2004).

En este sentido Vientos y Ortiz (2017) señalan que este proceso de sistematización es participativo pues uno de sus principales propósitos es conocer, entender, explicar y reflexionar sobre experiencias que permitan evaluar nuevos procesos implementados en personas, grupos o comunidades, dichos autores proponen un modelo que considera tres etapas (tabla 4).

Tabla 4

Pasos de la sistematización de experiencias

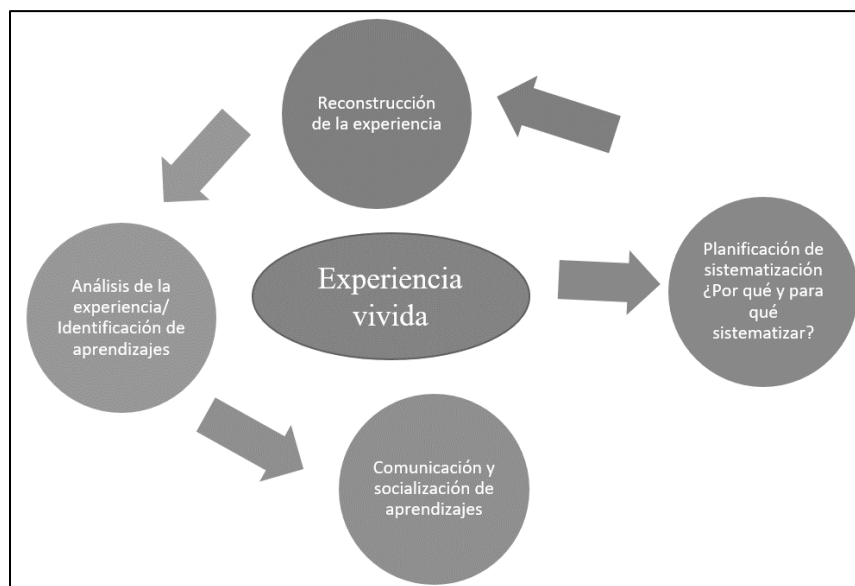
1.- Planificación de la sistematización	Define el qué se desea abordar y el método a utilizar
2.- Recuperación, análisis e interpretación	En esta etapa se recopila información (informes, memorias de trabajos y actividades realizadas, planes de trabajo etc.) y se definen los instrumentos de observación (entrevistas focalizadas, grupos focales etc.).
3.- Análisis e interpretación	Se construye una matriz donde se ordenan datos recopilados del instrumento de observación en otras palabras deconstruir y reconstruir la experiencia en todas sus dimensiones.

Nota: Fuente Vientos y Ortiz (2017)

La sistematización de experiencias se ilustra en la figura 4, en donde se parte de una experiencia vivida puesto que esta metodología puede ser adaptada antes de la ejecución del proyecto o después.

Figura 4

Sistematización de experiencias



Nota: Fuente <http://sistematizacion.obolog.es/ruta-sistematizacion-2162480>

De esta manera, la sistematización de experiencias representa una forma útil para la apropiación de una tecnología, que ayuda mediante tres etapas importantes a reconstruir y analizar la experiencia que se pretende sistematizar para obtener aprendizajes y de esa forma acercarse y ser parte de los usuarios.

4.0 Aspectos Conceptuales

Dentro de los principales conceptos involucrados en el trabajo, se encuentran los siguientes.

4.1 Derecho Humano al Agua

“El derecho humano al agua es el derecho de todos a disponer de agua suficiente, salubre, aceptable y asequible para el uso personal y doméstico” (Consejo económico y Social de las Naciones Unidas, 2002).

4.2 La nueva cultura del agua

El movimiento social de la Nueva Cultura del agua ha significado una forma de relacionar a la ciudadanía con la gestión de los recursos hídricos, a través de argumentos sólidos y científicos (Gómez, 2012). En la nueva cultura del agua, el ser humano se vuelve el protagonista de la historia por ser el único capaz de realizar el manejo y gestión del recurso pues se ha vuelto una urgencia y necesidad para su supervivencia.

4.3 Cuerpos de agua

Según El fondo para la comunicación y la educación ambiental (2018), se denomina cuerpo de agua a las extensiones de ríos y lagos en la superficie terrestre o en el subsuelo como ríos subterráneos o mantos acuíferos ya sean en estado sólido o líquido; artificiales o naturales, de agua salada o dulce.

4.4 Contaminación del agua

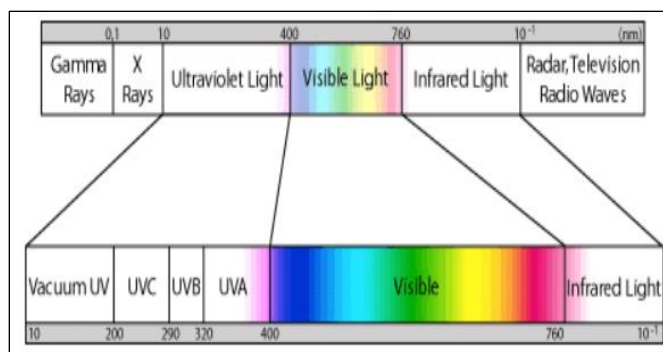
La contaminación de agua es una alteración de esta que puede darse tanto física como químicamente por causas naturales o antropogénicas, la gestión inadecuada de las aguas residuales urbanas, industriales y agrícolas, conlleva a que el agua que beben cientos de millones de personas se vea peligrosamente contaminada (FCEA, 2018).

4.5 El espectro electromagnético

La energía solar resulta del proceso de fusión nuclear que tiene lugar en el sol, al conjunto de todas las longitudes de onda emitidas por el sol, a éste conjunto se le denomina espectro electromagnético y se ejemplifica en la figura 5 (AEMET, 2010).

Figura 5

Espectro electromagnético



Nota: Fuente AEMET (2010)

La proporción de la radiación solar en las distintas regiones del espectro según la AEMET, (2010) es aproximadamente: Ultravioleta 7%, luz visible 43%, luz infrarroja, 49% y el resto 1%.

4.6 Colector Solar

Un colector solar es un dispositivo que absorbe y acumula la radiación solar para su uso como fuente de energía (Thesauro, 2013). Se trata de un artefacto que recibe energía solar y la convierte en energía útil, ya sea energía calorífica o eléctrica (Nandwani, 2005). Existen dos tipos de captadores o colectores (véase tabla 5):

Tabla 5

Tipos de Colectores Solares

Colector Plano	Colector Concentrador
Alcanzan temperaturas entre 50° y 200°C, con una eficiencia promedio entre 40 al 60% El principio básico de este colector plano es una placa metálica (de acero, hierro galvanizado, aluminio o de cobre) pintada de color negro mate, con el fin de absorber al máximo la radiación directa y difusa	Son de tipo parabólico o cilíndrico, alcanzan temperaturas entre 500 y 2000 °C y tienen una eficiencia de 30- 50%

Nota: Fuente Nandwani (2005)

4.8 La calidad del Agua

La calidad del agua es la caracterización física y química de sus muestras, comparándola con normas y estándares de calidad (ONU, 2016) que permiten su consumo de manera segura (CONAGUA, 2017).

La identificación de coliformes fecales en el agua, es un indicador importante ya que da a conocer que el vital líquido ha sido contaminado con material fecal, lo que vuelve al agua, transmisora de enfermedades causadas por organismos enteropatógenos (bacterias que viven y se desarrollan en el intestino grueso de animales de sangre caliente) (Alcántara & Cáceres, 2014).

4.9 Las enfermedades hídricas

Las enfermedades hídricas son aquellas transmitidas por el agua, y son provocadas por el consumo del líquido contaminado con orina, restos fecales de humanos o animales, desechos industriales y que contienen microorganismos y sustancias patógenas (PROAPAC, 2009).

5.0 Desinfección Solar del Agua

“Es un método de tratamiento para eliminar los patógenos causantes de enfermedades hídricas, ideal para desinfectar pequeñas cantidades de agua para el consumo doméstico, dependiente únicamente de la energía solar” (EAWAG/SANDEC, 1998).

5.0 Norma Aplicable

La norma aplicable para este proyecto es sin duda la NOM 127-SSA1-1994, esto debido a que trata todo lo referente en cuanto a parámetros del agua potable. A continuación, se describen los aspectos más importantes de dicha norma.

5.1 NOM 127-SSA1-1994

Esta Norma Oficial Mexicana establece los límites permisibles de calidad y los tratamientos de potabilización del agua para uso y consumo humano, que deben cumplir los sistemas de abastecimiento públicos y privados o cualquier persona física o moral que la distribuya, en todo el territorio nacional (NOM127-SSAI-1994).

La calidad adecuada del agua es vital para la prevención y transmisión de enfermedades gastrointestinales, razón por la que es necesario sentar límites permisibles para sus características bacteriológicas, físicas, organolépticas, químicas y radiactivas (NOM127-SSAI-1994).

Para asegurar y preservar la calidad del agua en todos los procesos de su gestión esta debe ser tratada con un determinado método de potabilización dependiendo del contenido de microorganismos resultante de una muestra previa de ésta. Véase Tabla 6.

Tabla 6*Límites permisibles de características Bacteriológicas*

Características	Límites Permisibles
Organismos Coliformes totales	2 NMP/100 ml
	2 UFC/100 ml
Organismos Coliformes fecales	No detectable NMP/ 100 ml
	Cero UFC/100 ml

La norma 127 de la Secretaria de Salud contiene límites permisibles no solo de aspectos bacteriológicos sino también de características físicas, organolépticas, químicas, radioactivas, así como sugerencias de métodos de mejoramiento para los diversos casos de calidades de aguas existentes.

Capítulo VI. Área de Estudio

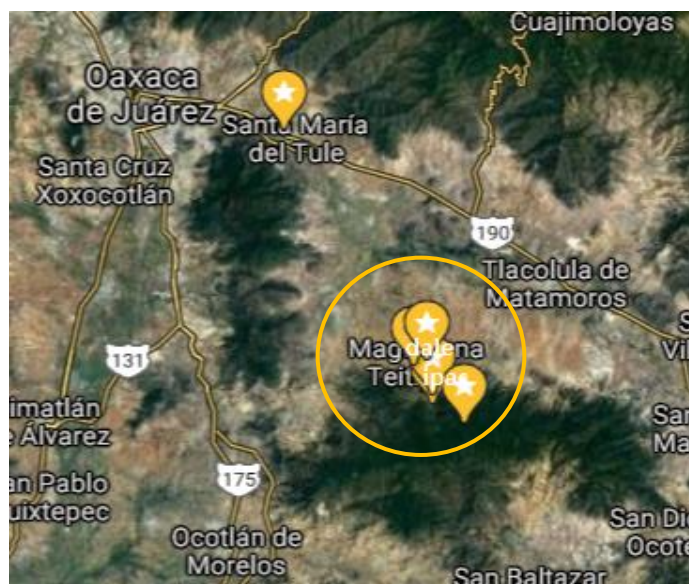
6.1 Localización de la comunidad

Magdalena Teitipac es una comunidad localizada a 40 minutos de la ciudad de Oaxaca, a pesar de su cercanía con la zona urbana es considerado por la CONEVAL (2015) como un municipio de muy alta marginación y de alto rezago educativo por la SEDESOL (2017).

Se localiza en las coordenadas $16^{\circ}54'13''$ de latitud norte y $96^{\circ}33'30''$ de longitud oeste, a una altitud de 1,760 msnm. y pertenece al Distrito de Tlacolula (Plan Municipal de Desarrollo Magdalena Teitipac, 2011-2013) (Véase figura 6).

Figura 6

Magdalena Teitipac



Nota: Fuente Google Maps (2019)

Magdalena Teitipac, tiene una extensión territorial de 48.5 kilómetros cuadrados, colinda al norte con los municipios de Santa Cruz Papalutla y Tlacolula de Matamoros; al sur con Santo Tomás Jalieza, Distrito de Ocotlán y San Bartolomé Quialana; al oeste con San Juan Teitipac y Santo Tomás Jalieza; y al este con San Marcos Tlapazola perteneciente a Tlacolula

de Matamoros y San Bartolomé Quialana (Plan Municipal de Desarrollo Magdalena Teitipac, 2011-2013).

Clima

El clima es templado predominante en el año con lluvias durante mayo, junio y julio. Su temperatura promedio anual es de 20.6 °C. Con máximas de 35 °C y mínimas de 10 °C en los últimos tres meses del año (Plan Municipal de Desarrollo Magdalena Teitipac, 2011-2013).

Hidrografía

Existen cinco ríos en Magdalena Teitipac (véase figura 7): Río el Carrizal, Río grande, Río Temascal, Río Guegovine Yalopa, Río Grande y Río Dulce. (Plan Municipal de Desarrollo Magdalena Teitipac, 2011-2013). Actualmente el Río Grande provee de agua a la población.

Figura 7

Ríos en Magdalena Teitipac



Nota: Fuente INEGI Hidrografía (2015)

Edafología

En el municipio existen 3 tipos de suelo (referencia en tabla 7 y figura 8):

Tabla 7

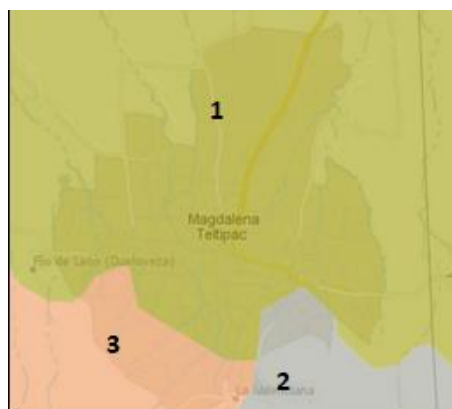
Tipos de suelo en Magdalena Teitipac Oaxaca

Cambisol	Leptosol	Luvisol Crómico
Ubicado en la parte sur del municipio con una superficie de aproximadamente el 48.32% del municipio. Este tipo de suelo tiene un pH de 6.2; esta es la parte boscosa y donde existen árboles nativos de la región, destacándose el pino y el encino.	Se encuentra en la parte norte del municipio y cubre aproximadamente un 18.12% del territorio. En esta parte se siembra el maguey y en la temporada de lluvia los cambian por cultivos de maíz, frijol y garbanzo. Este tipo de suelo éste tiene un pH de 6.6, la característica de estos suelos es el color grisáceo.	tiene un porcentaje pequeño de presencia en el municipio; con aproximadamente el 31.33 % de la superficie municipal. Este tipo de suelo tiene un pH de 6.1 y está compuesto por aproximadamente un 40% de arcilla.

Nota: Fuente (Plan Municipal de Desarrollo Magdalena Teitipac, 2011-2013).

Figura 8

Tipos de suelo Magdalena



Nota: El número 1, es el suelo luvisol; el número 2, el suelo Cambisol y el número 3, el suelo Leptosol.

Fuente: INEGI (2015) Tipo de Suelo

Usos del suelo

Al norte de la población se realizan actividades agropecuarias y sobresale la agricultura temporal de subsistencia (maíz, frijol), utilizando para ello los terrenos mayormente para siembra de cultivos anuales y perennes (Plan Municipal de Desarrollo Magdalena Teitipac, 2011-2013).

Saneamiento Ambiental

Recolección de residuos sólidos (basura)

Cuentan con un basurero municipal en el predio Loma Yasila, depositando los residuos recolectados en una fosa a cielo abierto, cabe mencionar que no existe la separación de la basura (Plan Municipal de Desarrollo Magdalena Teitipac, 2011-2013).

Contaminación del agua

El agua escasea en el municipio de Magdalena Teitipac, y debido a sus características geográficas se complica la distribución equitativa del recurso (Plan Municipal de Desarrollo Magdalena Teitipac, 2011-2013). En el 2009 la comunidad vivió una situación estresante con la minera denominada Plata Real, la cual realizaba trabajos de exploración sobre un área de más de nueve mil 653 hectáreas para la extracción de oro y plata en la comunidad (NVI Noticias, 2017). Debido al uso de sustancias químicas para la realización del procedimiento, comenzaron a morir animales de pastoreo como vacas, chivos y burros que consumían agua contaminada del Río (Comunicación personal Don Francisco presidente comité de Agua potable, 17 de mayo del 2018).

La situación desde entonces ha seguido un cauce de normalidad, no se sabe si el manto freático aun este contaminado pues la empresa no realizó estudios para comprobar la calidad del agua que se vio afectada a pesar de que la comunidad se abastece principalmente del río dulce.

Servicios básicos

Energía eléctrica

De un total de 904 viviendas habitadas, 865 disponen de energía eléctrica (96%), solo 26 casas no cuentan con este servicio (3 %) y el 50 % de las calles del municipio no tienen energía eléctrica pública (Plan Municipal de Desarrollo Magdalena Teitipac, 2011-2013).

Agua potable

El agua la obtienen de un manantial denominado Rio Oscuro que se conduce hasta sus dos tanques de almacenamiento para después distribuirla a la comunidad (Comunicación personal del comité del agua, 17 de mayo del 2018). Sus principales problemáticas en cuanto al recurso son, la escases en épocas de estiaje y la falta de agua apta para consumo en el 20% de la comunidad según el presidente municipal de Magdalena Teitipac (Comunicación personal, 2 de mayo del 2018).

Cuentan con una tubería para distribución del agua que no abastece a toda la comunidad pues solo cubre el 80% de las viviendas, aproximadamente el 60% de la red está en malas condiciones por falta de mantenimiento (Plan Municipal de Desarrollo Magdalena Teitipac, 2011-2013). Las personas que no tienen agua de la tubería colocan mangueras en rio para llevar agua a sus hogares (Plan Municipal de Desarrollo Magdalena Teitipac, 2011-2013).

Drenaje

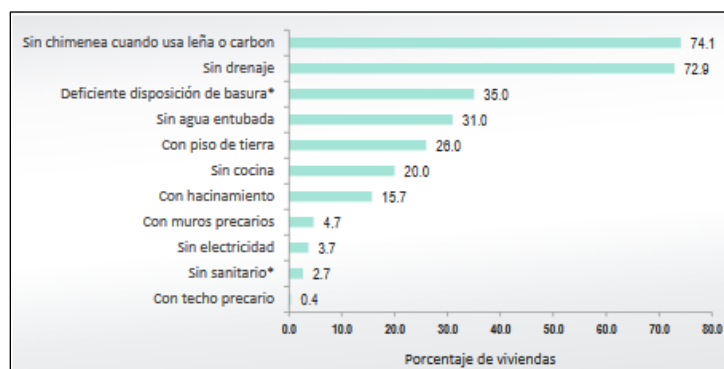
El plan Municipal de Desarrollo Magdalena Teitipac (2011-2013) refiere que los habitantes aun utilizan letrinas por falta del sistema de drenaje, y estos desechos se depositan en fosas sépticas contaminando los mantos freáticos (Plan Municipal de, 2011-2013).

6.2 Perfil socio demográfico

El municipio de Magdalena Teitipac tiene un total de 4563 habitantes. La situación actual de la población es grave puesto que tienen un muy alto grado de Marginación y Muy alto grado de rezago social (INAFED, 2015). Se muestra en la figura 9 las principales problemáticas con las que cuenta la comunidad.

Figura 9

Principales Rezagos en las viviendas



Nota: Fuente Diario Oficial SEDESOL (2016)

6.3 Tasa de Morbilidad y Mortalidad

La tasa de Morbilidad (Véase tabla 8) se refiere a las enfermedades que mayormente presentan los habitantes de la comunidad y la tasa de Mortalidad (véase tabla 9) y describe las enfermedades más comunes que generan la muerte de estos (SEED,2016; Sistema Estadístico Epidemiológico de las Defunciones SSAO,2016).

Tabla 8

Tasa de Morbilidad de Magdalena Teitipac Oaxaca

No	Diagnóstico	No de casos	Tasa X 1000
01	Infecciones Respiratorias Agudas	383	87.68
02	Infecciones Intestinales por otros organismos	80	18.31
03	Infecciones de Vías Urinarias	62	14.19
04	Otitis Media Aguda	38	8.69
05	Vulvovaginitis	31	7.09
06	Violencia Intrafamiliar	28	6.41
07	Conjuntivitis	27	6.18
08	Obesidad	18	4.12
09	Hipertensión Arterial	9	2.06
10	Diabetes Mellitus No Insulino dependiente (tipo II)	9	2.06

Nota: Fuente Sistema Estadístico Epidemiológico de las Defunciones SSAO, (2016).

Se puede observar que las infecciones intestinales están localizadas en el segundo puesto de las principales causas de enfermedad y como séptimo puesto de las causas más comunes de muerte.

Tabla 9

Tasa de Mortalidad Magdalena Teitipac

Descripción	Defunciones
Enfermedades hipertensivas e isquémicas del corazón	6
Diabetes mellitus	4
Tumores malignos	4
Bronquitis, neumonía, y otras enfermedades del aparato respiratorio	3
Resto de causas	3
Trastornos mentales y de comportamiento	2
Enfermedad de otras partes del aparato digestivo	2
Enfermedades cerebrovasculares	1

Nota: Fuente Sistema Estadístico Epidemiológico de las Defunciones SSAO, (2016).

Capítulo VII. Metodología

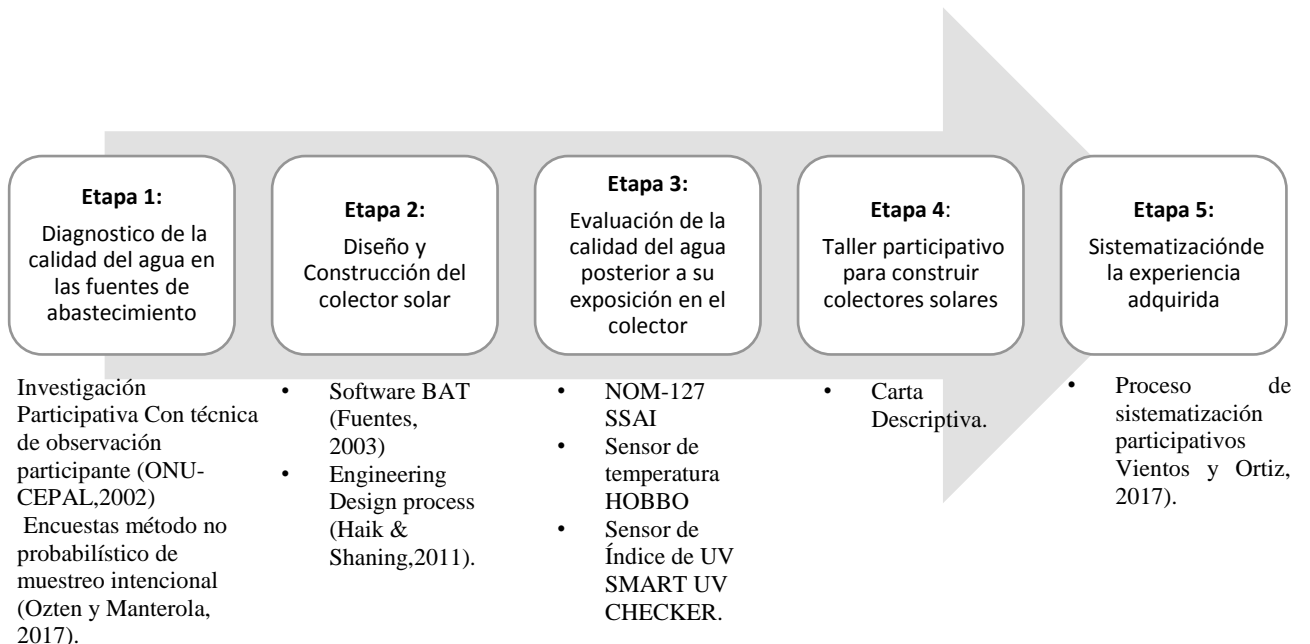
En este capítulo se presentan los aspectos metodológicos con los cuales se ha desarrollado el presente trabajo. Se exponen la perspectiva que se ha adoptado, las técnicas e instrumentos utilizados en el estudio, su relevancia, los argumentos de su utilización y el diseño de las diferentes fases desarrolladas. El enfoque que guio el trabajo requirió la integración de aspectos cualitativos y cuantitativos.

7.1 Diseño de la metodología de investigación

Se entiende por análisis de investigación a la recolección, análisis e interpretación y realización del escrito con la información adquirida. Para dicha investigación se destacan cinco etapas principales (Véase figura 10):

Figura 10

Etapas metodológicas para la implementación del COSODE en Magdalena Teitipac



Nota: Elaboración Propia.

7.2 Etapa I Diagnostico de la calidad en las fuentes de abastecimiento de agua.

Para lograr la etapa de Diagnostico se ocupó la metodología investigación participativa con la técnica observación participante (O.P.). Según la ONU-CEPAL (2002), dicha metodología es una forma de estudio con la participación de grupos sociales durante el proceso investigativo.

Para conocer la principal problemática en cuanto al agua se realizaron estudios exploratorios y entrevistas (Hernández *et al.*, 2010) al presidente municipal y comité de agua potable, así como encuestas al 4% de la población sin red de abastecimiento de agua utilizando un método no probabilístico con un muestreo intencional (Ozten y Manterola, 2017). Se realizó una observación y recorrido a la comunidad con la finalidad de contrastar la información y datos proporcionados por las personas entrevistadas y encuestadas. La finalidad de esta técnica de observación participante fue obtener el conocimiento necesario sobre la problemática sentida en la comunidad a través de sus propias palabras, anécdotas y hechos, esto, permitió establecer un vínculo de confianza entre algunos integrantes de la comunidad, principalmente integrantes del comité de agua potable, el presidente municipal y el facilitador.

Con la aplicación de una entrevista grupal semiestructurada (Taylor y R. Bordan, 2000) al comité de agua potable y el recorrido en campo fueron identificadas y ubicadas las principales fuentes de suministro de agua en la comunidad, referidas tanto por el comité a cargo de las gestiones del agua potable como por el 20 % de la población que no cuenta con el sistema de abastecimiento. Durante esta etapa mostraron la gestión que tienen ante el manejo del agua potable (véase figura 11).

Una vez realizadas las acciones correspondientes a la identificación del problema en versiones del comité de agua potable y de la comunidad sin red municipal de agua, se procedió a investigar sobre las incidencias de las enfermedades gastrointestinales de manera institucional para lo cual se solicitó a la Secretaria de Salud la tasa de morbilidad y mortalidad de Magdalena Teitipac, a fin de conocer si dentro de las principales causas de enfermedades y muertes están las enfermedades hídricas, siendo pautas indispensables para generar la propuesta tecnológica.

Figura 11

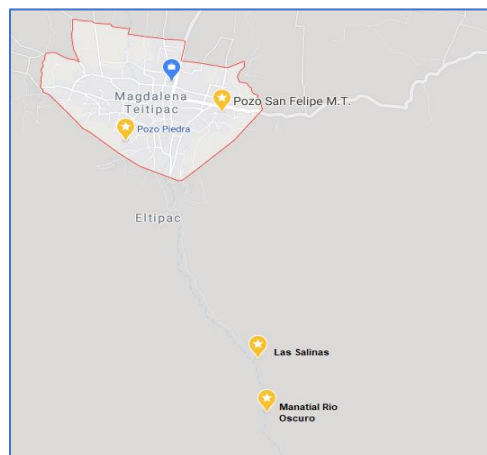
Entrevista grupal con el comité de agua potable en Magdalena Teitipac



La ubicación de fuentes de abastecimiento para su posterior muestreo, se realizó con un GPS Garmin, y los análisis de calidad del agua tanto fisicoquímicos como bacteriológicos fueron realizados por la Secretaría de Salud del Estado de manera gratuita como apoyo al municipio (en respuesta a la previa gestión). El Manantial Rio Oscuro es quien alimenta la red domiciliaria de agua potable, complementándose con los pozos noria San Felipe y Piedra, Cárcamo la cuba y el arroyo las salinas, (véase figura 12), Durante esta gestión se tuvo participación activa del presidente municipal y del comité de agua potable (Anexo 2).

Figura 12

Fuentes de suministro de agua en la comunidad



Nota: Fuente Google Maps

Figura 13

Pozo noria San Felipe



Figura 14

Muestreo bacteriológico



Figura 15

Toma de muestreo La Cuba



Figura 16

Muestreo en las Salinas



Figura 17

Muestreo Pozo Piedra



En cada una de las fuentes de agua, se midieron parámetros *in situ* (parámetros fisicoquímicos) utilizando un medidor de PH/CE/SDT, modelo Hi 98130.

Las técnicas, referencias y métodos empleados por el laboratorio de aguas del estado de Oaxaca para identificar la calidad del agua fueron:

- Referencias: NOM-210-SSA1-2014, NOM-092-SSA1-1994, NOM-127-SSA1-2002, NOM-201-SSA1-2002.

Para cada parámetro Fisicoquímico se realizaron técnicas distintas (véase tabla 10).

Tabla 10

Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua y métodos analíticos aplicados

Parámetro Fisicoquímico	Método empleado
Color Verdadero	Comparación Visual
Cloro Libre Residual	Colorimétrico
Cloruros como Ion Cloruro	Argento Métrico
Dureza Total	Titulación
pH	Potenciométrico
Sólidos Totales	Gravimétrico
Turbiedad	Nefelométrico
Parámetros Microbiológicos	
Coliformes Totales	Número más probable
Coliformes Fecales	Número más probable

7.3 Etapa II Diseño y construcción del Colector Solar

7.3.1 Diseño conceptual del colector solar

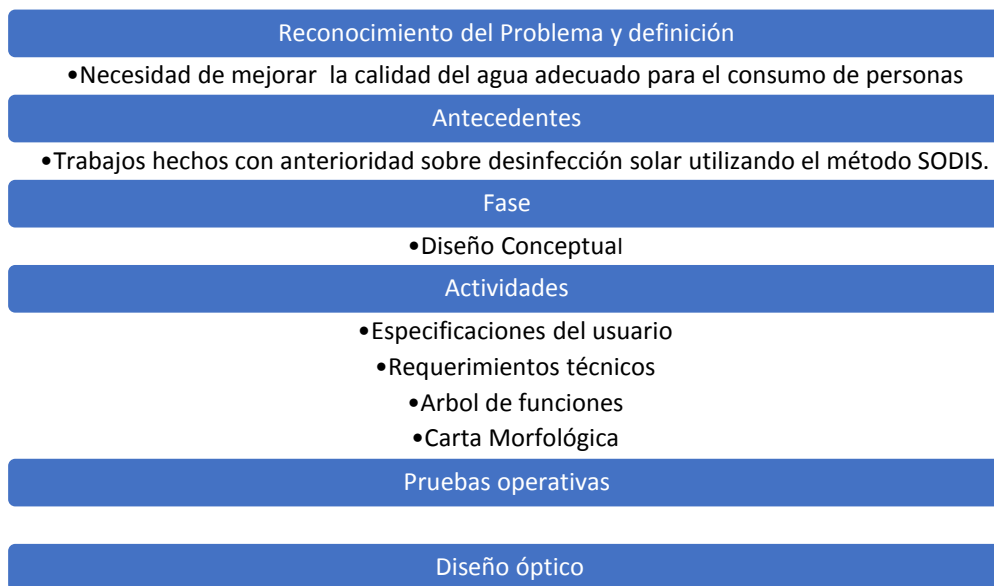
El conocimiento de los parámetros físicos de la radiación solar en Magdalena Teitipac fue muy importante para el diseño del colector solar. Estos parámetros físicos se obtuvieron utilizando el Software BAT (Fuentes, 2013) con lo cual se identificaron los meses de mayor y menor radiación solar. En conjunto con la caracterización climática de temperaturas y

humedades pues para este tipo de tecnologías se depende a gran parte de las características climatológicas diarias, anticipando con ello el correcto emplazamiento de artefacto.

Para la aplicación del método SODIS mejorado, se diseñó un colector solar de fácil elaboración y apropiación para la comunidad, y que considerara materiales de reúso o de bajo costo para no afectar su economía. La metodología utilizada para el diseño y selección de parámetros deseados en el prototipo fue “Engineering Design Process” de Haik & Shahin (2011). (Figura 18).

Figura 18

Esquema de las etapas para realizar el diseño conceptual COSODE



Nota: Elaboración Propia.

Se identificaron los objetivos y requerimientos para la elaboración del Sistema; se determinaron las demandas y deseos requeridos por el prototipo (Haik & Shahin, 2011) para realizar la desinfección del agua, los cuales se enlistan en la tabla 11.

Tabla 11*Especificaciones Técnicas para el diseño del colector solar*

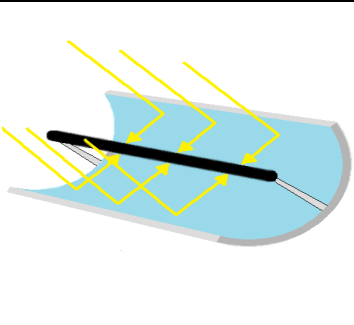
Especificaciones requeridas	Demandas y deseos
Utilización de materiales de desecho o de muy bajo coste	W
Que alcance temperaturas mayores a 50°C	D
Presencia de radiación UV en el dominio de 210-230 Nm.	D
Fácil de construir	W
Fácil de orientar al sol	D
Facilidad de adaptación para almacenamientos externos ante y post	W
Que sea de fácil mantenimiento	W
Que se puedan medir componentes constructivos en escala real	W
Que sea seguro	D
Fácil operación	D

Las demandas son parámetros o funciones que son indispensables en el proceso de la desinfección solar, y en la tabla 11 están representadas por la letra D; los deseos son requerimientos que no influyen en el proceso de la desinfección pero que hacen viable el uso y la creación de la tecnología por la comunidad, están representadas por la letra W.

Con la ayuda de una matriz Morfológica (Fritz, 1969), se detectaron los dos modelos posibles para el colector solar que cumplieran con los requerimientos antes mencionados (Tabla 12).

Tabla 12*Matriz Morfológica del Colector solar*

Nombre	Característica	Presentación gráfica
Captador solar de placa plana	Es un colector solar de concentración media a baja temperatura. El absorbedor está formado por una lámina metálica de cobre que se oscurece con una pintura negra calórica que resiste temperaturas superiores a los 100 °C. La cubierta transparente tiene la función de aislar el captador de las condiciones ambientales exteriores dejando pasar	

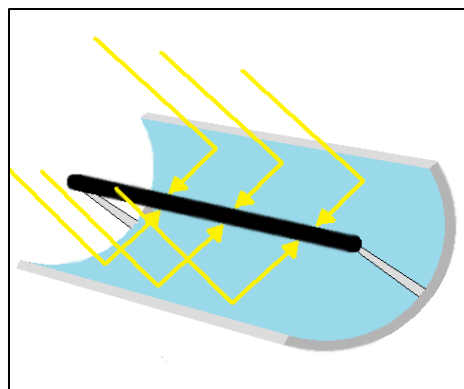
	la radiación solar (efecto invernadero).	
Concentrador Cilíndrico Parabólico	Está diseñado para obtener altas temperaturas. Su principio de funcionamiento se basa en la proyección de toda la radiación incidente de una superficie reflectante sobre un punto concreto. Alcanza temperaturas mayores a 200 °C.	

7.3.2 Construcción del colector solar concentrador

Se consideró la construcción de un colector solar no sólo para cumplir con los requisitos mencionados, sino para tener en operación el colector, dado que, para la creación colectiva, era necesario que la comunidad visualizara la viabilidad de la tecnología. De las opciones mostradas en la tabla 12, se eligió la segunda opción, denominada concentrador cilíndrico parabólico, con las adaptaciones correspondientes para la combinación del método SODIS con botellas PET (véase figura 19), en razón de que el tipo de colector concentrador permite la unión de los dos espectros electromagnéticos (radiación UV e Infrarrojo) vitales dentro del proceso de desinfección del agua.

Figura 19

Modelo del colector cilíndrico parabólico seleccionado



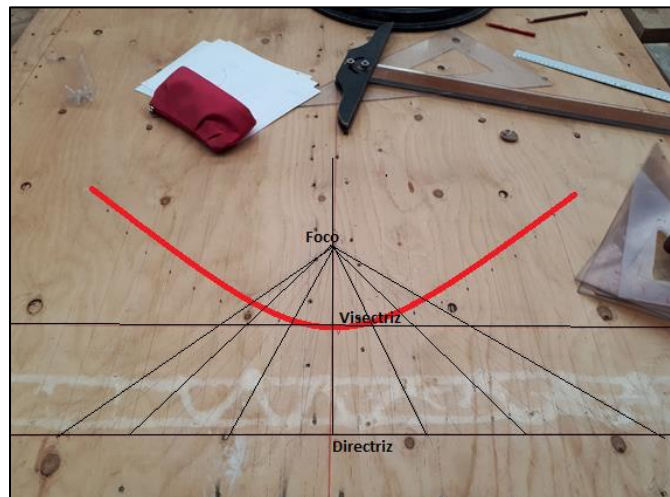
En el proceso de construcción del colector solar, se consideraron aspectos físicos importantes para su funcionamiento como son la temperatura y concentración de radiación UV; indispensables en la desinfección solar. Para estar en el marco de las especificaciones que proponen las tecnologías de implementación social, se emplearon materiales de reúso y de bajo coste, así como elementos de fácil elaboración e implementación que pudiesen ser construidos y usados por cualquier persona.

En el colector solar desinfectante (COSODE), se logran identificar tres partes fundamentales en su estructura que interactúan para realizar su funcionamiento: el cilindro parabólico o parte concentradora de la luz solar, la superficie reflejante que se adapta al cilindro parabólico y el sostén o mesa del sistema. Por lo que para la construcción de la parte concentradora del colector, se tomó como referencia la ecuación (a) de parábola con vértice en el origen, trasladándolo a un modelo físico se trazó la parábola en una superficie de madera (Figura 20).

$$X^2 = 4pY \quad (a)$$

Figura 20

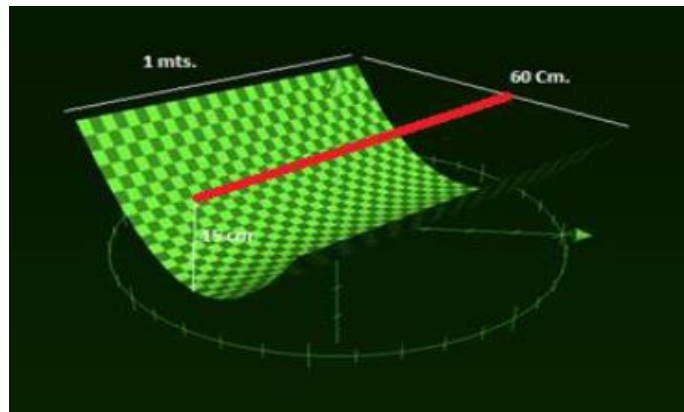
Traslado de la parábola a medidas reales



Las medidas finales del cilindro concentrador fueron: 15 cm del vértice al foco (línea roja), 60 cm lado recto de la parábola y 1 metro de largo (véase figura 21).

Figura 21

Diseño 3D de la parábola

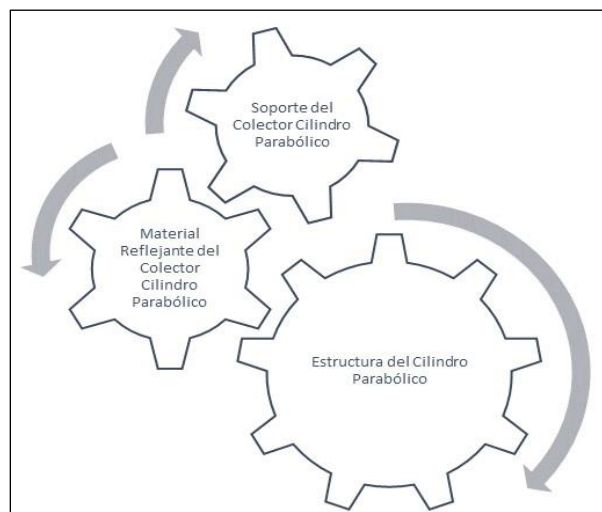


Nota: realizado en software Grapher versión 2011

Los materiales utilizados para la elaboración del colector se eligieron con criterios de la metodología de Haik y Shahin (2011). Su construcción se dividió en tres etapas de acuerdo con su función descritas en el gráfico (figura 22) y se muestra la selección de materiales de cada etapa en la tabla 13.

Figura 22

Selección de materiales para la construcción del COSODE



Nota: elaboración propia

Tabla 13*Selección de Materiales para el cilindro parabólico (colector solar)*

Estructura del colector	Material reflejante	Soporte del colector
1 Solera de fierro de ¾ “ x 1/8” por 1 m. de largo. 2 redondos de ½” x 1 m de largo reutilizada. 1 m. de Ángulo de ¾ “ x 3/4 “ x 1/8” de fierro viejo oxidado. 6 omegas de ½ pulgada. Tornillos de reúso. 3 cuadrados de ¼” x 60 cm de largo de fierro. Pintura negra de aceite reutilizada. Silicón industrial. Electrodo para soldar E- 6018 de 1/8”.	1 hoja de lata reflejante de 59 x 1m.	Madera reutilizada de un palet de soporte. Medidas 1.10 m x .70 m x 1.00 m. 4 ruedas plásticas omnidireccionales. 4 ángulos de ruedas de 1 1/2”x 1 1/2” galvanizadas. Pintura azul cielo para paredes reutilizada. Una corredera de cajón de escritorio.

Los criterios para considerar cada uno de los materiales utilizados se tomaron de acuerdo a las temperaturas que se requieren para superar los 50°C con una concentración de radiación ultravioleta de 210 a 230 Nm (por arriba de este rango se eliminan la mayoría de los agentes patógenos).

7.3.3 Medición de parámetros de eficiencia del colector piloto

Una vez construido el colector solar, se procedió al monitoreo de su eficiencia (Figura 23). Para tal el efecto, se utilizó un HOBBO UX-120-006M que utiliza 2 sensores de temperatura del tipo TMC6-HD Smart sensors (-40 a 600°C). Éste incluye un software HOBOWare y un kit de calibración estándar NIST que almacena 43,000 lecturas a una velocidad de muestreo de 1s a 18 h. Se midieron los parámetros de temperatura en diferentes días y en condiciones climatológicas variadas durante los meses de octubre, noviembre, diciembre y enero, correspondientes a las estaciones de otoño e invierno. El parámetro de radiación UV fue medido a través de un sensor de índice de radiación ultravioleta denominado SMART UV CHECKER, este sensor detecta radiación UVA y UVB con un rango de 240 nanómetros a

380 y se adapta al celular mostrando los datos en una aplicación denominada Smart FTLab (véase figura 24).

Figura 23

Sensor HOBBO para medición de temperatura



Figura 24

Sensor Smart UV Checker



Nota: Fuente Smartlab búsqueda en Google

Se analizó la eficiencia del colector con dos superficies diferentes de reflexión; fueron papel de regalo metálico color plateado y superficie de hojalata.

7.4 Etapa III Evaluación de la calidad del agua sujeta a desinfección en el colector solar

Durante esta etapa se evaluó la eficiencia del colector solar desinfectante (COSODE) con base a la experiencia adquirida durante la etapa de prueba de este.

Los aspectos involucrados son: la calidad del agua a emplear y al salir del COSODE, el tipo de botellas, la limpieza de la misma, el emplazamiento y orientación del colector solar, así también las 5 horas efectivas de sol que se tienen en el lugar de emplazamiento.

La elección del agua a desinfectar se basó en lo siguiente:

- opinión de la comunidad encuestada durante la etapa del diagnóstico, en la que se resalta al pozo San Felipe como una de las fuentes principales de suministro de agua.

- su cercanía al municipio respecto a las demás fuentes de abastecimiento referidas.
- composición iónica del agua determinada en el laboratorio.

La cronología de pasos realizados para la desinfección fueron los siguientes:

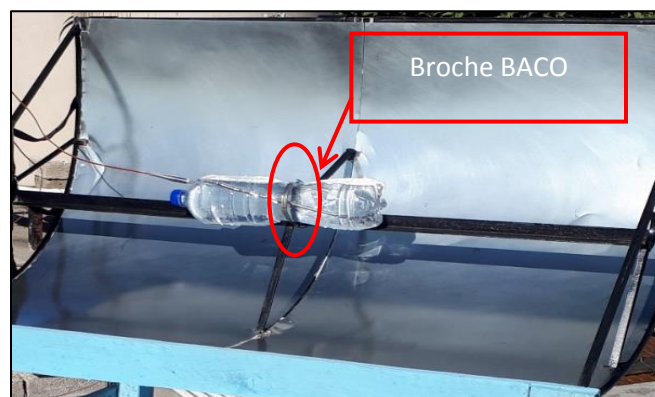
1. Recolección de Agua: A las 10:00 am del viernes 25 de febrero del 2019, se procedió a la recolección de agua del pozo San Felipe en bidones de 20 litros previamente enjuagados con agua del mismo pozo. Las características visibles del pozo mostraban presencia de renacuajos en el agua, aun con estas condiciones las personas acuden a este pozo para abastecerse del vital líquido. Se tomó una muestra para análisis bacteriológicos previos al tratamiento de desinfección.
2. Procedimiento de desinfección realizado por el COSODE:

Con base en la metodología SODIS, se emplearon botellas PET 2 de reuso, con 2 litros de capacidad la razón de la utilización de esa capacidad es para permitir la correcta saturación de radiaciones en el agua.

- 1 Las botellas fueron previamente lavadas con agua y jabón y enjuagadas hasta asegurarse de no contener residuos de éste.
- 2 Se introdujo agua del pozo San Felipe hasta el inicio del cuello de la botella y se cerró con la tapa asegurándose de no haber fugas.
- 3 Se colocaron las botellas de agua en la línea focal del colector solar y se sujetaron con broches Baco (véase figura 25).
- 4 Se emplazó el colector solar a manera evitar la sombra (véase figura 26).

Figura 25

Utilización de broche BACO como sujetador para sostener la botella



Se evaluó en dicho proceso de desinfección la temperatura y radiación ultravioleta ejercida en un periodo de tiempo. En este caso, el 25 de febrero se hicieron pruebas de desinfección en tres botellas distintas con parámetros de tiempo y de superficie reflejante del colector diferentes (véase tabla 14).

Tabla 14

Evaluaciones del proceso de desinfección solar

Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Esta muestra se expuso al sol en una superficie reflejante de hojalata; a partir de las 14:30 pm (tiempo en que se llegó de la comunidad posterior a la recolección del agua del pozo) hasta las 5:00 pm. En este período se presentan las horas efectivas de sol.	La exposición al sol se hizo en una superficie reflejante de papel de regalo color plata; a partir de las 14:30 pm (tiempo en que se llegó de la comunidad posterior a la recolección del agua del pozo) hasta las 5:00 pm. En este período se presentan las horas efectivas de sol. Las botellas sometidas a tratamiento de desinfección se llevaron al laboratorio para su análisis microbiológico el día 28 de febrero a las 9:00 am.	Esta botella se expuso en una superficie reflejante de papel de regalo; se ingresó al colector solar el sábado 26 de febrero a las 11:00 am (demostraron los análisis previamente hechos al colector que a partir de ese horario había mejor temperatura debido a la radiación solar alta y el alto índice de radiación UV). Se retiró la muestra a la 1:00 pm del mismo día (tres horas de exposición), se guardó y se entregó al laboratorio para análisis bacteriológicos el día 28 de febrero a las 9:00 a.m.

El análisis de calidad del agua se centró en:

- Coliformes Fecales (CF)
- Coliformes Totales (CT)

Con base a la experiencia adquirida de la construcción del prototipo se integró un manual paso a paso donde se especifican los componentes que integran el colector, de tal forma que de manera práctica, sencilla, replicable y de fácil difusión pueda ser reproducido y utilizado en las comunidades.

Figura 26

Suspensión de botellas durante el proceso de desinfección solar del agua consumida por habitantes de la comunidad.



7.5 Etapa 4. Taller participativo para construir colectivamente el colector solar

Se realizó un taller participativo en la explanada municipal de Magdalena Teitipac con la finalidad de construir colectivamente el COSODE. En común acuerdo con el comité de Agua potable y la presidencia municipal se seleccionaron fechas horas y discutieron temas a abordar por el facilitador. Se acordó dar promoción al taller mediante perifoneo, carteles y

volantes (anexo 6). El taller participativo se llevó a cabo en tres días, teniendo como estructura los siguientes temas (véase carta descriptiva en anexo 3):

Día I Concientización de los usuarios hacia el recurso agua y cultura del agua.

Para empoderar a los participantes en el uso de una tecnología social, fue necesario promover la reflexión del panorama mundial, nacional, estatal y local del agua, debido que es un recurso vulnerable a la contaminación y la prevención de su mala gestión empieza desde la concientización de las personas que lo usan (véase figura 27).

Se buscó hacer una sensibilización para los participantes mediante la identificación de problemáticas similares a nivel mundial de todas las comunidades que carecen del agua segura. Se utilizó una herramienta de Geilfius (2009) denominada árbol de problemas para hacer una comparación entre los problemas sentidos y los identificados por el facilitador durante el diagnostico socioambiental. El árbol de problemas se muestra como un diagrama de causas y efectos de tal forma que se hacen conscientes de la situación en la que están parados. Para esto se utilizó un pliego de papel bond en el que se pudiesen anotar los comentarios de los participantes respecto al problema principal que es la falta de agua segura.

Figura 27

Realización del Árbol de problemas de Magdalena Teitipac



Día II Construcción del colector solar

Como parte de las actividades planeadas para la replicación del COSODE en el taller participativo, se explicó el funcionamiento del Colector Solar Desinfectante (Figura 28), las mejoras hechas al método SODIS por el mismo, las partes fundamentales de la tecnología social y se procedió al ensamble de su propio colector solar con materiales de reúso y de bajo costo (figura 29).

Con la finalidad de evaluar la transferencia del conocimiento a la práctica se utilizó una guía de observación obtenida de la metodología del sistema CONOCER (Consejo Nacional de Normalización y Certificación de Competencias Laborales) (anexo 5) en la cual cada ayudante de construcción capacitado previamente por el facilitador palomeaba aspectos observables del desenvolvimiento de los ejecutantes.

Figura 28

Proceso de enseñanza del funcionamiento del Método SODIS



Figura 29

Ensamble de su propio COSODE



Día III Medición de parámetros incidentes en el colector solar

Después de cuatro horas de ensamble para los colectores solares, se procedió a demostrar su funcionamiento mediante mediciones con un sensor de temperatura (Hobo UX120-006) y un sensor de índice de radiación UV-A (Smart UV Checker FUV-001). Se dejó que los participantes observaran la temperatura e índice de radiación UV-A con la finalidad de involucrarlos en las mediciones de su propia tecnología social COSODE. El empoderamiento y la autogestión ante este nuevo artefacto son parte del proceso de la transferencia de la tecnología a la sociedad (referencia en figura 30 a 32).

Figura 30

Medición de la temperatura del COSODE fuera del área de puntos focales



Figura 31

El señor Francisco y su COSODE



Figura 32

El señor Arturo usuario del COSODE



7.6 Etapa V. Sistematización de la experiencia adquirida y apropiación del COSODE en núcleos familiares

“La sistematización de experiencias es una interpretación de una o varias experiencias que a partir de su ordenamiento y reconstrucción descubren la lógica del proceso, los factores que han intervenido en él, como han relacionado entre sí y porque lo han hecho de ese modo (Expósito & Gonzales 2017, pág. 1)”, esto permite obtener conocimientos sustentados para comunicarlos y enfrentarse para una retroalimentación participativa.

La finalidad última del COSODE es proveer de agua segura a familias de la comunidad que no se ven favorecidas con la red pública de suministro de agua, y la estrategia seleccionada para hacer la transferencia tecnológico-social fue mediante la sistematización de la experiencia del taller participativo realizado en la comunidad, que de manera intrínseca conlleva la apropiación.

7.6.1 La experiencia vivida.

Como parte de las actividades y gestiones realizadas por el comité de agua potable y el facilitador, se programó la realización de un taller participativo (21, 22 y 23 de junio 2019) en el que se replicara el COSODE, la intención fue invitar a la comunidad a participar sin hacer distinción entre la fracción de la población con red de abastecimiento y sin red de abastecimiento de agua.

La finalidad de llevar a cabo el taller fue seleccionar a los candidatos para generar la apropiación de la tecnología y a partir de este evento empezar con la sistematización de la experiencia adquirida. Éste fue estructurado por el facilitador mediante una carta descriptiva donde se organizaron temas y tiempos de realización de cada actividad (anexo 3). Se organizó en tres días distintos para poder evaluar cada tema del taller (véase tabla 15):

Tabla 15

Metodología para desarrollar el taller

Día 1	Día 2	Día 3
Platica de sensibilización de los participantes mediante temas relacionados a las problemáticas del agua, derecho humano al agua y cultura del agua. Este día se hizo solicitud de materiales para la construcción del COSODE.	Construcción del colector solar desinfectante con los materiales llevados por el facilitador y los participantes.	Medición de parámetros de temperatura y radiación UV generados por la línea de puntos en el COSODE.

7.6.2 Sistematización de la experiencia.

El eje de sistematización de la experiencia seleccionado fue la apropiación del COSODE en núcleos familiares de Magdalena Teitipac. A partir de la realización del taller participativo se plantearon 3 aspectos principales a tomar en cuenta para la iniciación de la apropiación de la tecnología los cuales fueron:

- 1) Selección de los candidatos idóneos para la apropiación de la tecnología
- 2) Capacitación y monitoreo del uso del COSODE y
- 3) Evaluación de la apropiación tecnológica del COSODE.

7.6.3 Análisis del proceso.

Después del taller participativo se tuvieron tres personas con colectores solares para probar su apropiación, estos fueron:

- El señor Emiliano Aguilar
- El señor Arturo Gómez y
- El señor Francisco Aguilar

Durante el proceso de seguimiento post taller participativo solo el señor Emiliano tuvo continuidad en el proceso por lo cual se procedió a la búsqueda de otros candidatos, aunque no hubiesen asistido al taller participativo. La experiencia vivida en el proceso, llevo a cuestionar ¿Qué se hizo mal con los otros dos candidatos? y ¿Porque no existió continuidad en el proceso a pesar de la insistencia del capacitador?

En la búsqueda de nuevos candidatos se cambió el factor ¿necesitan de agua segura? por el ¿quienes desean gestionar su propia agua segura?, lo que apunto a dos familias diferentes que mostraron interés por la desinfección solar mientras veían el trabajo hecho con el señor Emiliano.

A lo largo del proceso de adaptación del COSODE se trató de evitar las acciones cometidas con las personas que se quedaron en el trayecto, por lo cual se rediseñó el proceso de capacitación y monitoreo.

Este proceso fue el más importante puesto que de ello dependió la adaptación de la tecnología; para realizarlo de manera correcta, fue necesario tener información completa de los núcleos familiares, ¿cuántos integrantes son?, ¿cuántos adultos?, ¿cuántos niños?, ¿a qué se dedican?, ¿cuánta agua consumen?, ¿cuál es la fuente de agua de la cual se proveen?, etc. Por lo cual se empleó un instrumento (cuestionario Anexo 7) para obtener la información detallada de la familia antes de comenzar la capacitación y otro instrumento para evaluar la apropiación después de su monitoreo (Anexo 8). Para generar un lazo de confianza entre el facilitador y usuarios fue importante la comunicación, las visitas establecidas a sus domicilios y la confianza durante el proceso de realización de la apropiación, pues no siempre estaba el facilitador en los domicilios para cerciorarse de la realización del método.

En la capacitación de los otros dos núcleos familiares, fue necesario emplear un manual de construcción y operación del COSODE (anexo 9), a pesar de ser un material de apoyo a la hora de realizar el taller participativo en cada uno de los domicilios, este material ayudó a comprender gráficamente el proceso seguido durante su construcción, durante su uso y las consideraciones importantes a tener del sistema. Muchas veces, aunque esto es mencionado

por el facilitador suele olvidarse y el manual sirve como recordatorio de las indicaciones importantes. El proceso para aplicar con los núcleos familiares durante la sistematización de experiencias se ilustra en la figura 33.

Figura 33

Nuevo proceso para sistematizar la experiencia con eje en la apropiación tecnológica



Núcleo 1, Familia de Emiliano Aguilar:

La familia del señor Emiliano fue la pionera en la utilización del COSODE puesto que obtuvieron el colector como resultado del taller participativo que se llevó a cabo en el municipio de Magdalena Teitipac. Con un poco más de ventaja que los otros dos núcleos familiares en cuanto a conocimiento de utilización, se procedió a ejecutar la sistematización acordada para garantizar la transferencia tecnológica. Se encuestó a la familia del señor Emiliano para tener su propio diagnóstico de abastecimiento de agua.

Posteriormente, se analizó la calidad de agua de la principal fuente de abastecimiento, la cual toma del pozo de una vecina. A este se le muestreo para hacer análisis bacteriológicos para después comparar los resultados con agua sometida a desinfección solar (véase figura 34 y 35).

Figura 34

Pozo de recolección de agua cercano al señor Emiliano



Figura 35

Muestreo del agua de pozo



Después del muestreo bacteriológico se emplazó una muestra de agua del mismo pozo en el colector 2.5 horas para realizar el proceso de desinfección y posteriormente llevar ambas muestras al laboratorio para análisis bacteriológicos respecto a la NOM 127 SSAI y mostrar a la familia que realizar la desinfección solar es un método alternativo seguro (véase figura 36).

Figura 36

Charla de funcionamiento del COSODE



Durante este proceso de adaptación también se generaron lazos de confianza con las vecinas dueñas del pozo seleccionándolas como el núcleo familiar candidato #3 (véase figura 37).

Figura 37

Propagación del conocimiento a vecinos



Se capacitó a la familia del señor Emiliano incluyendo a los niños para el uso y consideraciones del colector solar, se les entregó un manual de uso y se acordaron visitas y compromisos a cumplir para lograr una transferencia de la tecnología exitosa.

Siendo el núcleo familiar 1 los que más tiempo tienen utilizando el COSODE y con quienes más contacto se tuvo, a finales del mes de enero se evaluó la transferencia de la tecnología mediante un cuestionario (anexo 8).

Núcleo 2, Familia de Flavia Hernández Hernández:

El núcleo familiar 2, no fue asistente del taller participativo realizado en el municipio, pero si fueron interesados durante el proceso de difusión del taller en la comunidad.

A petición de los interesados se recreó el taller solo para la familia de la señora Flavia (Figura 38).

Figura 38

Reunión de la familia de la señora Flavia



Se logró realizar el taller participativo parte teórica a la familia de la señora Hernández el viernes 25 de octubre y se acordó realizar la construcción del COSODE el día 12 de noviembre debido a las festividades de día de muertos realizadas con devoción en la comunidad y fiestas familiares de la interesada. Se les capacito en cuanto a las partes constitutivas del COSODE y se hizo solicitud de materiales a los cuales accedieron de manera efusiva.

Para obtener información sobre la fuente de abastecimiento de agua y métodos de almacenamiento en casa, se encuestaron a dos miembros principales de la familia, la señora Flavia Hernández y su hermano Víctor Hernández, durante ese día se capacitó sobre el uso, componentes y funcionamiento del COSODE a modo de taller teórico y se fijó fecha del 26 de noviembre del 2019 para la construcción de su propio colector solar con sus materiales.

De esta manera se construyó de manera participativa un COSODE dimensionado específicamente a sus necesidades, Víctor, el hermano de la señora Flavia (véase figura 39), estuvo muy involucrado en el proceso de construcción en todo momento, la señora Flavia, así como sus hijos solo observaban puesto que la señora tiene un bebe de 2 meses y los niños tiene 4 y 7 respectivamente. Como la fuente de abastecimiento de agua resultó ser el pozo San Felipe, no fue necesario analizar nuevamente la calidad del agua pues ya se había hecho

previamente durante el muestreo de las fuentes principales de abastecimiento de agua en la comunidad.

Figura 39

Víctor Hernández construyendo el COSODE



Después de 4 visitas en el mes de enero y principios de febrero, se encuestó a la familia con respecto al uso de COSODE, con la finalidad de verificar si la transferencia de la tecnología fue exitosa.

Núcleo 3, Familia de Florentina Santiago García

Este núcleo familiar (figura 40) se mostró interesado pues ellos son vecinos del señor Emiliano y dueños del pozo donde se abastece de agua el núcleo 1, está conformado por dos hombres, dos mujeres y un niño. Al igual que con las otras dos familias, se les aplico la encuesta diagnóstica de identificación de integrantes del núcleo y fuentes abastecimiento de la calidad del agua; como la fuente de abastecimiento es el mismo pozo de donde obtiene el agua el señor Emiliano, no fue necesario realizar análisis bacteriológicos.

Figura 40

Acercamiento a núcleo familiar 3



Se construyó un colector solar de acuerdo con sus necesidades con la colaboración de las dos mujeres que viven en la casa (suegra y nuera) puesto que el hijo de la señora Flavia no estuvo interesado en participar. Posterior a la construcción se realizó otra visita para capacitar a las mujeres en cuanto a la utilización del COSODE y entregarles su respectivo manual, se acordaron visitas de monitoreo de uso del colector solar y para principios de febrero se aplicó la encuesta de apropiación de la tecnología de colector solar desinfectante (véase figura 41).

Figura 41

Monitoreo del COSODE en núcleo 3



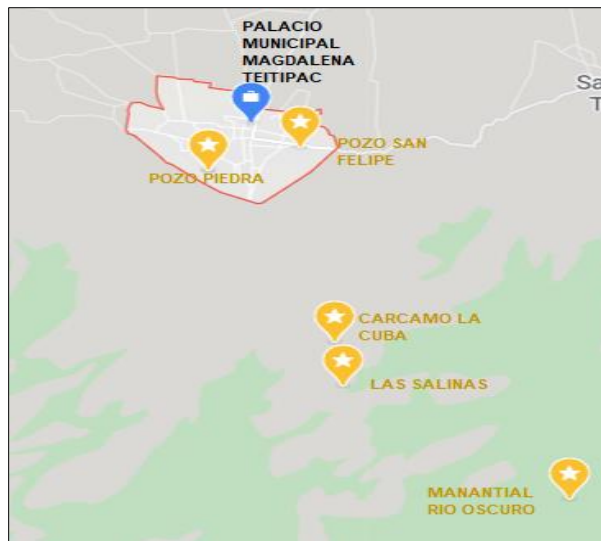
Capítulo VIII. Resultados y discusión

8.1 Etapa I. Diagnostico Socioambiental

La entrevista con el comité del agua potable de Magdalena Teitipac el día 17 de mayo del 2018 puso a la luz que, la comunidad cuenta con una red de distribución de agua (definida por ellos como potable) con la cual se surte a un 80% de su población, quedando en las faldas del cerro el porcentaje restante de población sin acceso al recurso pues las bombas que integran el sistema de suministro no tienen la potencia adecuada para llevar el agua hasta ellos. Sus fuentes principales de agua son: Los pozos comunitarios San Felipe y El pozo Piedra, Cárcamo La Cuba y tanque las Salinas (Figura 42), así como un manantial denominado Rio Oscuro del cual fluye el Rio dulce, pasando por dos “filtros”; así denominados por la comunidad, pero que propiamente son desviaciones del cauce del rio para conducirlo a la misma.

Figura 42

Fuentes principales de abastecimiento de agua



Nota: Fuente Google Maps tomado de internet

La distribución no es directa del manantial, sino que es a partir de tanques; el principal cuenta con 50,000 mil litros, mismo que alimenta a un segundo tanque (sin nombre); ambos se localizan a la misma altura horizontal, pero con una diferencia de 500 metros entre cada tanque. En el tanque principal se lleva a cabo una desinfección con cloro en polvo, la cual se realiza al “tanteo”; es decir, si el tanque está lleno le agregan 250 gramos, estando a la mitad le adicionan 150 gramos y menos de la mitad 130 gramos. Con la finalidad de mantener un buen saneamiento realizan un lavado del tanque de almacenamiento cada 2 semanas. Aunque no cuentan con un croquis de la distribución de la red de agua potable, saben que su sistema cuenta con 25 válvulas para distribuir el agua. Destacan que la comunidad realizó su propio sistema de agua potable puesto que la CONAGUA no les brindó el servicio, lo único en lo que dicha institución interviene es en el cobro de la concesión del recurso.

Según el comité del agua potable el sabor del agua cambia con forme hace el recorrido; en el manantial el agua es dulce y al llegar a la comunidad es diferente pero no saben cómo describir el cambio. El gasto de agua que realiza la comunidad por familia es de tres tambos de agua de 250 litros por semana; cabe mencionar que se habla de tambos porque no conocen otra forma de medición.

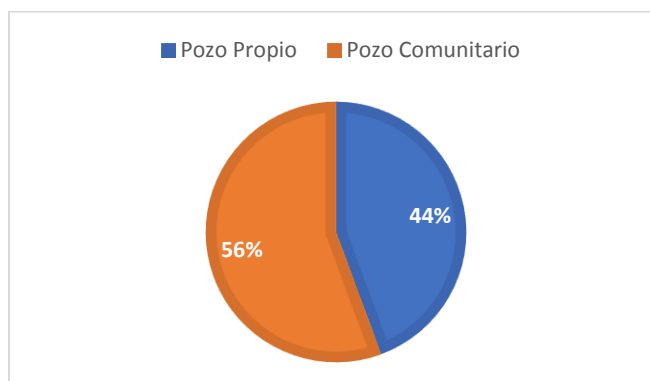
Anualmente las personas de la comunidad pagan 40 pesos anuales por el servicio de agua, con ese dinero el municipio gestiona las obras relacionadas con la red de abastecimiento, y para controlar su uso, dicha comunidad ha establecido normativas, cobrando multas a quienes la desperdicien.

8.1.1 Abastecimiento de agua en zonas sin acceso al sistema de distribución

Las poblaciones sin acceso a la red de distribución tienen como opción los pozos más cercanos a su domicilio, haciendo uso de diferentes recipientes para su almacenamiento. Por lo que se refirió en las 37 encuestas aplicadas (Véase Anexo 1), se infiere que más del 50% los encuestados tiene que acarrear agua de algún pozo para cubrir sus necesidades cotidianas (véase figura 43).

Figura 43

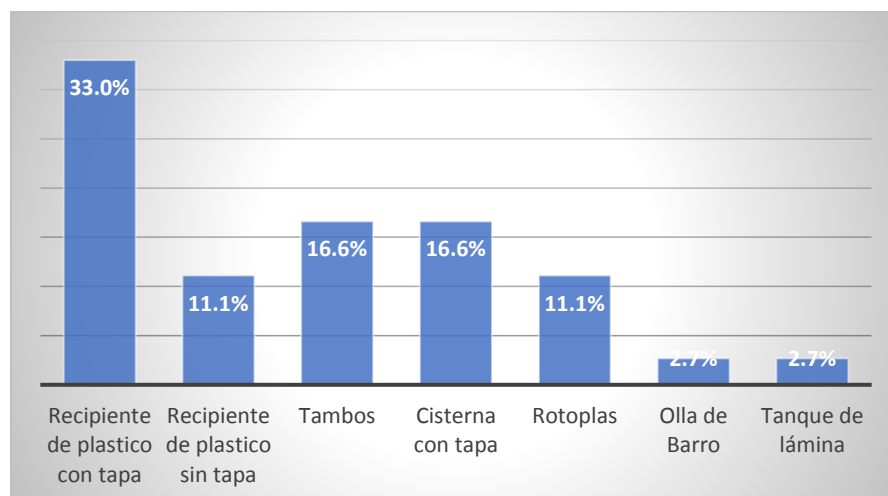
Fuentes de abastecimiento de agua



El 33% de las personas, para almacenar el agua de pozo ocupa recipientes de plástico. En la figura 44 se detallan las condiciones de uso de los recipientes mencionados.

Figura 44

Tipo de recipiente de almacenamiento

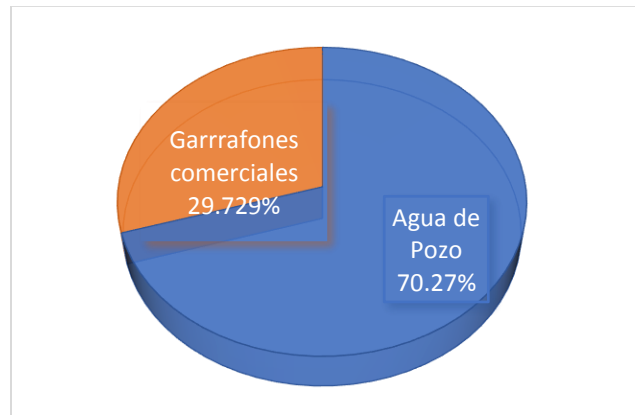


Es importante mencionar que, al hacer las encuestas, las personas se notaban invadidas en su privacidad y con la sensación de que se iba a verificar el aseo de sus casas, quizá por esta razón muchas no fueron completamente sinceros en sus respuestas.

Más de la mitad de los encuestados refieren beber agua de pozo, el 29.72% (véase figura 45) dice preferir comprar agua de garrafrones En algunos casos la compra se realiza por no querer hervirla.

Figura 45

Fuente de consumo de agua para beber en la comunidad



Del 77.7% de los entrevistados que beben agua de pozo tan solo el 28.57% refiere clorar el agua antes de beberla o lavar alimentos crudos, el 21.42% dice hervirla, otro 28.5% comenta utilizar ambas técnicas y solo 3 personas dicen no hacerle ningún tratamiento al agua antes de beberla.

8.1.2 Aspectos Geofísicos de la zona donde se ubica el manantial

La montaña donde se encuentra el Manantial Río Oscuro esta al sureste de Madalena Teitipac, por su elevación, el agua circula por gravedad hacia la comunidad, con una captación del 100% hacia el tanque la valenciana (figura 46).

Figura 46

Corrientes de agua entorno al manantial Rio Oscuro



Nota.: Fuente INEGI tomado de internet

El suelo donde se localiza el manantial rio oscuro es del tipo Cambisol (véase figura 47). “Estos suelos se caracterizan por presentar en el subsuelo una capa con terrones que presentan vestigios del tipo roca subyacente, puede tener pequeñas acumulaciones de arcilla, carbonato de calcio, fierro o manganeso” (INEGI, 2008).

Figura 47

Tipo de suelo entorno al manantial Rio Oscuro

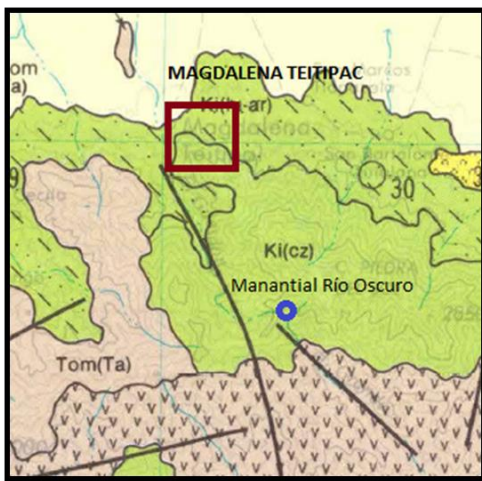


Nota: Fuente INEGI tomado de internet

La geología del lugar, representada en las figuras 48 y 49; pertenece a Ki (Cz) según la simbología del mapa, lo cual significa rocas sedimentarias calizas. La caliza es una roca muy abundante, se distingue por su contenido fosilífero, su composición química, su grano y su color; la caliza pura es blanca, pero su contenido en impurezas hace que pueda tener color crema, rojizo o gris (INEGI, 2008).

Figura 48

Geología de la zona donde se ubica el manantial



Fuente: INEGI (2008).

Figura 49

Detalle del medio geológico que origina la producción y calidad del agua



Esta roca sedimentaria (véase figura 49) está compuesta mayoritariamente por carbonato de calcio (CaCO_3) puede contener pequeñas cantidades de arcilla, siderita, cuarzo, entre otros (INEGI, 2008).

8.1.3 Parámetros fisicoquímicos en fuentes de suministro de agua medidos en campo

En la tabla 16 se presentan los valores medidos *in situ* durante el muestreo puntual de la fuente de suministro (figuras 50 y 51) estos valores son importantes a la hora de muestrear el agua ya que dan un panorama general de los valores fisicoquímicos del agua.

Tabla 16

Parámetros medidos in situ

Gasto de Agua:	1.81 l/seg.
Características fisicoquímicas del agua:	Cristalina con partículas de tierra
Temperatura del ambiente:	15 °C
pH del agua:	7.24
Conductividad Eléctrica:	0.69 mS/cm
Total de Solidos Disueltos:	0.23ppt
Temperatura del agua:	13.9 °C

Figura 50

Muestreo para análisis bacteriológicos



Figura 51

Muestreo para análisis fisicoquímicos



Los resultados de laboratorio de las muestras obtenidas del manantial Rio Oscuro, se presentan en las tablas 17 y 18.

Tabla 17*Resultados de Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos del Manantial Rio Oscuro*

Parámetro analizado	Resultado		Valor Máximo
Físicoquímicos			
Temperatura	24	°C	---
Color	10	Upt.Co	20
PH	7.9	Unidades de PH	6.6-8.5
Turbiedad	0.55	NTU	5
Cloro Residual	0	mg/l	0.2-1.5
Cloruros (como Cl ⁻)	53	mg/l	250
Dureza Total (CaCO ₃)	216	mg/l	500
Alcalinidad Fenolf (Carbonatos)	9	mg/l	----
Alcalinidad NM (Bicarbonatos)	215	mg/l	---
Alcalinidad Total	224	mg/l	300
Fluoruros (Como F ⁻)	0.18	mg/l	1.5
Sólidos Disueltos Totales	140	mg/l	1000
Sulfatos (Como SO ₄ ⁼)	360	mg/l	400
SAAM	0.1	mg/l	0.5
Fierro	0.27	mg/l	0.3
Nitratos (Como N)	4.3	mg/l	10
Nitritos (Como N)	0.06	mg/l	1
Conductividad Eléctrica	380	μS/cm	----
Microbiológicos			
Coliformes Fecales	No detectable	NMP/100 ml	No detectable
Coliformes Totales	44	NMP/100 ml	No detectable

Tanto los análisis fisicoquímicos como bacteriológicos fueron hechos tomando como referencia los valores máximos permitidos por la NOM 127 SSA1 1994, dentro de la tabla, la tercera columna indica el valor máximo que refiere la norma como permisible para la ingesta humana. Los aspectos fisicoquímicos del agua muestreada están dentro del rango permitido por la secretaria de salud. Llama la atención la dureza total contenida en el agua pues a pesar de estar en el rango permisible, la cantidad contenida por miligramo sobre litro es un poco elevada.

Con base en la dureza total, el agua aportada por el manantial es considerada como ligeramente dura. El origen de la misma es el medio geológico por donde se infiltra y discurre, que en este caso se caracteriza por la presencia de rocas que aportan calcio y magnesio como elementos mayores. Aunque por su contenido se encuentra dentro de los límites permisibles normativos, su exposición al aire a través del tiempo produce capas muy finas de sedimentos y depositaciones que anticipan mantenimiento periódico en el sistema de abastecimiento.

Respecto al análisis microbiológico y en el muestreo puntual realizado no hubo presencia de coliformes fecales, sin embargo, los coliformes totales se presentan en 44 NMP/100 ml, ello indica que el agua natural proporcionada por el manantial está fuera del límite permisible indicado por la NOM 127. Por la ubicación y sistema de protección de esta importante fuente de abastecimiento, se anticipa que dicha agua queda expuesta principalmente a fauna silvestre, por lo tanto, no es un agua segura para ser consumida sin desinfección previa, ya que el grupo de coliformes totales pueden sobrevivir y proliferar en sistemas de distribución de agua, promoviendo el crecimiento de algas y sedimentos tanto en almacenamientos como en líneas de conducción.

Su presencia señala que el agua puede causar enfermedades gastrointestinales sino se desinfecta antes de ser consumida.

Las concentraciones de metales pesados referidos como análisis geoquímicos (Tabla 18) representan los elementos o minerales contenidos en el agua. En este caso se asume que la presencia de dichos constituyentes está siendo aportada por el medio geológico que da origen al manantial, ya que no hay una actividad económica que refiera alguna descarga o

vertimiento residual. En el muestreo realizado dicha concentración se encuentran dentro de los límites permisibles definidos en la NOM 127.

Tabla 18

Resultados de análisis Geoquímicos

Elementos/ Compuestos	Unidades	Resultados de laboratorio M. Río Oscuro	Límites permisibles por la NOM 127 SSA 1 1994
Al	mg/L	0,06	0,2
AS	mg/L	0,003	0,05
Ba	mg/L	0,003	0,7
Cd	mg/L	<0,00004	0,005
Cu	mg/L	<0,0001	2,0
Cr	mg/L	<0,00006	0,05
Fe	mg/L	0,45	0,3
Mn	mg/L	0,006	0,15
Pb	mg/L	<0,001	0,025
Na	mg/L	6,79	200,0
Zn	mg/L	<0,0002	5,0

8.1.4 Muestreo de fuentes principales de abastecimiento de agua de la comunidad sin red de abastecimiento

Las fuentes de abastecimiento de interés en la comunidad, por la frecuencia de uso de las mismas presentaron los parámetros fisicoquímicos descritos en la tabla 19. Las condiciones físicas en las que se encuentran las fuentes de suministro se ilustran en la 20.




Tabla 19*Parámetros medidos in situ*


Nombre del cuerpo de Agua	Pozo San Felipe	Pozo Piedra	Cárcamo La Cuba	Arroyo Las Salinas
Parámetros medidos <i>in situ</i>				
Latitud	16°54'11.8044	16°54'04.1004	16°52'37.6824	16°52'54.4584
Longitud	96°33'09.5883	-96°33'42.3844	-96°32'59.9611	96°33'02.6154
Altura (msnm)	1768	1785	1897	1879
pH	6.3	6.14	5.88	6.9
Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	1299	1014	898	1422
Total de Sólidos (ppm)	620	545	437	706
Temperatura del agua (°C)	19.9	20.9	19.2	24.2
Temperatura del ambiente (°C)	17	19	26	32

En comparación con la ubicación del Manantial Rio Oscuro, las cuatro fuentes de abastecimiento arriba mencionadas están cerca de la comunidad, particularmente el pozo San Felipe es el más concurrido por su cercanía a la cabecera municipal, y porque provee a agua potable (a decir de los usuarios) tanto a los pobladores sin red de abastecimiento y a los que sí cuentan con ella pero que en épocas de estiaje se ven afectados. Los parámetros *in situ* recabados en cada lugar muestran un panorama general del agua previos a los análisis fisicoquímicos del agua, en este caso el pH de las fuentes de abastecimiento ronda entre 5.88 del cárcamo La Cuba, siendo este el más ácido y 6.9 del arroyo las salinas siendo el más próximo a la alcalinidad. Estos valores cambiantes dependen de la ubicación de la fuente de abastecimiento, de las condiciones en las que se encuentran y los agentes externos que influyen a las mismas.

Tabla 20

Información recabada sobre los Cuerpos de agua en Magdalena Teitipac

Fuente de abastecimiento de agua	Descripción	Fotografía
Pozo San Felipe	<p>Pozo con una antigüedad aproximada de 20 años o más (según el Señor Francisco presidente del comité de agua potable).</p> <p>Es el más cercano a la comunidad por lo que la mayor parte de la población se abastece del mismo.</p>	
Pozo Piedra	<p>Con una antigüedad de más de 80 años, el pozo piedra es el segundo pozo comunitario al que las personas recurren para extracción de agua.</p> <p>Se resalta la existencia de un cuerpo superficial de agua a lado del pozo, presumiéndose una posible comunicación freática.</p>	
Cárcamo La Cuba	<p>Éste es el último punto antes de entubar el agua del manantial rio oscuro que no alcanza a ser desviado, aunque su caudal es pequeño.</p> <p>Sus características físicas son cristalinas, incoloras.</p> <p>Su exposición al paso de campesinos y animales lo vulnera a contaminación biológica.</p>	

<p>Arroyo Las Salinas</p>	<p>Las Salinas es un tanque de almacenamiento de agua que proviene de un pequeño arroyo (Las salinas) que discurre de la montaña.</p> <p>Ellos no cuentan con un sistema de conducción entubado, lo hacen por gravedad razón por la cual el agua acarrea el suelo y se almacena en el tanque.</p>	
---------------------------	---	--

Se muestra en la tabla número 21, los resultados de los análisis bacteriológicos realizados a las fuentes de abastecimiento de agua.

Tabla 21

Resultado de análisis Bacteriológico

Nombre del Cuerpo de agua	CT NMP/100 ml	CF NMP/100 ml
Cárcamo La Cuba	Más de 8.0	Más de 8.0
Pozo San Felipe	Más de 8.0	Más de 8.0
Pozo Piedra	Más de 8.0	Más de 8.0
Arroyo Las Salinas	Más de 8.0	Más de 8.0

De las muestras Bacteriológicas hechas a las fuentes de abastecimiento se tiene como dato importante que todas muestran presencia de coliformes totales y coliformes fecales en una cantidad de 8.0 NMP/100 ml. La norma 127 de la secretaria de Salud muestra un indicador de 0 NMP/100 ml para que el agua deba ser consumida, por tanto, las cuatro fuentes

de abastecimiento requieren de desinfección. Se propone como alternativa de mejoramiento de la calidad del agua la desinfección solar.

Los análisis fisicoquímicos en la tabla 22 refieren en el cárcamo la caba la presencia de cloruros en 906.67 mg/l que rebasan los límites máximos establecidos por la NOM-127 que son 250 mg/l.

El ion cloruro es un ion inorgánico que se encuentra en mayor cantidad en aguas naturales, residuales y residuales tratadas. Un alto contenido de cloruro puede dañar estructuras metálicas y evitar el crecimiento de plantas. En cuanto a las investigaciones revisadas sobre la desinfección solar, no se habla sobre impedimentos en cuanto al tratamiento debido a un exceso de este ion.

Tabla 22*Resultado de los Análisis Físico-Químicos de las fuentes principales de abastecimiento*

Nombre del Cuerpo de agua	Color Verdadero Unidades	Cloro Libre Residual Cl mg	Cloruros como Ion Cloruro mg Cl/l	Dureza Total CaCO3 mg/l	Fluoruro como Ion Flúor mg F	pH	SAAM (Sustancias activas al azul de metileno)	Sólidos Totales mg/l	Turbiedad UTN
Cárcamo La Cuba	5	<0.20000	906.67	251.54	0.24	6.99	ND	460.0	0.58
Pozo San Felipe	0	<0.20000	<50.00	409.27	0.97	7.17	ND	573.0	0.38
Pozo Piedra	5	<0.20000	<50.00	464	1.4	7.1	ND	542.0	0.126
Arroyo Las Salinas	5	<0.20000	230.36	412.36	0.3692	7.33	ND	843.0	0.60
Max. Permisible NOM 127	20	0.2-1.50	250	500	1.50	6.5-8.5	0.50	1000	5

Nota. ND: No Detectable

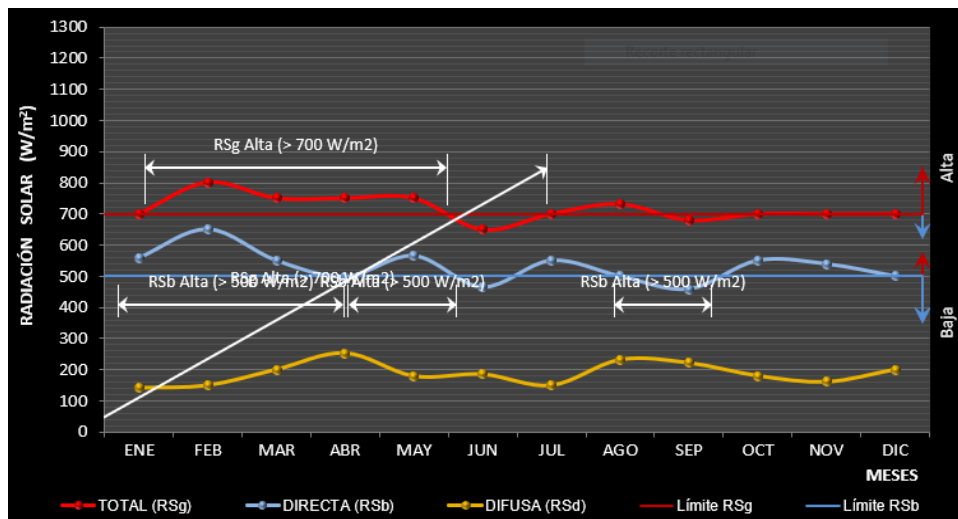
8.2 Etapa II. Diseño Conceptual y construcción del Colector Solar

8.2.1 Radiación Solar en Magdalena Teitipac.

De los datos climatológicos registrados en la estación meteorológica localizada en Tlacolula, Oaxaca a 15 minutos de (estación más cercana) a la comunidad, se identificaron los mejores meses de radiación solar (Figura 52).

Figura 52

Radiación Solar Mensual de Magdalena Teitipac



Se determinó que los mejores meses para las pruebas piloto con el colector solar son febrero, marzo, abril y mayo puesto que tienen la más alta radiación total incidente de radiación solar, esto sin dejar a un lado el resto del año puesto que el colector debe funcionar con la mejor y la peor situación de radiación solar. La cantidad de radiación total en los meses indicados oscila entre los 700 y 800W/m², se puede encontrar relación de este parámetro entre la disminución de horas, que se tenga que exponer al sol para realizar su proceso de desinfección y en los meses de menor radiación que son junio y septiembre con radiación total de 650 a 690 W/m² con una mayor exposición a horas de sol.

8.2.2 Construcción del colector solar concentrador, prueba piloto.

Como resultado del proceso de diseño conceptual del colector solar se construyó un ejemplar de concentrador cilíndrico parabólico utilizando materiales reusables (véase figura 53 a 55).

Figura 53

Colector solar



Figura 54

COSODE ensamblado



Figura 55

Desinfección solar



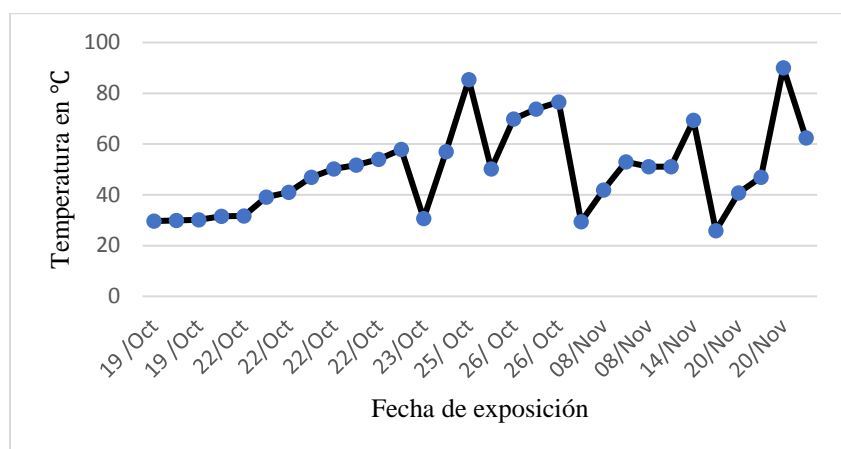
8.2.3 Etapa de experimentación

En la etapa de experimentación, se obtuvieron datos de muy buena concentración de temperaturas respecto a la tabla de resistencia térmica de microorganismos de EAWAG/SANDEC (2016). De los meses en los que se hizo la exposición del COSODE, particularmente en los últimos tres meses del año 2019 y principios del 2020, en los cuales no se presentaron condiciones climáticas estables, se alcanzó una elevación de temperaturas en un rango de 60 °C a 85 °C. Esta concentración de temperatura se logró por el diseño del colector, ya que los meses con menor radiación solar son otoño e invierno. El perfil de temperaturas al que se hace referencia se muestra en las figuras 56 y 57.

Según la EAWAG/SANDEC (2003), la desinfección solar se muestra viable cuando el rango de temperaturas alcanzadas se muestra arriba de los 50 °C durante el periodo de una hora o si en un minuto alcanza los 57 °C, la desinfección solar por el COSODE eleva el agua a temperaturas mayores de 50 °C incluso en épocas donde la radiación solar no alcanza su máximo esplendor.

Figura 56

Perfil de temperaturas en campo durante el otoño hechas por el COSODE



8.2.4 Consideraciones del Sistema

Para un correcto funcionamiento es necesario hacer un mantenimiento diario del sistema, lo que incluye limpieza con un trapo limpio y húmedo de la superficie reflectante y secado con hojas de papel para evitar manchas que afecten a la reflexión de la luz solar.

Es necesario orientar e inclinar el colector a una posición que no genere sombra, lo cual es indicado por el tornillo que se le agregó a una placa unida a uno de los fierros del colector que demuestran si al colector le toca sombra o no.

Las botellas PET sometidas a experimentación durante un mes completo, tuvieron cambios, la tapa de una de las botellas comenzó a derretirse mínimamente, las botellas perdieron rigidez.

De la experimentación con el agua de botellón, se obtuvo cambios en la forma de la botella mientras que el agua conservo sus características propias de agua potable.

Con la finalidad de eliminar la migración de componentes de la botella PET al agua, se deben tomar ciertas recomendaciones dentro del sistema:

- 1.- Se debe analizar la calidad del agua antes de ingresarla al sistema CODESO para determinar la existencia de componentes microbiológicos y características fisicoquímicas con el fin de descartar presencia de metales pesados ya que requieren de una desinfección solar por fotocatalisis en vez de fotolítica.
- 2.- No se debe utilizar la misma botella reutilizada para desinfección más de tres días, todo esto para evitar la transferencia de componentes de la botella al agua como antimonios, ftalatos, acetaldehídos y formaldehidos en periodos de embalaje del agua prolongados, y exposición de altas temperaturas por tiempos prolongados.
- 3.- El agua desinfectada debe ser consumida solo en un periodo máximo después de tres días de hecha la desinfección esto con la finalidad de evitar lixiviados de la botella al agua.

8.2.5 Análisis de costos de la fabricación del colector

Del proceso de fabricación se elaboró un análisis de costos para verificar que éste cumpliera con el objetivo de bajo costo descrito en la metodología. Al ser una tecnología social, se buscó adaptarse a cualquier condición para su elaboración, razón por la cual se ocuparon materiales de desecho existentes en el lugar de emplazamiento de la prueba piloto (CIIDIR OAXACA). En la tabla 23 se muestra el análisis de costos para la construcción del colector solar:

Tabla 23

Análisis de costos de la creación del colector solar

Materiales	Costo (\$)
1 hoja de hojalata de 60 cm x 1 m.	50.0
2 redondos de fierro reusada de un taller	0.0
1 cuadrado de fierro reutilizado	0.0
6 omegas de ½ pulgada	60.0
1 m. de Ángulo de ¾ “x 3/4 “x 1/8” de fierro viejo oxidado.	0.0
Tornillos reutilizados	0.0
1 perfil de aluminio reusado	0.0
Maderas reusadas	0.0
Llantas de plástico	210.0
Un cable reusado	0.0
Silicón pega todo	135.0
Pintura negra de aceite reutilizada	0.0
Pintura Azul cielo para paredes reutilizada	0.0
Electrodos para soldar E- 6018 de 1/8”	55.0
TOTAL	505.0

A comparación de colectores solares vendidos en el mercado, su costo es extremadamente bajo, siendo el costo convencional de un colector solar vendido por Alibaba.com, con dimensiones similares al COSODE, 100 dólares.

8.4 Etapa III. Evaluación de la calidad del agua desinfectada en el ECOSODE

En la etapa de evaluación de la calidad del agua desinfectada se analizó el agua del pozo san Felipe antes y después de la desinfección solar realizada por el COSODE. Previo a la desinfección y en un muestreo reciente (25 de febrero) mostró presencia de coliformes totales en 15 NMP/ 100 ml. Después de 2.5 horas de exposición en el COSODE las 3 muestras

sometidas al procedimiento con superficies reflejantes diferentes refieren haber eliminado los coliformes totales contenidos en el agua mejorada. Los resultados se muestran en la tabla 24.

Tabla 24

Agua desinfectada por el COSODE con 3 superficies reflejantes distintas.

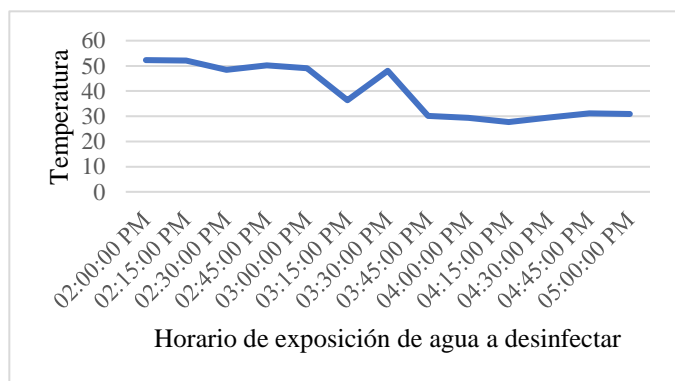
Parámetro	Superficie papel de regalo	Superficie papel aluminio	Superficie hojalata	Unidades	Valor máximo NOM 127
E. Coli o Coliformes Fecales	ND	ND	ND	NMP/ 100 ml	No detectables
Organismos Coliformes Totales	ND	ND	ND	NMP/ 100 ml	No detectables

Nota. ND. No detectable

En un tiempo menor al establecido por el método SODIS, se logró la inactivación de organismos coliformes totales contenidos en el agua con la utilización de superficies reflejantes diferentes. Se muestran en las figuras 59 y 60 el rango de temperaturas incidentes en el colector durante el día 25 y 26 de febrero con la finalidad de comparar los resultados de los análisis y la radiación infrarroja (temperatura).

Figura 59

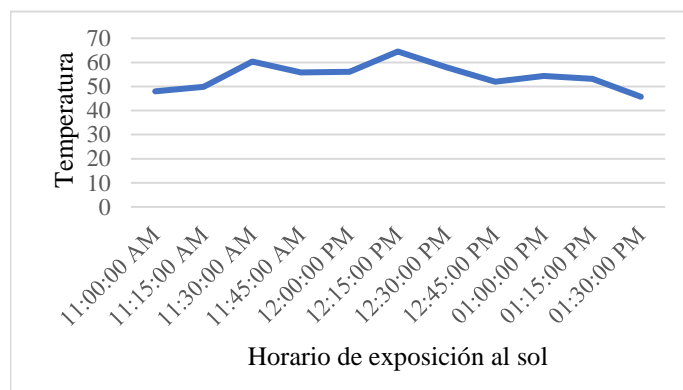
Temperaturas alcanzadas por el COSODE en el proceso de tratamiento



Nota: Día 25 de febrero

Figura 60

Temperaturas alcanzadas el sábado 26 de febrero



Las temperaturas alcanzadas (más de 40 °C) se muestran efectivas para la inactivación de coliformes totales. Los resultados de la desinfección solar hecha por el CODESO fueron exitosos, reduciendo el tiempo de exposición a 2:30 horas con una radiación solar óptima, y temperaturas oscilantes entre 30 °C. y 64.51 °C. Con un tiempo de exposición mínimo a radiación solar se logró la eliminación de coliformes totales y se redujo el tiempo de exposición establecida por el método SODIS (6 horas) minimizando el riesgo de migración de componentes contenidos en la botella al agua.

De acuerdo con lo que indica el método SODIS en su guía de aplicación, para que la desinfección solar ocurra, la temperatura alcanzada por el agua debe ser en algún punto de las 6 horas expuestas al sol, 50 °C de forma constante por una hora. El COSODE ha logrado eficientar el proceso de desinfección pues en 2.5 horas y con temperaturas de un rango entre 30 y 64.51 °C se logra la inactivación de coliformes totales contenidos en el agua, esto por la acción conjunta de la temperatura y la concentración de radiación UV en las botellas que se ve favorecida debido al diseño cilindro parabólico del artefacto.

8.5 Etapa IV. Desarrollo del taller participativo

El taller participativo (véase figura 61) fue la parte más importante dentro de todo el proyecto, puesto que la finalidad fue las personas conocieran este nuevo método alternativo de desinfección de agua para ser utilizado desde casa y consumir agua sin tratamiento alguno. A través de éste fueron promovidos y visualizados por parte de los participantes, aspectos y valores que plantea la economía social y solidaria, aunque no se tuvo la audiencia esperada, si hubo interesados en la replicación de la tecnología

Figura 61

Taller día 1



De la difusión del taller se tuvo una asistencia de 9 personas de género masculino, 6 integrantes del comité de agua potable (cabe mencionar que la asistencia no fue obligatoria) y 3 personas de la comunidad interesadas por el volanteo. Se tomó lista de asistencia la cual se encuentra en el Anexo 4.

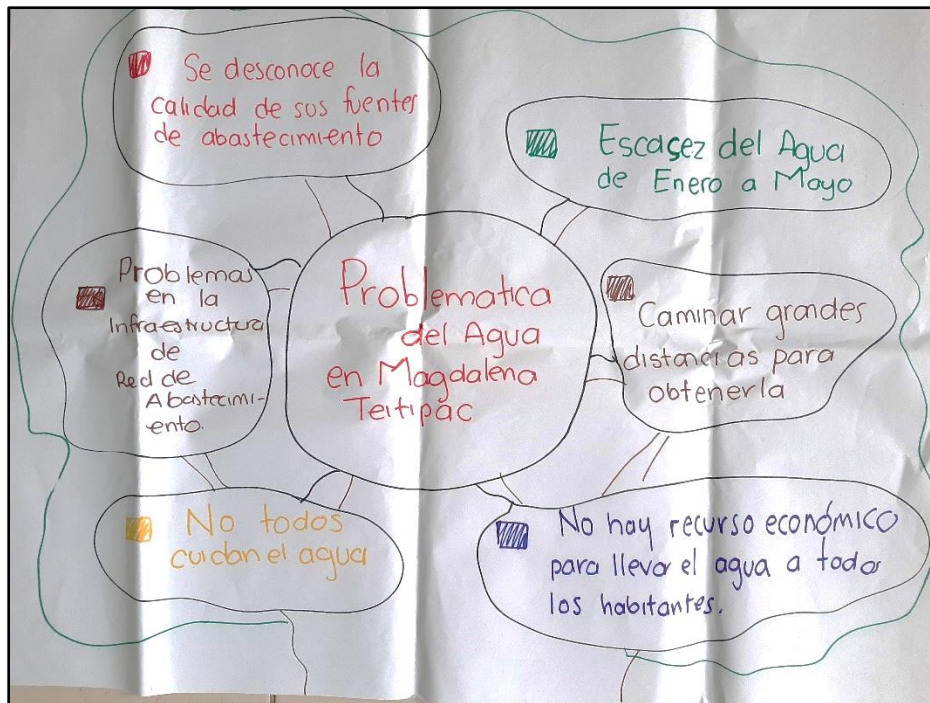
Durante los tres días del taller realizado se obtuvieron los siguientes datos:

8.5.1 Día uno; Concientización de los participantes en cuanto al Agua

Como resultado de la evaluación de lo entendido en el tema agua sociedad, se realizó un árbol de problemas conforme a la metodología de Geilfus (2009), el objetivo fue comparar la problemática mundial descrita con los propios problemas del agua existentes en la comunidad; ninguno de ellos quiso hacer su propio árbol de problemas por lo cual se hizo de forma colectiva (véase figura 62).

Figura 62

Árbol de problemas hecho colectivamente por los asistentes



Como principales problemas con el recurso agua existentes en la comunidad se obtuvo la escasez existente en los meses de enero a mayo, las grandes distancias que tiene que caminar para llegar a las fuentes de abastecimiento (personas aun con red de abastecimiento de agua potable caminan para traer agua en épocas de estiaje), la infraestructura inadecuada de la red de agua potable que no llega a toda la comunidad, la irresponsabilidad de las personas en cuanto al cuidado del agua y el desconocimiento de la calidad de sus fuentes de abastecimiento superficiales (se refieren a ella en cuando al sabor dulce o salado).

Se coincidió en que la problemática mundial descrita durante la presentación también incluía a su comunidad, y que era necesario tomar medidas sociales para la gestión adecuada del recurso pues el cuidado de este es una de las maneras en la cual se contribuye a la solución de la situación. Posteriormente se procedió a dar los resultados de análisis de agua de sus principales fuentes de abastecimiento puesto que este fue uno de los puntos tocados en la realización del árbol de problemas.

Se mostraron los resultados obtenidos de los muestreos de la calidad del agua en la comunidad creando un poco de admiración al informarse del contenido microbiológico contenido en sus fuentes de abastecimiento de agua de la comunidad.

Enseguida, se les propuso la utilización de una desinfección alternativa para el mejoramiento de la calidad del agua que fue la utilización del COSODE, se explicó su funcionamiento y se realizó la invitación a seguir al día 2 del taller para enseñarles a elaborar su propio colector solar, así mismo se les incentivo a traer materiales y herramienta que tuviesen en casa para construir la estructura del colector solar. En la tabla 25, se muestran los materiales que fueron sugeridos para su construcción:

Tabla 25

Materiales solicitados para la construcción del COSODE

Superficie Reflejante	Soporte del colector	Cilindro Parabólico
Papel Aluminio	Tablas como “padecería” de pallets, estructuras de algún mueble, patas de mesas.	Solera recocida ¼ x 3/8 Cuadrado de herrería de media pulgada.
Papel de Regalo	Carrizo	Soldadora portátil
Lámina de hojalata utilizada para hacer artesanías	Herrería	
Envolturas de Sabritas (frituras industrializadas)		
Papel cartón un lado corrugado un lado liso (como estructura rígida que mantiene la estructura cilindro parabólica para pegar encima papel aluminio o metálico.)		

8.5.2 Día 2 Elaboración de su propio Colector Solar

El día de la elaboración del colector solar asistieron 7 personas, quienes llevaron tablas, tornillos que tenían guardados y una cortadora de madera eléctrica. Se les mostró la estructura, el funcionamiento y la operación del Colector Solar prueba piloto (figura 63) y a

manera de aprendizaje se elaboró una lista de chequeo de los principales componentes que debían integrar sus colectores que anticipan el aprendizaje que debían integrar sus colectores solares (figura 64).

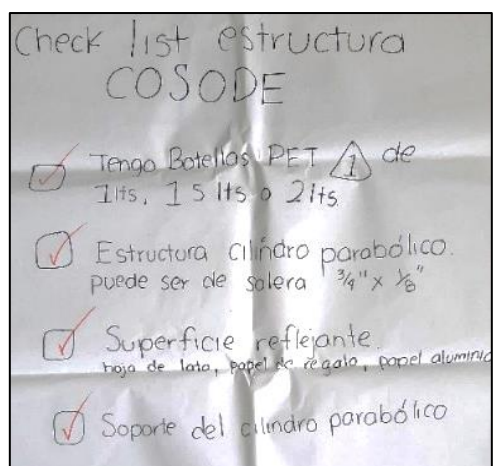
Figura 63

Muestra de componentes del COSODE



Figura 64

Lista de Chequeo a seguir para la elaboración del COSODE



Se elaboraron 3 colectores solares en equipo y cada equipo tenía ayuda de un facilitador capacitado (figura 65). El facilitador midió el desempeño de los participantes mediante un formato de evaluación los cuales arrojaron una participación y desenvolvimiento favorables a la hora de construir y seguir procedimientos del COSODE (figura 66).

Figura 65

Elaboración del COSODE por equipos



Durante el proceso de ensamble, hubo sugerencias por parte de un participante con una manera alternativa de ensamblar la lámina reflejante, se puede tomar este punto como integración de la tecnología a su persona pues se le buscan mejoras a partir del modelo creado por el facilitador.

Figura 66

Evaluación de la elaboración del COSODE

EVALUACIÓN		
NOMBRE DEL TALLER	"CONSTRUYENDO MI COLECTOR SOLAR" DÍA 2	
FACILITADOR	ITZEL OMARA MATUS ENRÍQUEZ	
DURACIÓN DE LA SESIÓN	3h 15 min	FECHA Sábado 22 de junio del 2019
LUGAR	Magdalena Tectipac Tlaxolula Oaxaca	
NOMBRE DEL PARTICIPANTE	Equipo Abel Hdz. - Alvaro Truchas	

GUIA DE OBSERVACIÓN		
Aspectos observables	SI	NO
EL PARTICIPANTE TRAJO EL MATERIAL REUTILIZABLE REQUERIDO. 15%	✓	
EL PARTICIPANTE LOGRA IDENTIFICAR TODOS LOS ELEMENTOS 20% QUE COMPRENDE LA REALIZACIÓN DEL COLECTOR SOLAR DESINFECTANTE.	SI	
EL PARTICIPANTE SIGUE DE MANERA CORRECTA LAS INDICACIONES 20% DE LA CONSTRUCCIÓN DEL COLECTOR SOLAR.		Parcialmente, que no se logró hacer la forma de ensamblar la lámina.
EL PARTICIPANTE SE INVOLUCRA (PARTICIPA, PIDE LA PALABRA, PREGUNTA) EN TODOS LOS PASOS DE ELABORACIÓN DEL COLECTOR SOLAR DESINFECTANTE. 15%	✓	
EL PARTICIPANTE SE MUESTRA INTERESADO EN LA DESINFECCIÓN SOLAR (ESTADO DE ANIMO ENTUSIASTA, ALEGRE, OPTIMISTA) 10%	✓	
EL PARTICIPANTE CONCRETÓ LA ELABORACIÓN DE SU COLECTOR SOLAR. 20%	✓	
VALOR DE LA EVALUACIÓN 100%	TOTAL	90%

8.5.3 Día 3 Evaluación de parámetros incidentes en el colector solar

En la última etapa del taller, los colectores se midieron en parámetros de índice de radiación UV y temperatura para comprobar su funcionamiento. Esto fue demostrativo pues el día estaba nublado y los parámetros antes mencionados fueron bajos (38°C del agua y un índice de UV en la línea de focos de 3) pero firmes para sustentar el funcionamiento del COSODE en esos momentos.

Dentro de los equipos, se acordó donar el COSODE a la persona que tuviera prioridad en el momento (aquellos que no contaban con la red de abastecimiento de agua municipal), de tal manera que los referentes de la tecnología fueron:

El señor Arturo Gómez, Sr. Emiliano Aguilar y Sr, Francisco Aguilar (Figura 67).

Figura 67

El señor Francisco Aguilar y su COSODE



Figura 68

Taller Participativo



8.6 Etapa IV. Sistematización de experiencia para la apropiación de la tecnología COSODE

Como eje de la sistematización de la experiencia del taller participativo del COSODE, se obtuvo la apropiación de la tecnología por 3 núcleos familiares a continuación se muestran los resultados del proceso.

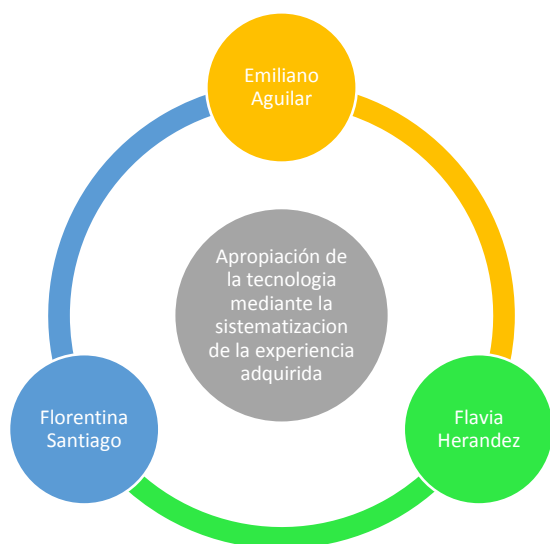
8.6.1 Selección de los candidatos, capacitación-monitoreo y evaluación de la apropiación por núcleos familiares

De los tres candidatos resultantes al taller participativo solo se siguió trabajando con dos personas puesto que no se logró establecer un vínculo con los demás interesados al inicio refirieron estar ocupados por trabajo cuando se requería hacer la visita de seguimiento. Derivado de esto se rediseñaron las estrategias y se seleccionaron dos núcleos familiares nuevos interesados de la desinfección solar.

De los cambios planeados tuvimos 3 núcleos familiares (véase figura 69):

Figura 69

Nuevos núcleos familiares



A continuación, se muestran los resultados de cada etapa ejecutada.

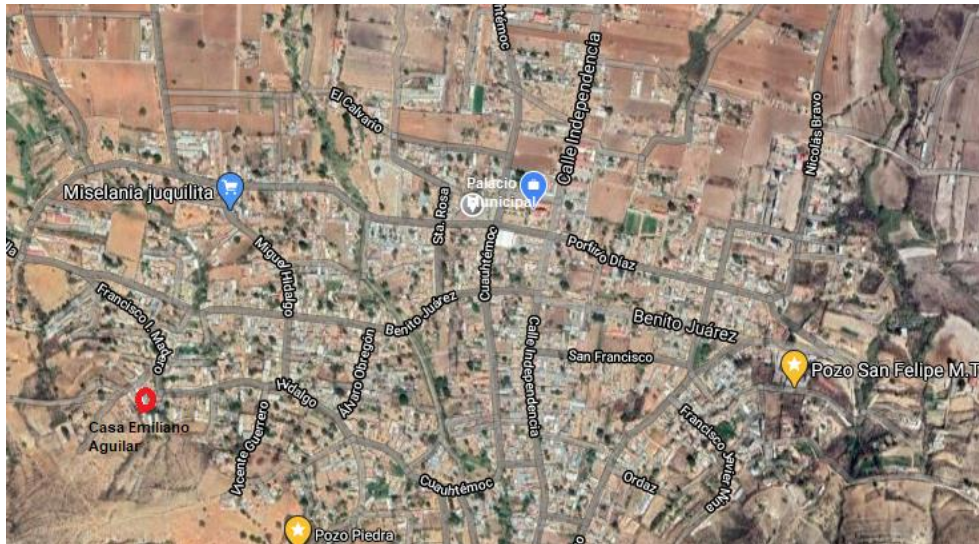
Núcleo 1, Emiliano Aguilar:

Cuestionario diagnóstico.

La familia del señor Emiliano está integrada por dos mujeres, Gregoria Aguilar su esposa, de 49 años, Elena Aguilar su hija de 28 años, y tres niños, Paulino, Marcelo y Marta Elena Aguilar de 4, 12 y 5 años respectivamente, y cuyo domicilio se ubica al noroeste del palacio municipal, sobre una loma (figura 70). El agua entubada logra llegar a su domicilio a través de mangueras, pero con muy poca presión, obtienen agua de consumo del pozo de su vecina Florentina ubicada a 50 metros de su casa.

Figura 70

Mapa ubicación del domicilio de Emiliano Aguilar



Fuente: Google Maps

El señor Emiliano se dedica al campo y mantiene a toda su familia, las señoras se dedican a las cuestiones del hogar. Refieren consumir al menos 10 litros de agua diarios por los 6 integrantes. En ocasiones logran comprar agua de botellón, pero utilizan más el agua de pozo y el agua entubada que llega a su hogar. El método empleado para el mejoramiento de la calidad del agua es la ebullición. Saben que si el agua se ve turbia deben emplear un método físico de filtración con un trapo, así como también que todas las frutas y verduras deben lavarse y o hervirse con agua segura antes de consumirlas.

Capacitación y monitoreo.

El colector solar del señor Emiliano fue construido durante el taller participativo realizado en la comunidad el 23 de junio del 2019. Después de éste, el señor Emiliano se llevó el colector a su casa en la cual comentó que era y explicó su funcionamiento a sus nietos. Como resultado de esta transferencia de conocimiento, ellos llenaron botellas PET de 2 litros con agua y las colocaron en el COSODE para su desinfección durante 2.5 horas, guardándolas en el refrigerador para ser consumidas al día siguiente en la escuela.

Durante las de visitas en los meses de agosto y septiembre se supo que su principal uso del agua era para que los niños bebieran durante las horas escolares. La familia empleó durante ese tiempo botellas PET de 2 litros haciendo la desinfección los lunes, miércoles y viernes. Al preguntar cuántas botellas desinfectaban, refirieron que a veces ingresaban dos botellas y otros días tres, las cuales eran refrigeradas y consumidas inmediatamente al día siguiente como parte del agua que llevaban los niños a la escuela.

En una de las visitas del mes de octubre, el señor Emiliano comentó que quería consumir agua del pozo de su vecina pues el pozo noria san Felipe estaba muy lejos para ellos y se les dificultaba la recolección del agua por la distancia, razón por la cual, se procedió a analizar el agua del pozo de la vecina así como los parámetros del agua de entrada y salida del COSODE para dar confianza del funcionamiento de la desinfección, el día 7 de octubre del 2019, se logró muestrear la calidad del agua del pozo de la señora Florentina en cuanto a parámetros microbiológicos obteniendo los siguientes resultados (véase tabla 26):

Tabla 26

Resultado del análisis bacteriológico del pozo de la vecina del señor Emiliano

Parámetro	Resultado	Unidades	Valor Max. NOM 127 SSAI-1994
Coliformes Fecales	No detectable	NMP/100 ml	No detectable
Coliformes Totales	6 NMP/100 ml	NMP/100 ml	No detectable

Nota: Realizado por laboratorio LACTOLAB Oaxaca

Para que el agua sea segura de consumo humano la NOM127 SSAI, 1994 indica que esta no debe contener ni organismos coliformes fecales ni totales, por lo cual el agua de pozo de la señora Florentina fue sometida a desinfección solar, durante 2 horas y media (10:00 a 12:30 pm) del día 20 de octubre y aunque se eliminaron los CF y CT, el agua desinfectada presentó 241 UFC/ml de mesofílicos aeróbicos.

De ello se desprende que la desinfección solar fue eficaz para el agua de pozo de la señora florentina, puesto que los coliformes totales contenidos en la primera muestra de análisis se inactivaron, sin embargo la presencia de mesófilos aerobios muestra que las medidas de higiene, limpieza, para manipular las botellas con agua desinfectada no fueron las adecuadas,

o en su caso el almacenamiento de las mismas está expuesto a polvo o utensilios domésticos sanitizados de manera deficiente; aunque dichos organismos son un indicador para evaluar la limpieza general del proceso, son de poco valor sanitario (SNDIF, 2015; Garza Ruizesparza, 2019; CONDA, 2019; Ministry of Health 2019), lo anterior significa la necesidad de poner en práctica todas las indicaciones proporcionadas por el facilitador para aplicar el proceso con el ECOSODE

Durante el proceso de capacitación y monitoreo de la familia, se descubrió que los niños (nietos) y las mujeres (esposa e hija) suelen ser más participativos para a los requerimientos del COSODE, tanto en interés como en el funcionamiento técnico, pues no tienen tantos prejuicios como el señor Emiliano (esto porque el facilitador es mujer y en la comunidad están muy arraigadas las costumbres patriarcales).

Paulino, el nieto más grande refiere utilizar el COSODE y llevarse las botellas de agua a la escuela. Él, lava las botellas, las llena con agua de pozo a $\frac{3}{4}$ partes, cierra las botellas y las emplaza, esta actividad suele ser sin ayuda de su abuelo pues normalmente se encuentra trabajando cuando el realiza el procedimiento.

En su patio no tiene problemas de sombra, pero a finales de diciembre quiso poner el COSODE sobre su techo y el viento lo tiró. Esto derivó el que su abuelo tuviese que armar de nuevo la mesa del Colector. A principios de enero, se evaluó la apropiación de la tecnología en el núcleo familiar 1 (véase figura 71).

Figura 71

Monitoreo COSODE núcleo 1



Evaluación de la apropiación del COSODE:

La encuesta de evaluación (anexo 8) mostró que para la familia del señor Emiliano, el método SODIS es de gran ayuda para desinfectar el agua que consumen, ellos utilizaron el colector solar durante 3 meses, 3 veces por semana, introduciendo 3 botellas de dos litros en la línea de focos, haciendo solo una corrida.

Refieren haber seguido las instrucciones dichas por el facilitador como lavar las botellas, llenarlas a la $\frac{3}{4}$ parte y exponerlas durante 2.5 horas al sol. No hicieron ningún cambio en su estructura y consideran haber hecho bien la orientación del colector pues al colocarlo en el techo durante diciembre era más fácil rotar e inclinar la tecnología, el mantenimiento que la familia aplicaba solo era el limpiado de polvo. El agua desinfectada es guardada en la misma botella en el refrigerador y la ocupan para dársela a los niños durante la jornada escolar. El COSODE no se protegió de la intemperie durante la noche y esto derivó que el viento lo tirara.

Por otro lado, el señor Emiliano y su familia confían en que el método funciona, pero comentan que es un poco tedioso pues les quita un poco de tiempo al igual que hervir el agua. Durante el tiempo que emplearon el COSODE ningún integrante de la familia se enfermó, mencionando que compartirían su experiencia con otras familias pues es una manera alternativa para mejorar la calidad del agua que consumen

Capacitación y monitoreo.

Se logró realizar el taller participativo parte teórica para el núcleo familiar 2, el viernes 25 de octubre. Se construyó el COSODE el día 12 de noviembre con materiales de su propia recolección y de acuerdo con sus propias necesidades. Los participantes ese día fueron Víctor Hernández hermano de la señora Flavia, la misma señora y sus hijos (véase figura 73 y 74), a los que se les hizo entrega de del manual de construcción y operación del colector solar (anexo 9).

Figura 73

Señora Flavia Hernández



Figura 74

Víctor Hernández



Durante finales del mes de diciembre y cada viernes del mes de enero se monitoreo el uso del COSODE, derivando en la evaluación de la apropiación de la tecnología el 7 de febrero de febrero y obteniendo la siguiente información descrita en la tabla 27.

Tabla 27*Monitoreo de la Tecnología en Núcleo Familiar 2*

Visitas de monitoreo de la tecnología	Comentarios	Sugerencias
3 de enero	Durante la visita, la señora Flavia refiere utilizar el agua del pozo San Felipe que su hermano va a traer en un bidón de 20 l. La familia utilizó botellas PET de 600 ml. Metieron en la semana 6 botellas e hizo dos corridas durante 2 días (martes y jueves) un total de 24 botellas de 600 ml al viernes. El agua desinfectada fue refrigerada y comentan habérsela dado a sus mozos para beber durante la semana de prueba.	Se sugirió utilizar botellas de litro y medio o dos litros.
10 de enero	Siguieron empleando botellas de 600 ml. pues son las que su hijo trajo de reciclaje de la escuela y no encontró de mayor capacidad. Continuaron haciendo la desinfección solo dos días aprovechando las dos corridas de sol mencionadas por él facilitador. El agua resultante de la desinfección ahora es consumida por los niños y los mozos durante las horas de trabajo y escuela.	Se sugirió emplearla para la cocción de alimentos o elaboración de bebidas como café o té, y agregar un día más de desinfección.
17 de enero	Se emplearon botellas de litro y medio 4 botellas por corrida haciendo las dos corridas los martes y jueves con un total de 12 litros para el viernes. La señora Flavia refiere que se acostumbraron los mozos a tener agua en botellas de 600ml y no quieren beberla de vaso.	Se sugirió emplear el agua para hacer agua de sabor.
24 de enero	Regresó la señora Flavia a ocupar las botellas de 600 ml. Los niños llevaron el agua a la escuela. Siguió haciendo dos corridas.	
31 de enero	Los mozos son felices tomando agua personalizada y la familia de la señora Flavia porque no gasta en el agua para los trabajadores.	Se esperaba se empleará más el agua en la propia familia pero se adaptaron a la utilización del colector con los trabajadores de la ferretería y para la escuela de los niños.

Evaluación de la apropiación tecnológica del COSODE

Se evaluó la apropiación de la tecnología con a la familia de la señora Flavia Hernández el día 7 de febrero del 2020, al respecto la familia Hernández menciona que la utilización del COSODE es un buen método y es económico; utilizaron el colector durante finales de diciembre y todo el mes de enero 2 veces por semana. Ellos mencionan haber seguido las instrucciones del facilitador al pie de la letra y no hicieron modificación alguna de la tecnología. Cuando se les pregunto si consideran haber usado bien el COSODE, refirieron que si puesto que siempre el sol calentaba el agua. Suelen limpiar el colector solar con un trapo húmedo en la lámina reflejante y en la línea del foco cada que lo notan empolvado (cada semana).

Cuando se les pregunto si protegían el colector, mencionaron ponerlo en la sombra. Ellos utilizaron botellas PET de 600 ml, donde emplazaban 6 botellas por corrida haciendo dos corridas diarias resultando a la semana 24 botellas de 600 ml. El agua resultante de la desinfección la guardaban en el refrigerador y los mozos (personas que ayudan en la ferretería) y la familia conforme sentían la necesidad de tomar agua la sacaban del refrigerador.

Cuentan que el estado de las botellas que usaron en ningún momento se vio alterado de forma ni notaron anomalías en el agua consumida. El agua fue solamente utilizada para beber y aseguran que los días que hicieron las desinfecciones fueron totalmente soleados.

El procedimiento seguido los dos días que empleaban la desinfección solar era lavar las botellas, enjuagarlas y llenarlas a $\frac{3}{4}$. Aseveran haber recibido capacitación del uso de la tecnología. Dicen confiar en el método pues creen que, si mejora la calidad del agua, y que el beneficio directo obtenido fue el ahorro económico puesto que gastaban en garrafones de agua hasta para los mozos de la ferretería

Durante el tiempo de tomar el agua de la desinfección solar ninguno de los consumidores se enfermó, ahora solo compran garrafones de agua para la cocción de la comida. Definitivamente compartirían con sus vecinos la experiencia del COSODE puesto que les trajo muchos beneficios tanto económicos como en la salud (véase figura 75).

Se considera que la apropiación de la tecnología en este núcleo familiar es buena, ellos eligieron llevar a cabo este tipo de desinfección y esto refiere un gran interés por parte de la familia y más el llevar a cabo el proceso de adaptación. Para considerar exitoso el método sería necesario monitorear durante más tiempo el uso de la tecnología, así como eliminar por completo la compra de garrafones de agua de manera que se dependa solamente de la desinfección solar. Se ha comprobado también que la desinfección SODIS puede ser disminuida en tiempos de exposición solar gracias a la ayuda de una tecnología social que eficientiza el proceso y que ha demás considera aspectos de migración de componentes de la botella al agua a diferencia del método convencional existente.

Figura 75

Verificación de colocación de botellas PET de 600 ml.



Núcleo Familiar 3, Señora Florentina Santiago:

Cuestionario diagnóstico.

Derivado del cuestionario diagnóstico (véase figura 76), se recupera que la señora florentina es considerada como un adulto mayor pues tiene 66 años. Su familia está conformada por 5 integrantes: esposo, hijo, nuera y nieto Sebastián de 5 años. Los hombres de familia se dedican al campo, las mujeres a las labores domésticos y Sebastián acude a la escuela. Su casa está ubicada en la calle Hidalgo esquina Francisco I. Madero (véase figura 77).

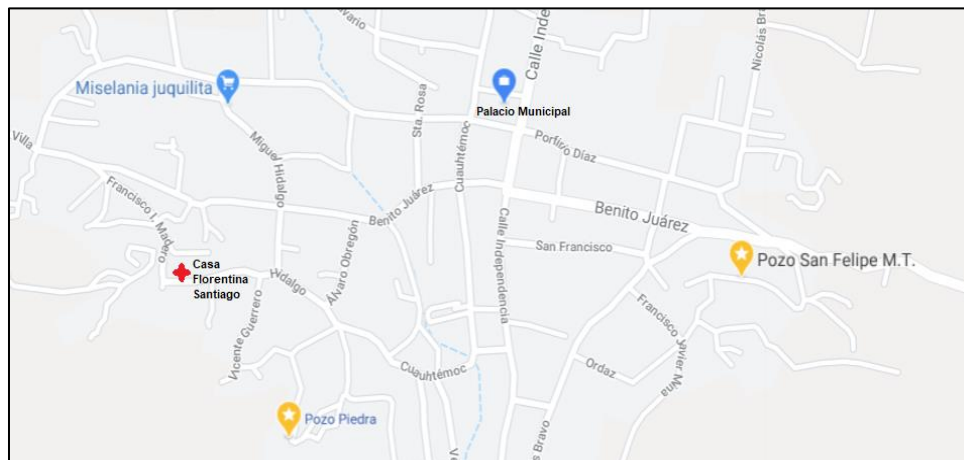
Figura 76

Haciendo cuestionario diagnóstico a la señora Florentina



Figura 77

Ubicación domicilio Señora Florentina



Fuente: Google Maps

Ellos cuentan con pozo propio del cual se abastecen del líquido vital, el agua entubada del municipio llega a su casa, pero con muy poca potencia al igual que en la casa del señor Emiliano Aguilar pues se ubican en faldas del cerro. Esta familia compra garrafones de agua para cuestiones de la bebida, y en cuanto a cocinar se refiere utilizan el agua de su pozo. Como se mencionó en el caso del señor Emiliano, el pozo de la señora Florentina fue analizado microbiológicamente y se sabe que contiene 6 NMP de coliformes totales contenidos en el agua y se requiere de previa desinfección antes de su consumo.

Desconocían el método SODIS hasta que vieron al señor Emiliano ocuparlo. Refieren conocer otros métodos para mejorar la calidad del agua, tal como la filtración y la sedimentación; en caso de que el agua de pozo salga turbia. Piensan que si el agua es cristalina no tiene motivos para causar enfermedades.

Capacitación y monitoreo.

Se capacitó teóricamente sobre la desinfección solar a la familia el día 20 de noviembre, durante esta capacitación estuvieron presentes el hijo, las dos mujeres y el niño; se planeó la construcción del colector para el día 28 de noviembre. El facilitador acudió durante la fecha, pero la señora florentina comentó que su hijo no le ayudo a cortar las maderas de la mesa del COSODE porque no tuvo tiempo y se acordó una fecha más para la construcción del colector. En el caso de la familia de la señora Florentina, los dos hombres mencionados en el cuestionario diagnóstico siempre están fuera de casa, por lo cual al ser dos mujeres una de 28 y otra de 66 el facilitador decidió donar su colector solar, pero para fines educativos se desarmo y recreo el armado en casa de la señora Florentina a modo de taller participativo el día 6 de diciembre del 2019.

Se capacitó a las mujeres en cuanto al uso del COSODE y se entregó el manual de construcción y operación acordando visitas cada viernes del mes de enero hasta llegar a inicios de febrero. Se sugirió utilizar el colector dos o tres veces por semana de manera que no fuera pesado incorporarlo a sus actividades diarias. Como se acordó, se visitó a la familia durante cada viernes del mes de enero para verificar el uso del colector solar (véase tabla 28 de monitoreo).

Tabla 28

Monitoreo de la tecnología al núcleo familiar 3

VISITA MONITOREO	COMENTARIOS	SUGERENCIAS
3 de enero	Fue la primera visita, las mujeres mencionan haber tenido problemas para la orientación del COSODE, y refieren haber metido dos botellas de 2 litros previamente lavadas al colector durante un solo día de	Se sugirió ingresar al colector otra botella más para incrementar la producción y hacerlo por dos días (martes y jueves).

	la semana y dejarlas enfriar a la sombra para su utilización, para el viernes el agua había sido consumida para hacer agua de sabor.	
10 de enero	Sebastián el niño ya era experto en la orientación de la tecnología, esta vez metieron 3 botellas de dos litros en una sola corrida los martes y jueves. El agua de las corridas diarias fue ocupada en una sola exhibición al día siguiente para cumplir con los requisitos manifestados por el facilitador, fue usada para la elaboración de alimentos y del agua de sabor de la hora de la comida, no utilizaron refrigeración después de la desinfección, solo refieren dejarlas enfriar a la intemperie. la desinfección los martes y jueves.	Se sugirió añadir el sábado como un día más de desinfección.
17 de enero	Agregaron el sábado para otra corrida de agua y tener material disponible para la comida del domingo, siguen haciendo solo una corrida de 3 botellas de 2 litros.	
24 de enero	Siguieron la misma rutina.	
31 de enero	Siguieron la misma rutina, a diferencia de las otras familias, ellos encontraron uso del agua segura en la preparación de alimentos.	

El día 7 de febrero se realizó la evaluación de la transferencia de la tecnología (véase figura 78).

Figura 78

La señora Florentina preguntando sobre su Colector solar



Evaluación de la apropiación del COSODE:

La señora florentina, su nuera y nieto opinan que el COSODE les ha sido útil, que es algo nuevo para ellas y les ha ayudado en el ahorro económico. La familia utilizó el colector solar desinfectante dos veces a la semana introduciendo 2 o 3 botellas de 2 litros en una sola corrida los martes y jueves y al final las dos semanas finales del monitoreo agregaron el sábado. Siguieron las indicaciones hechas por el facilitador e hicieron cambios solo en la superficie reflectante pues cambiaban el papel aluminio cada dos semanas (su colector no era nuevo por lo cual la superficie reflectante necesitaba de papel aluminio para mejorar el proceso de desinfección).

Consideran haber hecho un gran esfuerzo para orientar el colector solar y confían en haberlo hecho bien. No fue necesario darle mantenimiento y solo limpiaban la línea de focos cada que metían corridas de agua, la manera en la que ataban las botellas era mediante un pequeño alambre. La protección que se daba al colector solar después de su uso era cubrirlo con una sábana puesto que era pesado para ellas moverlo a la sombra.

Creen que el método que emplearon si mejora la calidad del agua y que durante el tiempo que emplearon sus botellas no tuvieron cambios en la estructura, ni detectaron olores ni sabores raros en el agua. Las horas de exposición al sol eran de 2.5 horas y cuando se les olvidaba checar el tiempo eran de tres horas, metían el agua al colector de 10 de la mañana a 12 y media o una de la tarde, solo hacían una corrida y siempre estaba soleado cuando ocupaban el colector.

La cantidad de agua obtenida a la semana era al principio 8 litros y las últimas tres semanas de 18 litros que empleaban en la preparación de alimentos y agua de tiempo. El agua nunca fue refrigerada puesto que se dejaba a temperatura ambiente en su cocina y se empleaba toda al día siguiente.

Las botellas fueron lavadas según las mujeres con agua y jabón, y se enjuagaban hasta asegurarse de no tener partículas de jabón u olores de este dentro de las botellas. Consideran que el beneficio que les trajo el COSODE fue el aprovechamiento del agua de su propio pozo y el ahorro. Durante el tiempo en que usaron el colector nadie enfermo del estómago y comentan que compartirían el uso de la tecnología con sus vecinas.

La apropiación de la tecnología en el núcleo familiar de la señora Florentina es considerado muy bueno ya que, a diferencia de los otros núcleos familiares, incluyeron el método en su vida cotidiana al utilizar el agua para cocinar, beber y hacer agua de sabores con ella. Las mejoras que presenta el método COSODE (menor tiempo de exposición al sol, menos riesgo de migración de componentes de botella al agua, alcance de altas temperaturas y concentración de radiación UV) con respecto al SODIS convencional fueron clave en la apropiación y ejecución de la tecnología pues enseña de manera segura a responsabilizar a las familias ante su propio mejoramiento del agua sin depender de agentes externos.

9.0 Comunicación de aprendizajes

Durante el proceso de adaptación de la tecnología se encontraron factores que al inicio de la transferencia impidieron el avance del mismo, esto fue durante el taller participativo hecho en la comunidad. Derivado de este, en equipos se crearon tres colectores solares que al final fueron donados a las personas que más los necesitaban en cuanto a términos de falta de agua suministrada por la red pública, en particular se presentó un caso que se encontraba en las condiciones idóneas para las cuales fue diseñado el uso del COSODE (Falta de recurso económico, sin acceso a la red pública de abastecimiento de agua y desinformación de los métodos para mejorar la calidad del agua), sin embargo el receptor se negó a utilizarlo quizá por no sentirse señalado, necesitado o simplemente porque no le interesó el tema, fue así como se seleccionaron candidatos distintos que a la hora del monitoreo de la tecnología solo uno dio seguimiento y los otros dos excusaron sus visitas debido a falta de tiempo, trabajo o cuestiones de salud.

Este acontecimiento dio la pauta para repensar que se había hecho mal y en que se podía mejorar la experiencia vivida en ese taller participativo, se modificaron objetivos de esta última etapa y se tomó como eje, la sistematización de experiencias para la transferencia de la tecnología aplicado a dos nuevos candidatos (y el señor Emiliano), en los cuales el factor común fuera el interés por la tecnología y la falta existente de un método seguro de mejoramiento de la calidad del agua; no fue obligado o sugerido por el facilitador, si no aclamado por los dos nuevos usuarios.

Durante el trayecto se diseñaron herramientas cualitativas para conocer mejor a las familias, para dar monitoreo adecuado y evaluar la transferencia de la tecnología en cada núcleo familiar que funcionaron de manera adecuada y con forme a lo esperado a diferencia del comienzo tropezado en la búsqueda de la propagación y difusión de la tecnología.

Derivado a la sistematización se obtuvo información importante, las mujeres y los niños tienen menos prejuicios que los hombres y facilidad de adaptación a nuevas situaciones y generación de conocimiento, quizá al sentir empatía por el facilitador, cosa que no se dio con los jefes de familia o integrantes masculinos de los núcleos familiares evaluados, como ejemplo se sitúa al señor Emiliano Aguilar, que fue el primer usuario de la tecnología que honestamente refiere seguirlo haber usado porque sus nietos mostraron interés y no porque a él le interesara mucho.

Incluir a la familia en el uso de la tecnología fue un paso exitoso dentro de su apropiación pues las mujeres de la casa son quienes ocupan el agua de consumo humano para la elaboración de alimentos y bebidas, y los niños quienes se encuentran en la etapa de aprendizaje que siempre están interesados por el saber.

En contraste con la sistematización de experiencias relatada en los antecedentes (como caso las comunidades indígenas del Salvador) se concuerda en que la aplicación de la sistematización fortalece las destrezas y habilidades adquiridas por los usuarios, en este caso dadas durante el proceso de desinfección solar, y que la clave para llegar a apropiación de la tecnología en los núcleos familiares fue sistematizar la experiencia del taller participativo realizado en un inicio, rediseñando estrategias para la transferencia del conocimiento del capacitador al usuario del COSODE.

CONCLUSIONES

El COSODE se muestra como una alternativa de desinfección de agua a nivel domiciliario, técnica, económica y socialmente viable no solo para Magdalena Teitipac Tlacolula Oaxaca, si no para muchas comunidades rurales que no tienen acceso a la red de agua potable o que cuenten con fuentes de agua inseguras.

Los núcleos familiares usuarios de la tecnología adquirieron un aprendizaje significativo durante la apropiación del COSODE pues ahora lo concientizan e incluyen como uso básico diario para la generación y gestión de su agua segura sin depender de terceros pues ellos mismos tienen la capacidad de ser sus proveedores.

La sistematización de la experiencia adquirida fue la metodología empleada para la apropiación tecnológica del COSODE en la comunidad, resaltando que gracias a esta el artefacto fue bien recibido por los núcleos familiares, en donde destaca la gestión hecha por las amas de casa y los niños a diferencia de los padres de familia, esto debido a las costumbres patriarcales arraigadas por generaciones y costumbres en la población.

Con gran satisfacción se concluye el apartado pues se logró el mejoramiento del método SODIS a través del uso de una tecnología social, que empoderó a tres familias a ser sus propios administradores de agua segura. Para la ejecución futura de talleres participativos del COSODE en distintas comunidades será necesario hacer un análisis de las fuentes de abastecimiento pues dependiendo de la calidad del agua se sabrá el método adecuado a complementar para el uso del colector solar desinfectante.

14.0 Referencias

AEMET. (2010). La radiación solar; Madrid, España; http://www.aemet.es/documentos/es/eltiempo/observacion/radiacion/Radiacion_Solar.pdf

Alcántara, A. & Cázares, M. (2014). Análisis microbiológico de la calidad del agua de ciudad Nezahualcóyotl, acorde a la norma oficial mexicana nom-127-ssa1-1994. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional (ENCB-IPN); Cd. México.

Anaya, G. (2005). Fortalecimiento a las Juntas Administradoras de Agua y Saneamiento de cinco Comunidades Indígenas de El Salvador 2004-2005. Organización Panamericana de la Salud; El Salvador.

ANEAS. (s.f.). Recuperado el 17 de Noviembre de 2017, de <http://aneas.com.mx/wp-content/uploads/2016/04/SGAPDS-1-15-Libro24.pdf>

Asamblea General de las Naciones Unidas. (2017). Informe del relator especial sobre el derecho humano al agua potable y el saneamiento acerca de su misión a México. Consejo de los Derechos Humanos.

Ashton, D. (2014). *Países en que es seguro beber agua del grifo*. TYS Magazine; Recuperado de <http://www.tysmagazine.com/descubre-en-que-paises-es-seguro-beber-agua-del-grifo/>.

Castro-Alfárez, M., Polo-López, M., Marugán, J., y Fernández, P. (2017). Validation of a solar-thermal water disinfection model for *Escherichia coli* inactivation in pilot scale solar reactors and real conditions. *Chemical engineering journal*; <Http://www.elsevier.com/located/cej>.

CNICE, N. (2015). La Energía Solar. Obtenido de Energía solar:
http://newton.cnice.mec.es/materiales_didacticos/energia/solar.htm

Collin L., (2008). La economía Social y Solidaria. DEI, Departamento Ecuménico de Investigaciones. http://biblioteca.clacso.edu.ar/Costa_Rica/dei/20120710101354/economia.pdf

Comisión Nacional de los Derechos Humanos. (2014). El derecho Humano al Agua potable y Saneamiento. Cd. México. Recuperado de <http://appweb.cndh.org.mx/DerechoAgua/archivos/contenido/CPEUM/H1.pdf>

CONAGUA. (2012). *Estadísticas del Agua en México, 2011*. Agua en el Mundo. Recuperado de: http://www.conagua.gob.mx/conagua07/contenido/documentos/sina/capitulo_8.pdf

CONAGUA. (2014). *Cooperación Técnica México Japón*. Recuperado de www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/contenido/documentos/presentacion1.pdf

CONAGUA. (2015). Manual de Agua Potable, alcantarillado y saneamiento. México D.F. Recuperado de <http://aneas.com.mx/wp-content/uploads/2016/04/SGAPDS-1-15-Libro4.pdf>

CONAGUA. (2016). *Estadísticas del Agua en México*. Recuperado de www.conagua.gob.mx

CONAGUA. (2017). Estadísticas del Agua en México. edición 2017. Ciudad de México. http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/EAM_2017.pdf

CONEVAL. (2015). Índice de rezago social. Recuperado el 17 de Noviembre de 2017, de Índice de rezago social: <http://www.coneval.org.mx/Medicion/IRS/Paginas/Que-es-el-indice-de-rezago-social.aspx>

Cretú, I., Garranzo, M., Monge M. (2008). Estudio de la migración de compuestos químicos en las aguas embotelladas. Facultad de Veterinaria; Universidad Complutense. Madrid (España).

Domínguez, J., Martínez, D., Palacios, A., Peña, A. (2013). El monitoreo social del derecho humano al agua y saneamiento. Colegio de México A.C.; México D.F. <https://siaps.colmex.mx/documentos/libros/monitoreo-social.pdf>

EAWAG/SANDEC. (1998). Desinfección del agua mediante la energía solar. Instituto Federal Suizo en Ciencias del Ambiente y Tecnología.

EAWAG/SANDEC. (2003). Desinfección solar del agua. Guía de Aplicación SODIS. Lima Perú.

EAWAG-SANDEC. (2005). *Agua y Saneamiento para Países en Desarrollo*. Recuperado de http://ec.europa.eu/echo/files/evaluation/watsan2005/annex_files/SKAT/SKAT1%20-Solar%20disinfection%20of%20water/leaflet_s.pdf.

EAWAG/SANDEC. (2016). SODIS Manual Guidance on solar water disinfection. Switzerland. <https://www.hwts.info/document/1e4446f5/2016-sodis-manual-guidance-on-solar-water-disinfection>

El portal de la Economía Solidaria. (2009). Economía solidaria. Obtenido de: <https://www.economiasolidaria.org/noticias/agua-igual-vida>).

Europa Press. (2010). El mundo; El agua no potable causa cada año más víctimas que cualquier forma de violencia. Recuperado de <http://www.elmundo.es/elmundo/2010/03/21/solidaridad/1269185779.html>).

Expósito, D. & Gonzáles, J. (2017). Sistematización de experiencias como método de investigación. Gaceta Médica Espirituana. Universidad de Ciencias Médicas, Vol.19; ISSN 1608-8921. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1608-89212017000200003

FAO. (2004). Guía Metodológica de Sistematización. Programa especial para la seguridad alimentaria PESA en Centroamérica. Tegucigalpa Honduras.

Fernández, A.,y Mortier, C. (2006). Evaluación de la condición del agua para consumo humano en Latinoamérica. Centro de estudios Transdisciplinarios del Agua.

Fondo para la comunicación y la educación ambiental. (2018). Cuerpos de agua. México, D.F. Obtenido de: <https://agua.org.mx>.

Franco, V. (2009). Agua ciudad y derecho. Alegatos Num. 72; México. https://www.google.com/search?q=Franco%2C+V.+%282009%29.+Agua+ciudad+y+derecho.+Alegatos+Num.+72%3B+M%C3%A9xico.&rlz=1C1SQJL_esMX791MX791&oq=Franco%2C+V.+%282009%29.+Agua+ciudad+y+derecho.+Alegatos+Num.+72%3B+M%C3%A9xico.&aqs=chrome..69i57j0j4&sourceid=chrome&ie=UTF-8#.

Garza Ruizesparza R.I., y Martínez Morales J.F.X. (2019). Evaluación de la calidad microbiológica de cuatro diferentes marcas de agua embotellada comercializadas en el estado

de Nuevo León. Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Vol.4 (2019)

<http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume4/4/2/35.pdf>.

Garrido, M. (2018). El derecho humano al agua como derecho económico, social y cultural. Universidad de Alcalá; Madrid, España.

<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwiO8->

[enpOzpAhWVGc0KHVFWARoQFjAAegQIAxAB&url=https%3A%2F%2Fweb.uah.es%2Fspace%2Fbitstream%2Fhandle%2F10017%2F38859%2FTFM-ECHEVERRIA-GARCIA-](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwiO8-enpOzpAhWVGc0KHVFWARoQFjAAegQIAxAB&url=https%3A%2F%2Fweb.uah.es%2Fspace%2Fbitstream%2Fhandle%2F10017%2F38859%2FTFM-ECHEVERRIA-GARCIA-)

[2018.pdf%3Fsequence%3D4%26isAllowed%3Dy&usg=AOvVaw3reebUXzwIoc2U0pet95yq](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwiO8-enpOzpAhWVGc0KHVFWARoQFjAAegQIAxAB&url=https%3A%2F%2Fweb.uah.es%2Fspace%2Fbitstream%2Fhandle%2F10017%2F38859%2FTFM-ECHEVERRIA-GARCIA-2018.pdf%3Fsequence%3D4%26isAllowed%3Dy&usg=AOvVaw3reebUXzwIoc2U0pet95yq)

Geilfius, F. (2009). 80 Herramientas para el desarrollo participativo. diagnóstico, planificación, monitoreo, evaluación; San José, Costa Rica.

Gonzales A., M. & Fonseca O. (2005). Desinfección solar del agua en México usando un concentrador solar de paredes planas. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua; Jiutepec, Morelos, México.

Héran, T. (2012). Tecnologías para la inclusión social y políticas públicas en América latina. Grupo de estudios sociales de la tecnología y la Innovación. https://www.researchgate.net/publication/317356912_Tecnologias_para_la_inclusion_social_y_politicas_publicas_en_America_Latina

INAFED. (2015). Gobierno del estado de Oaxaca. Recuperado el 17 de Noviembre de 2017, de Gobierno del estado de Oaxaca: <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM20oaxaca/municipios/20051a.html>

IRENA. (2015). Renewable Energy Prospects: MEXICO. REmap2030 analysis. IRENA, Abu Dhabi. Obtenido de www.irena.org/map

Litter, M. I. (2001). Resultados finales del Proyecto OEA/AE141: investigación, desarrollo, validación y aplicación de tecnologías solares para la potabilización de agua en zonas rurales aisladas de América Latina y el Caribe. La Plata: Digital Graphic; 2006a. <http://www.iiap.org.pe/upload/publicacion/PUBL438.pdf>

Lorente, G. 2010. Curso de Foto protección. Consejo General de colegios oficiales de farmacéuticos.

Maruf, M. (2018). Leaching of antimony from bottle water. American University of Sharjah. https://www.researchgate.net/publication/272021273_Leaching_of_Antimony_from_Bottle_Water

Mendez, S., Opazo, M., Romero, Y. & Perez, B. (2011). Metodologías de la apropiación de tecnologías de saneamiento básico en comunidades indígenas. Cuadernos de desarrollo rural (en línea); ISSN 0122-1450; Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=11718604006>.

Ministry of Health. (2019). Guidelines for drinking-water quality management for New Zealand chapter 5: general microbiological quality. Obtenido de:

<https://www.health.govt.nz/publication/guidelines-drinking-water-quality-management-new-zealand>

Morató, J. Subirana, A. Gris, A. Carneiro, A. y Pastor, R. (2006). Tecnologías sostenibles para la potabilización y el tratamiento de aguas residuales. Revista Lasallista de Investigación, vol. 3, núm. 1, enero-junio, pp. 19-29; Corporación Universitaria Lasallista; Antioquia, Colombia. <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/185710/art-laSallista-2006.pdf>

Nandwani, S. (2005). Energía Solar conceptos básicos y su utilización. Laboratorio de Energía Solar. Departamento de Física, Universidad Nacional; Heredia, Costa Rica. http://www.solartronic.com/download/Energia_Solar_Conceptos_Basicos.pdf

NVI Noticias. (2017). Minería dinamita paz de Teitipac. <http://www.nvinoticias.com/nota/56392/mineria-dinamita-paz-de-teitipac>.

NOM-127-SSAI. (1994). NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-127-SSA1-1994, "SALUD AMBIENTAL, AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO-LIMITES PERMISIBLES DE CALIDAD Y TRATAMIENTOS A QUE DEBE SOMETERSE EL AGUA PARA SU POTABILIZACION". Obtenido de NOM-127-SSA1-1994: www.salud.gob.mx

OMS/UNICEF. (2012). Progress on drinking water and sanitation. Recuperado de <http://www.unicef.org/media/files/JMPReport2012.pdf>

ONU. (2003). Cuestiones sustantivas que se plantean en la aplicación del pacto internacional de derechos económicos, sociales y culturales. Observación general #15; Artículo 11 y 12. <https://www.acnur.org/fileadmin/Documentos/BDL/2012/8789.pdf>

ONU. (2016). Decenio internacional para la acción Agua Fuente de Vida - Calidad del agua. Recuperado de: waterforlifedecade/quality.shtml

OPS/OMS. (2008); Objetivos de desarrollo del milenio desde la perspectiva de los pueblos indígenas. Quito; Recuperado de: https://www.paho.org/ecu/index.php?option=com_docman&view=download&category_slug=salud-de-los-pueblos-indigenas-de-las-americas&alias=75-marco-conceptual-de-los-objetivos-de-desarrollo-del-milenio-desde-da-perspectiva-de-los-pueblos-indi&Itemid=599

Pinilla, S. (2005). Proyectos pilotos en las subcuencas de Los Hules-Tinajones y Caño Quebrado, Republica de Panamá”.Academy for Educational Development; Panamá. https://iwcperu.com/images/pdfs/guia_met_sis.pdf

PROAPAC. (2009). Compendio informativo sobre enfermedades hídricas; La Paz-Bolivia. Recuperado de <http://www.aguasimple.org.mx/revistav3/images/stories/pdf/ENFERMEDADES%20HIDRICAS,%20REFERENCIA%20CON%20PERMISO.pdf>

PROYECTO OEA AE. (2003). Solar disinfection water in rural communities of latin America. Agencia Interamericana para la Cooperación y Desarrollo

Rastkari, N., Jeddi, M., Yunesian, M., y Ahmadkhaniha, R. (2018). Effect of sunlight exposure on phthalates migration from plastic containers to packaged juices. Journal of Environmental Health Science and Engineering. [Http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/)

Red de redes de economía alternativa y solidaria. (2011). Carta de economía solidaria. Obtenido de: <https://www.economiasolidaria.org/carta-de-principios>).

Real Academia Española. (2001). Diccionario de la lengua española. 22ava edición. Madrid, España.

Samsa. (2008). Procesos de potabilización del agua. Recuperado de: www.elaguapotable.com

Schumacher, F. (2011); Lo pequeño es hermoso (Vol. 7). Ediciones Akal.

Serrano, L., García, A., y Marín, G. (2012). *El bien común, el derecho humano al agua y las políticas de privatización*. <https://www.ecologistasenaccion.org/?p=22493>.

SECRETARIA DE FINANZAS OAXACA. (2011). Gobierno del estado de Oaxaca. Recuperado el 6 de febrero de 2018, de la Secretaria de Finanzas Oaxaca: https://finanzasoaxaca.gob.mx/pdf/inversion_publica/pmds/11_13/051.pdf

SODIS. (2003). *Desinfección Solar del Agua, Guía de Aplicación*. Editorial Weinberg; Cochabamba, Bolivia. https://www.sodis.ch/methode/anwendung/ausbildungsmaterial/dokumente_material/manual_s.pdf

Sobsey, M. (2004). Managing water in the home: accelerated health gains from improved water supply. World Health Organization (WHO/SDE/WSH/02.07). [Http://www.who.int/water_sanitation_health/WSH02.07.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/WSH02.07.pdf)

SNDIF. (2015). Guía de Aseguramiento de la Calidad Alimentaria. Programas Alimentarios 2015. Dirección General de Alimentación y Desarrollo Comunitario. Dirección de Atención Alimentaria. Subdirección de Aseguramiento de la Calidad Alimentaria. sitios.dif.gob.mx

Teitipac, H. A. (2016). Enciclopedia de Los Municipios y Delegaciones de México Estado de Oaxaca. Recuperado el 12 de Noviembre de 2017, de Enciclopedia de Los Municipios y Delegaciones de México Estado de Oaxaca: <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM20oaxaca/municipios/20051a.html>

Tesauro. (2013). Qué es un Colector Solar. Biblioteca Agrícola Nacional de los Estados Unidos. <https://search.usa.gov/search?utf8=%E2%9C%93&affiliate=www.nal.usda.gov&query=solar+colector>

Thomas, H. (2012). Tecnologías para la inclusión y políticas públicas en América Latina. Grupo de Estudios Sociales de la Tecnología y la Innovación.

UNAM. (2011). El potencial de la energía solar. Recuperado el 8 de Diciembre de 2017, de El potencial de la energía solar: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/277/A5.pdf>

URJC. (2018). Sistemas de desinfección solar de agua para mejorar la salud de niños Etiópes Universidad Rey Juan Carlos; Madrid, España. Recuperado de: <https://www.urjc.es/todas-las-noticias-de-actualidad/3725-investigadores-de-la-urjc-desarrollan-sistemas-de-desinfeccion-solar-de-agua-para-mejorar-la-salud-de-los-ninos-etiopest>

Vientos H., Ortiz L. (2017). Sistematización de experiencias: Una mirada conceptual, teórica y metodológica. Universidad de San Juan Puerto Rico. <https://revistas.upr.edu/index.php/ analisis/article/view/13110>

Villaseñor, A. (2017). Economía y derechos humanos. Iniciativas emprendedoras de La Economía Social y Solidaria en España, como alternativas para el ejercicio efectivo de los derechos económicos, sociales y culturales. Recuperado de: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=9&ved=2ahUKEwiSpvbB7DIAhUGS60KHbcJC1UQFjAIegQICRAC&url=http%3A%2F%2Fbase.socioeco.org%2Fdocs%2Falejandra-villasenor-economia-social-y-solidaria.pdf&usg=AOvVaw2rxz7n7n87IRxTsFutPIJa>

Vivar, M., Pichel, N., y Fuentes, M. (2016). Solar disinfection of natural river water with low microbiological content and evaluation of the thermal contribution to water purification. *ELSERVIER*; Volume 141, Pages 1-10. [Http://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0038092X16305485](http://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0038092X16305485)

WWAP. (2015). Agua para un mundo sostenible. Secretaría del Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos; División de Ciencias del Agua, UNESCO; Colombella, Perusa, Italia. <http://www.unesco.org/new/es/natural-sciences/environment/water/wwap/wwdr/2015-water-for-a-sustainable-world/>

Anexo 1

FORMULARIO PARA EL DIAGNÓSTICO PRELIMINAR

ANEXO 1
FORMULARIO PARA EL DIAGNÓSTICO PRELIMINAR

Nombre de la comunidad: Barrio La Victoria, Barrio Sur
 Fecha: 28 de Julio de 2013
 Nombre del encuestador: Karen Dasso

1. Información sobre la localidad
 Nombre: Zafra
 Tipo de localidad: Urbanización Casas Barrio Pueblo Aldea

2. Número de habitantes: 4500

3. Número de viviendas: 1000

4. Abastecimiento actual de agua

4.1. Fuentes: Pozo Reserva RC

4.2. Góndolas: Cloración Cloro Otro

4.3. Calidad de agua (umbral): no si limpio

4.4. Costo: Instalación
sin costo

5. Servicios públicos:
 Energía eléctrica: Internet Gas Alcantarilla

6. Organizaciones comunitarias:
 Organizaciones de mayor representatividad: Asociación de Vecinos del Barrio Sur y el sector de Zafra
 Organizaciones feministas:
 Otras organizaciones:

7. Autoridades locales (nombre y dirección de los principales dirigentes y autoridades):

Supervisor del Centro de Salud

1. ¿Hay alguien en la comunidad que sepa sacar limpiar el agua? Siempre A veces Nunca

2. ¿Hay personas relacionadas al recurso agua?
Siempre A veces Nunca

3. ¿Cuales de las actividades de la localidad, fuentes de agua y principales instalaciones?
500 personas en el taller

ANEXO 2
ENCUESTA SOCIO-COMUNITARIA

Nombre de la comunidad: _____
 Fecha: _____
 Nombre del encuestador: _____
 Población y habitantes en el área del agua: _____

1. USO DEL AGUA Y SU RELACION CON LA SALUD

1.1. ¿Cada día bebe agua para el consumo humano y que cantidad de veces al día?

Edad	Infante (0-5 años)	Juveniles (6-17 años)	Adultos (18-64 años)
Bebe			
Bebe			
Otro			

1.2. El agua utilizada de la fuente de abastecimiento:
Bebe Se lava Se lava Se lava

1.3. Cuando el agua es turbia ¿cómo se la procesa?
Se lava Se lava Se lava Se lava

1.4. ¿Cuales cosas que se necesitan para el agua?
Se lava Se lava Se lava Se lava

1.5. ¿El agua puede causar alguna enfermedad?
Si Siempre Siempre Siempre

2. MANEJO DEL AGUA

2.1. ¿En qué recipiente recoge y almacena el agua y con qué frecuencia a la semana?

Recipiente	Sección	Con	Sin	Frecuencia	Almacenamiento	Con	Sin	Frecuencia
Plástico								
Plástico								
Plástico								
Plástico								

17. ¿Cada cuánto los alimentos se preparan? (Verificar la respuesta mediante la observación)

Lugar	Estado	Protección	Acceso a alimentos
Reservorio	Disponible	Protección	Acceso a alimentos

1. VIVIENDAS
 Número de habitaciones: 2
 Construcción: Concreto Barro Alfombra Alfombra

2. CRANZA DE ANIMALES DOMESTICOS

Lugar	Area de control	completo	Parcial	Ovejas	Ferros	Otros
En la vivienda						
En el campo						
En el sector						

3. ELIMINACION DE EXCRETAS Y OTROS RESIDUOS

7.1. ¿Tienen alcantarilla?
Si Siempre Siempre Siempre

7.2. ¿Estado y tipo de tierra donde se deposita?

Tiempo	Clorado	Reservorio	Reserva	Acuerdo	Vista	Ventilación	Puerta

7.3. ¿Cuales son los problemas?
Siempre Siempre Siempre Siempre

7.4. ¿Como eliminan las excretas de sus niños pequeños?
Letra Campo Otro

7.5. ¿Como se lava las manos después de defecar?
Con agua y jabón Con agua Con jabón

7.6. ¿Como eliminan las aguas usadas?
Letra Campo Con agua Otro

8. ENFERMEDADES MAS FRECUENTES

8.1. ¿Ha tenido usted o un miembro de su familia alguna enfermedad de los últimos meses?
Si Siempre Siempre Siempre

8.2. ¿Cuales enfermedades tuvieron? (para cada respuesta el nombre)

Enfermedad	Nombre	Inicio	Fin	Tratamiento	Otros datos

ANEXO 3
EVALUACIÓN EPIDEMIOLOGICA DE DIARREAS

Nombre de la comunidad: _____
 Fecha: _____
 Nombre del encuestador: _____

1. INFORMACION DE SALUD
 HAGA LA PRESENTACION EN CADA CASA DE LA COMUNIDAD Y REGISTRE LAS RESPUESTAS A CONTINUACION

1.1. ¿Hay niños menores de 5 años, en estado de salud, en esta casa?
Si Siempre Siempre Siempre

1.2. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.3. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.4. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.5. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.6. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.7. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.8. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.9. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.10. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.11. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.12. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.13. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.14. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.15. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.16. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.17. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.18. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.19. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.20. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.21. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.22. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.23. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.24. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.25. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.26. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.27. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.28. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.29. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.30. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.31. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.32. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.33. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.34. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.35. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.36. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.37. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.38. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.39. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.40. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.41. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.42. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.43. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.44. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.45. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.46. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.47. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.48. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.49. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.50. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.51. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.52. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.53. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.54. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.55. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.56. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.57. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.58. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.59. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.60. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.61. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.62. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.63. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.64. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.65. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.66. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.67. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.68. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.69. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.70. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.71. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.72. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.73. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.74. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.75. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.76. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.77. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.78. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.79. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.80. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.81. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.82. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.83. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.84. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.85. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.86. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.87. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.88. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.89. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.90. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.91. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.92. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.93. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.94. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.95. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.96. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.97. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.98. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

1.99. ¿Cuales son los nombres de los niños menores de 5 años?
Siempre Siempre Siempre Siempre

Anexo 2

H. AYUNTAMIENTO CONSTITUCIONAL
Municipio de Magdalena Teitipac,
Tlacolula, Oax.
"IZHATIREN TIBLOO IOUNREN DHZHIN"

Oaxaca SALUD
72 OCT 2018
Laboratorio Estatal de Salud
Folio del Estado de Oaxaca
RECIBIDO

MAGDALENA TEITIPAC, TACLICOLA, OAXACA A 14 SEPTIEMBRE DEL 2018.

DEPENDENCIA: PRESIDENCIA MUNICIPAL
MAGDALENA TEITIPAC, TLAG, OAX.
SECCIÓN: ADMINISTRATIVA
OFICIO: 79 14 / SEPTIEMBRE/2018.
ASUNTO: ANALISIS DEL AGUA.

Q.B. MARCOS ROBERTO FERIA REYES,
JEFE DE LABORATORIO ESTATAL DE SERVICIOS DE SALUD DE OAXACA.
PRESENTE:

Los que suscriben C. Fausto Lorenzo Santiago Presidente Municipal Constitucional; Síndico Municipal C. Emiliano Ignacio Hernández, Regidor de Hacienda, Antonio Santiago Hernández, Regidor de Educación, Félix López Martínez, Regidor de seguridad, Alejandro López Martínez, y Alberta Hernández Fructuoso, Regidora de Equidad y Género de Magdalena Teitipac, distrito de Tlacolula, nos dirigimos a usted de la manera más atenta y respetuosa con la finalidad de solicitar el apoyo para realizar el análisis del agua de los parajes y pozos: La Salina, La Cuba, pozo San Felipe, y Pozo Piedra de esta comunidad de Magdalena Teitipac, por lo que solicitamos así su intervención para poder realizar 5 tipos de muestras al agua como son: Físico, Químico, Microbiológicos, Termofílicos y Geo-Químicos. Por tal motivo requerimos que nos den la respuesta de la fecha en la que se harían los análisis al agua.

Esperando contar con una respuesta favorable a nuestra solicitud, cordial saludo y de antemano nuestros agradecimientos.

RESPECTUOSAMENTE

H. AYUNTAMIENTO DE MAGDALENA TEITIPAC

C. FAUSTO LORENZO SANTIAGO
PRESIDENTE MUNICIPAL
Municipio de Magdalena Teitipac,
Distrito de Tlacolula, Oax.
2017 - 2019

C. EMILIANO IGNACIO HERNÁNDEZ
SÍNDICO MUNICIPAL
Municipio de Magdalena Teitipac,
Distrito de Tlacolula, Oax.
2017 - 2019

C. FELIX LÓPEZ MARTÍNEZ
REGIDOR DE EDUCACIÓN
Municipio de Magdalena Teitipac,
Distrito de Tlacolula, Oax.
2017 - 2019

C. ALEJANDRO LÓPEZ MARTÍNEZ
REGIDOR DE SEGURIDAD
Municipio de Magdalena Teitipac,
Distrito de Tlacolula, Oax.
2017 - 2019

C. ALBERTA HERNÁNDEZ FRUCTUOSO
REGIDORA DE EQUIDAD Y GÉNERO
Municipio de Magdalena Teitipac,
Distrito de Tlacolula, Oax.
2017 - 2019

Porfirio Díaz S/N, Col. Centro, Magdalena Teitipac, Tlacolula, Oax. Tel: 523 10 00
E-mail: magdalenateitipac@hotmail.com

2017 - 2019

Administración del Patrimonio de la Beneficencia Pública del Estado de Oaxaca

Oaxaca APBP

FOLIO 0582

UNIDAD APLICATIVA 05

COMPROBANTE DE EXENCIÓN

FECHA 06/11/18

NOMBRE: Municipio de Magdalena Teitipac, Tlacolula

DOMICILIO:

CIUDAD O POBLACIÓN: Tlacolula de Matamoros, Oax.

380 -	380 -
CLAVE DE SERVICIO	CLAVE DE SERVICIO
380 -	380 -
CLAVE DE SERVICIO	CLAVE DE SERVICIO
380 -	380 -
CLAVE DE SERVICIO	CLAVE DE SERVICIO
380 -	380 -
CLAVE DE SERVICIO	CLAVE DE SERVICIO

IMPORTE TOTAL \$ 6,984.00
(SEIS MIL NOVECIENTOS OCHENTA Y CUATRO PESOS CON LETRA (C/100 M. N.)).

MOTIVO DE LA EXENCIÓN
4 MUESTRAS MB-FQ-AGUA DE POZO.

SERVICIOS DE SALUD DE OAXACA
LABORATORIO ESTATAL DE SERVICIOS DE SALUD DE OAXACA

06 NOV 2018

C. JUAN GILIAS B.
NOMBRE Y FIRMA DEL RESPONSABLE

SELLO DE LA UNIDAD

Anexo 3

CARTA DESCRIPTIVA

TEMA: DESINFECCIÓN SOLAR DE AGUA DE CONSUMO HUMANO A NIVEL DOMICILIARIO

NOMBRE DEL TALLER: “CONSTRUYENDO MI COLECTOR SOLAR”

LUGAR Y FECHA: MAGDALENA TEITIPAC, TLACOLULA, OAXACA.

BENEFICIARIOS: TODO AQUEL INTERESADO EN EL CONSUMO DE AGUA SEGURA

OBJETIVO: CONTRIBUIR A LA MEJORA LA CALIDAD DEL AGUA A TRAVES DE LA APROPIACIÓN DE UNA TECNOLOGÍA SOCIAL (COLECTOR SOLAR DESINFECTANTE) QUE ELIMINE AGENTES PATOGENOS CAUSANTES DE ENFERMEDADES GASTROINTESTINALES POR CONSUMIR AGUA CRUDA.

MATERIAL DE REQUERIMIENTO PARA EL PARTICIPANTE: CUADERNO, LAPIZ.

ACTIVIDAD	PROCEDIMIENTO	TIEMPO	MATERIALES	RESPONSABLE
DÍA 1				
Registro de participantes	<ul style="list-style-type: none"> Los asistentes se anotan en una hoja de registro a su llegada. 	10 minutos	<ul style="list-style-type: none"> Hoja de registro Plumas Lápices 	Karen Denisse López Olmedo
Presentación del taller, facilitador y objetivos.	<ul style="list-style-type: none"> Dinámica de presentación colectiva Explicar el objetivo de la presencia del facilitador en la comunidad. Explicar las actividades realizadas previamente en la comunidad. 	20 minutos	<ul style="list-style-type: none"> Cañón Diapositivas 	Itzel Omara Matus Enríquez
Diagnóstico de los asistentes	<ul style="list-style-type: none"> Árbol de problemas en forma participativa de los asistentes en cuanto a la problemática del agua en la comunidad 	20 minutos	<ul style="list-style-type: none"> Papeles bond Plumones colores 	Itzel Omara Matus Enríquez Karen Denisse López Olmedo
Tema I.- Empoderamiento del tema agua sociedad	<ul style="list-style-type: none"> Platica sobre la situación agua-sociedad. Situación actual del recurso hídrico a nivel mundial, y local. Derecho humano al agua. Cultura del agua (agua-salud). Gestión integral de los recursos hídricos. 	15 minutos	<ul style="list-style-type: none"> Cañón Diapositivas 	Itzel Omara Matus Enríquez
Aprendizaje significativo del Tema I	<ul style="list-style-type: none"> Lluvia de ideas sobre los conocimientos adquiridos 	15 minutos	<ul style="list-style-type: none"> Papeles bond Plumones de colores 	Alberto Feria Aparicio
Presentación de resultados	<ul style="list-style-type: none"> Presentación de los resultados obtenidos de la calidad de agua en 	10 minutos	<ul style="list-style-type: none"> Carteles impresos 	Itzel Omara Matus Enríquez

	las fuentes de abastecimiento muestreadas (sustento para diseñar la propuesta).			
Propuesta de una tecnología alternativa	<ul style="list-style-type: none"> Con base en los resultados de la calidad de agua en sus fuentes de abastecimiento, muestreadas se propone una tecnología social como alternativa para mejorar la calidad del agua. 	25 minutos	<ul style="list-style-type: none"> Presentación del colector solar piloto 	Itzel Omara Matus Enríquez
Solicitud de materiales reutilizables para la elaboración del colector	<ul style="list-style-type: none"> Se explicarán los materiales con los que puede construirse el colector solar. 	10 minutos	<ul style="list-style-type: none"> Operación (utilización) del colector solar piloto 	Itzel Omara Matus Enríquez

DÍA 2				
Taller participativo, construyendo mi colector solar	<ul style="list-style-type: none"> Breve explicación de los componentes importantes del colector: Estructura de la parábola, material reflejante de la parábola y estructura soporte de la parábola. La importancia del tipo de botellas, tamaño, limpieza, tiempo de uso. Almacenamiento de agua Consideraciones del agua a ingresar en el colector solar. <p>Elaboración de rubrica de componentes del colector de manera colectiva</p>	35 minutos	<ul style="list-style-type: none"> Utilización del colector solar piloto Diapositivas Cañón Papel bond Plumones de colores Impresiones de la rubrica a entregar a los asistentes 	Itzel Omara Matus Enríquez Mtro. Margarito Ortiz Guzmán Manuel Jesús Velazco
Construcción del colector solar	<ul style="list-style-type: none"> Se construirán colectores utilizando los materiales que hayan llevado los asistentes con base a una rúbrica de parámetros establecidos por el facilitador. El facilitador utilizara una guía de observación para plasmar el desempeño y desenvolvimiento de los participantes. 	1 hora 40 minutos	<ul style="list-style-type: none"> Rubrica de componentes del colector a fabricar. Guía de observación de desempeño del participante. Material llevado por los asistentes. Material llevado por el facilitador. Herramienta. 	Itzel Omara Matus Enríquez Mtro. Margarito Ortiz Guzmán Alberto Feria Aparicio

DÍA 3				
Medición de parámetros del colector solar	<ul style="list-style-type: none"> Se harán mediciones colectivas de temperatura e índice de radiación UV a manera de mostrar el funcionamiento del colector solar. 	30 minutos	<ul style="list-style-type: none"> Sensor de índice de radiación ultravioleta Hobbo sensor medidor de temperatura 	Itzel Omara Matus Enríquez

Valoración de la apropiación de la tecnología social	<ul style="list-style-type: none"> • Se medirá la apropiación de la tecnología mediante encuestas Smile. 	15 minutos	<ul style="list-style-type: none"> • Encuestas proporcionadas por el facilitador 	Karen Denisse López olmedo Manuel Jesús Velazco
Proposición de la creación de un grupo focal	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de un grupo focal con las personas interesadas en el tema. • Planear acciones para difusión y apropiación de la tecnología en la comunidad. 	15 minutos	<ul style="list-style-type: none"> • Charla verbal 	Itzel Omara Matus Enríquez

Anexo 5

EVALUACIÓN DE LA PARTICIPACIÓN SOCIAL EN EL TALLER

NOMBRE DEL TALLER	"CONSTRUYENDO MI COLECTOR SOLAR" DIA 2		
FACILITADOR	ITZEL OMARA MATUS ENRÍQUEZ		
DURACIÓN DE LA SESIÓN	3h 15 min	FECHA	
LUGAR	Magdalena Teitipac Tlacolula Oaxaca		
NOMBRE DEL PARTICIPANTE			

GUIA DE OBSERVACIÓN		
Aspectos observables	SI	NO
EL PARTICIPANTE TRAJO EL MATERIAL REUTILIZABLE REQUERIDO.		
EL PARTICIPANTE LOGRA IDENTIFICAR TODOS LOS ELEMENTOS QUE COMPRENDE LA REALIZACIÓN DEL COLECTOR SOLAR DESINFECTANTE.		
EL PARTICIPANTE SIGUE DE MANERA CORRECTA LAS INDICACIONES DE LA CONSTRUCCIÓN DEL COLECTOR SOLAR.		
EL PARTICIPANTE SE INVOLUCRA EN TODOS LOS PASOS DE ELEABORACIÓN DEL COLECTOR SOLAR DESINFECTANTE.		
EL PARTICIPANTE SE MUESTRA INTERESADO.		
EL PARTICIPANTE CONCRETÓ LA ELABORACIÓN DE SU COLECTOR SOLAR		
VALOR DE LA EVALUACIÓN 100%. TOTAL. :		

Anexo 6

CARTEL DEL TALLER PARTICIPATIVO

Taller participativo gratuito
"CONSTRUYENDO MI COLECTOR SOLAR"

21, 22 y 23
JUNIO 2019
Magdalena Teitipac

PRESENTACIÓN DE UNA MANERA ALTERNATIVA DE COMO DESINFECTAR EL AGUA EN CASA CON ENERGÍA SOLAR.

PROGRAMA:

DÍA 1 **Viernes 21 de Junio, 3:00 PM**
Tema: El agua en tu comunidad

DÍA 2 **Sábado 22 de Junio, 11:00 AM**
Práctica: Construcción de mi Colector Solar

DÍA 3 **Domingo 23 de Junio, 10:00 AM**
Práctica: Probando mi Colector Solar



Lugar: Explanada municipal de Magdalena Teitipac, Tlacolula, Oaxaca.
Beneficiarios: Mujeres, hombres, niños y niñas (mayores de 12 años).
Organizado por Estudiantes de la Maestría en Gestión de Proyectos para el Desarrollo Solidario.
Información: omatusen@gmail.com

Anexo 7

CUESTIONARIO

“Energía solar como fuente de desinfección del agua para consumo humano a nivel domiciliario mediante una tecnología social; caso Magdalena Teitipac, Oaxaca.”

Entrevista dirigida a hogares que utilizan tecnología social COSODE, para la desinfección del agua de consumo.

I. GENERALIDADES:

Nombre de la persona entrevistada: _____

Edad de la o el Entrevistad@: _____

Integrantes de la familia: _____

Ocupación: _____

II. CALIDAD DEL AGUA:

6. Fuente de Agua de Consumo:

Pozo _____ Río _____

Quebrada _____ Tubería _____

1. No. De Entrevista: _____

2. Comunidad: _____

3. Edad de la o el Entrevistad@: _____

4. Integrantes de la familia: _____

5.- Ocupación: _____

Cuantos litros de agua consumen

7. Cómo considera la calidad del Agua que consumen:

Buena: _____ Mala: _____

8. Conoce alguna forma para mejorar la calidad del agua.

Cloración _____ Hervir _____ SODIS _____ No sabe _____

La utiliza actualmente: Si _____ No _____

III. ENCUESTA SOCIOCULTURAL

Prácticas y hábitos en el uso del agua

1. USO DEL AGUA Y SU RELACIÓN CON LA SALUD

1.1. ¿De dónde extrae el agua para el consumo humano y qué características tiene esa agua?

Fuente	Limpia (siempre)	Turbia (siempre)	Turbia (a veces)
Manantial			
Río			
Pozo			
Otros			

1.2. El agua extraída de la fuente lo emplea para:

Bebida__

Cocina__

Lavado de ropa__

Higiene personal__

Lavado de alimentos__

Consumo de animales__

Otros (especificar) _____

1.3. Cuando el agua es turbia ¿emplea algún procedimiento para aclararla?
No__ Si__

¿Cuál? Sedimentación__ Filtración__ Otros__

1.4. ¿Cree usted que es necesario aclarar el agua?

No__ Si__

¿Por qué? _____

1.5. ¿Considera que el agua visiblemente limpia puede causar alguna enfermedad?

Si__ No__

¿Por qué? _____

Anexo 8

EVALUACIÓN DEL USO DEL COLECTOR SOLAR DESINFECTANTE EN HOGARES DE MAGDALENA TEITIPAC TLACOLULA OAXACA.

Nombre de la persona entrevistada: _____
Edad de la o el Entrevistad@: _____
Integrantes de la familia: _____
Ocupación: _____

USO DE COSODE

1. Que opinan del método de desinfección solar del agua denominado SODIS?

2. ¿Utiliza el COSODE?

Si ____ No ____

Porque: _____

3. Cuánto tiempo tiene de utilizar el COSODE: _____

4. Cuantas veces lo usa?:

5. ¿Sigue las consideraciones de uso dichas por el facilitador?

Hizo algún cambio: _____

Porque: _____

6. ¿Considera que orienta de manera adecuada el colector solar?

Porque: _____

7. ¿Le da mantenimiento?

Porque: _____

En que partes del COSODE da mantenimiento: _____

Cada que tiempo: _____

8. ¿Lo protege de la intemperie cuando no está en funcionamiento?

Si ____ No: ____

¿Como? _____

9. Confía en que el método mejora la calidad del agua Si ____ No: _____

10. Ha recibido capacitación sobre el COSODE: Si: ____ No: _____

11. ¿Entendió como debe utilizar el COSODE? Si: ____ No: _____

12. ¿Qué agua utiliza para emplear en el COSODE?

Qué tipo de botella utiliza: _____

De qué capacidad (litros): _____

13. ¿Lavó la botella? Si ____ No ____

14. ¿Llenó la botella hasta la $\frac{3}{4}$ parte? Si ____ No ____

15. ¿Cuál es el estado de la botella que utiliza?
16. ¿Cuántas botellas de agua mete por corrida?
17. ¿Cuántas corridas de desinfección hace al día?
18. ¿Cuántas horas de exposición les da a las corridas: _____

19. ¿Cómo están las condiciones de tiempo cuando utiliza COSODE?

Totalmente nublado desde la mañana: ____
 Medio nublado desde la mañana: _____
 Claro: _____

Soleado desde la mañana: _____
 Soleado todo el día
 Medio soleado desde la mañana:

20. ¿Cuántos días a la semana lo usa?
21. ¿Qué cantidad de agua desinfectada obtiene en el día?
22. ¿Qué hace con el agua desinfectada?
 Colocan en otros recipientes _____
 Qué tipo de recipiente: _____
23. ¿Lavan previamente el bote con el agua desinfectada?: _____
24. ¿La guardan en las mismas botellas? _____
25. ¿La consume el mismo día? Si: _____ No: _____
26. ¿Dónde la almacena?

27. ¿Quiénes utilizan el agua tratada con el COSODE?:
 Solo usted _____ Los niños menores _____ Toda la familia _____

28. ¿Para qué utiliza el agua tratada con el COSODE?:
 Sólo para tomar _____ Tomar y Preparar Alimentos _____ Cocinar _____

29. ¿Han tenido algún inconveniente para utilizar el método?

Si _____ No _____ Explique:

30. ¿Le ha hecho algunas adaptaciones?: _____

Porque: _____

En que partes: _____

31. ¿Cómo llama usted el método (COSODE)?: _____

32. ¿Cuánto (\$) gastó para hacer su COSODE? _____

33. ¿Le gustaría hacer uno con otros materiales? _____

(LO ANTERIOR SÍ ES QUE NO LO HIZO Y SÓLO UTILIZÓ EL QUE ENTREGASTE).

34. ¿Considera que el método utilizado le dio algún beneficio? _____

Explique: _____

35. En los últimos tres meses alguien de su familia se ha enfermado de Diarrea

¿Si _____ No _____ Cuántas? _____

36. Si la respuesta anterior es Si, quien fue el que se enfermó:(Poner Cuántos)

Niños menores de 5 años _____ Joven o Adulto _____

37. ¿sigue comprando botellones de agua? _____

38. ¿Cuántas veces a la semana?: _____

Comparta su experiencia al usar COSODE:

39. ¿Le gustaría compartir con sus vecinos su experiencia con COSODE?

Anexo 9

MANUAL DEL COLECTOR SOLAR DESINFECTANTE



COLECTOR SOLAR DESINFECTANTE COSODE



Manual de construcción, uso y mantenimiento.

Anexo 10



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo
Integral Regional Unidad Oaxaca



Informe del análisis de agua en el Manantial Rio Oscuro de Magdalena Teitipac, Tlacolula Matamoros, Oaxaca

PRESIDENCIA
MUNICIPAL
Magdalena Teitipac
Tlacolula Matamoros, Oaxaca

Recibido en el registro
18/07/2018
F. Arango

Realizó:

Ing. Itzel Omara Matus Enriquez
Mtra. Susana Navarro Mendoza
Dr. Rafael Alavéz Ramírez
M.C. Manuel Aragón Sulik

Oaxaca, Oax. Julio del 2018

Anexo 11



H. AYUNTAMIENTO CONSTITUCIONAL

Municipio de Magdalena Teitipac,
Tlaxcolula, Oax.

"IZHATIREN TIBLOO IDUNREN DHZHIN"



Magdalena Teitipac, Tlaxcolula Matamoros Oaxaca a 27 de noviembre del 2019

Dr. Salvador Isidro Belmonte Jiménez
Director del Centro Interdisciplinario de Investigación
Para el desarrollo Integral Regional Unidad Oaxaca del
Instituto Politécnico Nacional
PRESENTE

El que suscribe C. FAUTO LORENZO SANTIAGO Presidente Municipal de Magdalena Teitipac Tlaxcolula, Matamoros, Oaxaca, me dirijo a usted para manifestarle mi agradecimiento por la entrega del Diagnostico socioambiental de las fuentes principales de abastecimiento de agua de la comunidad así como también por el taller: "Construyendo mi colector solar para desinfección de agua de consumo humano"; ambos como parte del proyecto de tesis denominado: "Energía solar como fuente de desinfección del agua para consumo humano a nivel domiciliario mediante una tecnología social; caso Magdalena Teitipac, Oaxaca."

Por el apoyo, informe entregado y seguimiento brindado durante el desarrollo del proyecto en nuestra comunidad expresamos nuestra satisfacción y agradecimiento a:

Estudiante Ing. Itzel Omara Matus Enriquez

Profesores: M. en C. Susana M. Navarro Mendoza y Dr. Rafael Alavés Ramírez

En espera de seguir contando con el apoyo de la institución que dignamente dirige quedamos de usted.


PRESIDENTE MUNICIPAL DE MAGDALENA TEITIPAC, TLAXCOLULA, MATAMOROS, OAXACA,
2017 - 2019.

Porfirio Díaz S/N, Col. Centro, Magdalena Teitipac, Tlaxcolula, Oax. Tel: 523 30 00
E-mail: magdalenatei53@hotmail.com

2017 - 2019